



## SELEÇÃO DE CULTURAS AGRÍCOLAS UTILIZANDO TÉCNICAS DE ANÁLISE MULTICRITERIAL

Allan Sarmiento Vieira <sup>1</sup>  
Wilson Fadlo Curi <sup>2</sup>

### RESUMO

O objetivo deste trabalho é selecionar um rol de culturas agrícolas utilizando as técnicas de análise multicriterial sob diferentes critérios. A área de estudo escolhida foi Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa (PIVAS), localizado no sertão do estado da Paraíba. Foram considerados critérios como: o aumento da lucratividade, a geração de empregos, a diminuição do consumo hídrico e os usos de defensivos agrícolas das culturas agrícolas. Como os interesses são conflitantes, foram utilizados os métodos Electre II, Promethe II e AHP com o intuito de escolher as culturas mais adequadas, atendendo aos diferentes critérios envolvidos. Para exprimir a subjetividade do tomador de decisão quanto à importância de cada critério, foi realizada uma análise de sensibilidade onde foram definidos os níveis de preferências. Para tanto, os resultados mostraram que as culturas agrícolas do coco, mamão e maracujá, são as mais recomendadas para o cultivo no perímetro estudado, sendo as menos recomendadas às culturas da melancia (safra/entressafra), melão (safra) e a da manga. Contudo, as técnicas de análise multicriterial mostraram-se importantes na elaboração de um planejamento agrícola eficiente, já que preferiu ou não preferiu o cultivo de determinadas culturas.

**Palavras-Chave:** análise multicriterial, planejamento agrícola, critérios, culturas.

<sup>1</sup> Professor Doutor da Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: allan.sarmiento@ufcg.edu.br

<sup>2</sup> Professor Doutor da Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: wfcru@pesquisador.cnpq.br

## 1 INTRODUÇÃO

No planejamento e no processo de tomada de decisão envolvendo questões agrícolas, como a seleção das culturas agrícolas a serem cultivadas ao longo do tempo considerava-se, normalmente, apenas critérios financeiros. Na busca do aumento da lucratividade o homem vem comprometendo o meio ambiente, de forma indiscriminada, para expandir e disponibilizar áreas para irrigação. Para tanto, a expansão da agricultura irrigada tornou-se uma questão preocupante devido às restrições do sistema como: a disponibilidade de água, terras aptas para o plantio e uso de defensivos e fertilizantes, que afetam diretamente o equilíbrio socioambiental.

Para Curi et al (2004) esse tipo de problema não são fatos distantes do Nordeste brasileiro, onde já existem e tendem a se torna cada vez mais graves. Todavia, a agricultura é um dos elementos que pode trazer melhorias no padrão sócio-econômico e conseqüentemente, na melhoria da qualidade de vida da população, desde que se utilizem tecnologias adequadas às regiões, de forma que venha a promover o uso racional dos recursos naturais existentes.

Na busca de soluções sustentáveis o processo de escolha de culturas agrícolas deve deixar de ter exclusivamente uma análise econômica e passar incorporar critérios ambientais e sociais. Técnicas de análise custo e benefício evoluíram e algumas metodologias foram propostas a fim de valorar economicamente os efeitos dos impactos produzidos pelo homem, as quais trouxeram à discussão questões como os conceitos de bem estar, disposição a pagar, distribuição do benefício, justiça, e outros diferentes dos técnico-econômicos. Mas estas técnicas estavam limitadas por não considerar variáveis de natureza qualitativa, como por exemplo, a estimativa de vidas salvas ou a cultura de uma comunidade.

As técnicas multicriteriais são técnicas que possui esta finalidade de análise para tomada de decisão e planejamento, que tem como base o princípio, numa tomada de decisão, a experiência e o conhecimento das pessoas, que é tão valioso quanto os dados utilizados. Estas técnicas permitem avaliar critérios ou atributos que

não podem ser transformados em valores financeiros, sendo possível incluir no processo as diferenças e os conflitos de opiniões (VILAS BOAS, 2005b).

Os grandes problemas no processo de tomada de decisão do tipo multicritério ou multicriterial são comuns em diversas áreas, apoiando-se em estruturas matemáticas, a fim de guiar e validar as suas preferências. Geralmente envolve a escolha de um número finito de alternativas com base num conjunto de critérios selecionados. Deste modo, a literatura dispõe de várias metodologias que utilizam estruturas matemáticas da mais simples, como Método da Soma Ponderada, Método da Soma Ponderada Modificado, Método do Produto Ponderado, e estruturas mais elaboradas, como ELECTRE I e II, PROMETHEE I e II, AHP.

Assim o objetivo deste trabalho é selecionar um rol de culturas agrícolas utilizando as técnicas de análise multicriterial sob diferentes critérios que auxilie no processo decisório da escolha de alternativas (mais preferidas e menos preferidas) em situações onde os objetivos são conflitantes, exprimindo a subjetividade do tomador de decisão em vários possíveis cenários, utilizando técnicas de análise multicriterial.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Os métodos de análise multicriterial solicitam, anteriormente, a opinião do tomador de decisão a respeito das trocas possíveis entre os critérios e dos valores relativos deste. Segundo Santos et al. (2005) a técnica de aplicação de questionários é bastante utilizada com o intuito de poder representar os pesos de cada critério ou atributo e anseios dos participantes diretamente envolvidos com as ações a serem tomadas em cada alternativa que for escolhida. Entretanto os autores relatam que o trabalho de seria campo enorme, incluindo dificuldades de acesso, e, muito provavelmente, ainda não seria representativo o suficiente.

Além disso, a diferença cultural dos participantes envolvidos poderia levar a formular questionários ou muito simples ou complexos, podendo até mesmo incorrer no erro da tendenciosidade dos aplicadores do questionário ao se tentar esclarecer as perguntas, que gerariam insatisfações.

A metodologia proposta neste trabalho propõe em considerar a subjetividade relativa ao julgamento humano por meio da adoção de uma gama de pesos atribuídos aos critérios avaliados, cujos valores adotados variam entre 0 e 100 %, numa progressão aritmética. Por conseqüência, para cada conjunto peso associado aos critérios (1 simulação) haverá uma nova solução ideal.

Os métodos de análise multicritério mais elaborados têm como resposta uma ordenação das alternativas em forma de ranking. Assim, para cada simulação, considera-se como a alternativa mais-preferível a (s) alternativa (s) classificada (s) em primeiro lugar, e como menos-preferíveis a(s) classificada(s) em último lugar. As alternativas mais recomendadas serão aquelas consideradas mais preferíveis em alguma simulação. As menos recomendadas serão aquelas que apresentarem um percentual de menos preferível.

## **2.1 Área de Estudo**

O perímetro irrigado nas várzeas da cidade de Sousa – PB, está situado na bacia sedimentar do rio do Peixe (Figura 1). Possui uma área de 13.568 ha e fica na confluência do rio do Peixe com o rio Piranhas, entre as cidades de Sousa (6°34' de latitude sul e 38°13' de longitude oeste) e Aparecida (6°46' de latitude sul e 38°06' de longitude oeste). Apresenta altitude média de 255 m, com relevo plano, suave ondulado a ondulado. A vegetação natural predominante é a caatinga hiperxerófila. O clima tipo semiárido quente mediano, com 07 a 08 meses do ano seco e é caracterizado como um bioclima do tipo 4aTh, segundo classificação de Gaussen. A temperatura média mensal é de 27 °C, com uma amplitude térmica de 4 °C. A precipitação média anual medida no Posto Sousa é em torno de 832,7 mm onde mais de 60% esta concentrada nos meses de fevereiro a abril. A evaporação média anual medida em tanque Classe A de cerca 2761,5 mm.

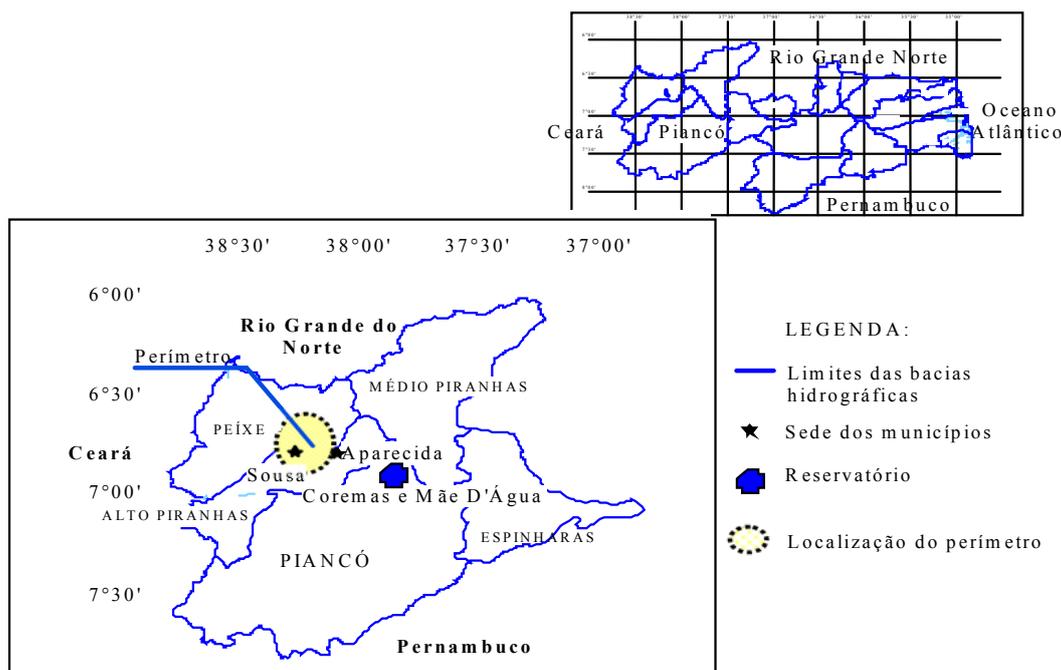


Figura 1. Localização do perímetro irrigado nas Várzeas de Sousa – PB

Fonte: Curi et al, (2004)

De acordo com Chavez et al. (1998) as classes de solo da área em estudo, em níveis representativos, são Vertissolos e solos Aluviais eutróficos, os quais ocorrem em 26,60% e 39,20% da área, respectivamente, seguindo-se, em menor grau de importância os Podzólicos vermelho-amarelo eutróficos, que acontecem em 22,80% da área. Curi et al. (2004) com base aptidão dos solos existentes na região, assim como a prática de cultivo em outras áreas irrigadas no semiárido nordestino indicam que as culturas mais adequadas para serem cultivadas no perímetro são: manga, goiaba, melancia e melão, na safra (fevereiro a abril) e na entressafra (agosto a outubro), maracujá, limão tahiti, abacate, mamão, uva, coco e graviola.

O perímetro irrigado é abastecido por um canal de concreto de forma trapezoidal, de 37 km de comprimento, com capacidade de 4 m<sup>3</sup>/s, que o liga ao sistema de reservatórios Coremas – Mãe D'Água. Segundo estudos de Curi et al. (2004) o sistema tem plenas condições de fornecer a capacidade estabelecida no canal, podendo irrigar uma área de cerca 5000 ha, entretanto os autores advertem que apropriações indevidas da água no canal reduzem cerca de 4% da receita

liquida oriunda da atividade de agricultura para cada 10% de redução na vazão máxima transportada.

## 2.2 Definição dos critérios analisados

Para verificar a cultura agrícola mais adequada para o plantio no perímetro considerou-se uma análise hierárquica de 04 (quatro) critérios: receita líquida advinda do cultivo de cada cultura; geração de empregos obtida com o cultivo da cada cultura; quantidade de defensivos agrícolas utilizadas por cada cultura; consumo hídrico de cada cultura. Determinaram-se os valores médios dos critérios, por hectare, para cada cultura considerando um período de estudo de 12 anos (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios por critérios para cada cultura agrícola.

Culturas	Receita líquida	Mão de obra	Defensivos	Consumo hídrico
	R\$/ha/ano	diárias/ha/ano	L/ha/ano	m <sup>3</sup> /ha/ano
Manga	357,39	133,25	5,83	22.455,28
Goiaba	843,86	149,08	12,38	19.186,15
Maracujá	1.456,71	185,33	6,33	16.964,50
Mamão	2.912,98	192,33	13,33	19.321,48
Graviola	2.853,73	163,33	5,75	25.277,48
Coco	5.331,91	168,92	18,08	20.062,29
Melancia (s)	984,62	115,00	30,00	1.764,36
Melancia (es)	3.127,50	115,00	30,00	5.810,72
Melão (s)	808,52	137,00	30,00	1.861,82
Melão (es)	2.884,36	137,00	30,00	6.162,33
Limão	1.046,73	135,50	7,67	13.652,76
Uva	1.954,72	668,33	40,67	13.033,54

s – safra; es – entressafra

Para tanto, se utilizou dados como evaporação média mensal para o perímetro irrigado (Curi et al., 2004), precipitação direta sobre o perímetro irrigado (SUDENE, 1990), coeficientes de cultivo kc para os estádios de desenvolvimento das culturas agrícolas, sistema de irrigação, sua eficiência de distribuição e seus

requerimentos de pressão (Doorenbos & Kassam, 2000 e Gomes, 1999), eficiências de aplicação (ANA, 2004), produtividade das culturas, custo de produção das culturas, mão-de-obra requerida das culturas, quantidade de defensivos agrícolas utilizado por cultura (MANUAL DE ORÇAMENTO AGROPECUÁRIO DO BANCO DO NORDESTE S/A, 2003), o preço médio de comercialização das culturas (Silva, 2004). Assumiu-se que o custo da água bruta para irrigação é de R\$ 5,00/1.000 m<sup>3</sup> de água e o custo de energia é de R\$ 0,14/Kwh. Estima-se que o sistema de bombeamento tenha uma eficiência de 75%.

Os pesos atribuídos aos critérios avaliados variaram-se entre 0 e 100 %, numa progressão de 25 %, totalizando um total de 33 simulação.

### 2.3 Considerações sobre os métodos multicriteriais utilizados

Segundo Zuffo et al. (2002) o método Electre II mostrou insensível a qualquer mudança dos pesos, concluindo que o resultado da aplicação do método era inadequado em virtude da não relativização das pequenas diferenças entre os valores dos critérios no computo do índice de preferência. Procurando contornar esse problema Zuffo & Santos (2002) identificaram que uma das prováveis causa dessa falha na estrutura do método de ordenação:

Sendo assim, os autores propõem a seguinte modificação na Equação 1:

$$m(x) = \frac{v' + v''}{2} + IC \cdot \left( \frac{NoAlt}{(Min\_O(x) + 1)} \right), \forall x \in X$$

(1)

em que,

$$IC(x) = |v' - v''|$$

NoAlt - numero de alternativas analisadas;

Min\_O(x) - ordem da ultima alternativa, representada pela hierarquia mais baixa, de qualquer das duas ordenações, obtida pela pior alternativa.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 3, n. 2, p. 45 – 60. out.2014/mar.2015

No método PROMETHEE II para exprimir a preferência de uma alternativa em comparação com outra com relação cada critério é utilizado funções de preferências. Procura-se, quando possível, fazer uso de funções de preferência que pudessem incluir margens de erro ou tolerâncias tendo em vista que, ao estimar os valores para os atributos relativos às alternativas, eventuais erros poderão ser introduzidos nestes valores, desta maneira os parâmetros das funções possibilitarão a correção destes erros (SANTOS et al., 2005).

Neste contexto foram utilizadas as funções do tipo II para o critério defensivo agrícola e do tipo III para os demais critérios. Com relação à definição dos parâmetros nas funções de preferência, foi levado em consideração uma meta conservadora, conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2. Funções de preferências para cada critério.

CRITÉRIOS	OBJETIVOS	UNIDADES	FUNÇÃO DE PREFERÊNCIA				
			TIPO	PARÂMETROS			
				p	q	s	v
Receita Líquida	MAX	R\$/ha/ano	III	600	-	-	-
Mão de obra	MAX	Diárias/ha/ano	III	10	-	-	-
Consumo Hídrico	MIN	m <sup>3</sup> /ha/ano	III	300	-	-	-
Defensivo Agrícola	MIN	Litros/ha/ano	II	4	-	-	-

No método AHP Para a definição dos pesos, que usualmente exprime a preferência do tomador de decisão sobre todos os critérios analisados, foram estabelecidas algumas considerações para a utilização do método AHP.

Para a construção das matrizes das alternativas de cada critério, foram estabelecidos intervalos baseados nos indicadores de cada critério. Para em seguida na comparação par a par, calcular a diferença.

Caso essa estiver em um determinado intervalo associa automaticamente um peso, da escala fundamental proposto por Saaty (1997), exprimindo assim o grau de preferência do indicador com relação o outro de forma linear e não de forma subjetiva (Tabela 3).

Tabela 3. Intervalos associados à escala fundamental de Saaty (1997).

Critérios							
Receita Líquida		Mão-de-Obra		Consumo Hídrico		Defensivo Agrícola	
Intervalos	P	Intervalos	P	Intervalos	P	Intervalos	P
$DP^* \leq 400$	2	$DP^* \leq 10$	2	$DP^* \leq 1500$	2	$DP^* \leq 3$	2
$401 \leq DP^* \leq 800$	3	$11 \leq DP^* \leq 15$	3	$1501 \leq DP^* \leq 5000$	3	$4 \leq DP^* \leq 6$	3
$801 \leq DP^* \leq 1600$	4	$16 \leq DP^* \leq 20$	4	$5001 \leq DP^* \leq 7000$	4	$7 \leq DP^* \leq 9$	4
$1601 \leq DP^* \leq 2400$	5	$21 \leq DP^* \leq 25$	5	$7001 \leq DP^* \leq 10000$	5	$10 \leq DP^* \leq 12$	5
$2401 \leq DP^* \leq 3200$	6	$26 \leq DP^* \leq 50$	6	$10001 \leq DP^* \leq 12000$	6	$13 \leq DP^* \leq 15$	6
$3201 \leq DP^* \leq 4000$	7	$51 \leq DP^* \leq 70$	7	$12001 \leq DP^* \leq 15000$	7	$16 \leq DP^* \leq 20$	7
$4001 \leq DP^* \leq 4800$	8	$71 \leq DP^* \leq 100$	8	$15001 \leq DP^* \leq 20000$	8	$21 \leq DP^* \leq 25$	8
$DP^* > 4801$	9	$DP^* > 101$	9	$DP^* > 20001$	9	$DP^* > 26$	9

DP\* – Diferença par a par entre os indicadores. P – Pesos proposto por Saaty (1997).

Já na construção das matrizes na comparação entre os critérios foram associados às comparações pesos que variam de 0 a 1, que também foram combinados com a escala fundamental de Saaty (1997), exprimindo assim o grau de importância de cada critério (Tabela 4).

Tabela 4. Grau de importância para cada critério com relação aos pesos estabelecidos na escala fundamental de Saaty (1997).

Valoração das Preferências	das	Diferença dos Pesos dos critérios
Preferência absoluta:	9	1,00
Preferência muito forte:	7	0,25
Preferência forte:	5	0,50
Preferência fraca:	3	0,75
Mesma Preferência:	1	0,00

Assim caso a diferença entre os pesos for 1,00 atribui-se o grau de preferência 9, se a diferença for 0,75 o grau de preferência será 7, para a diferença do peso for 0,5 atribui o grau de 5, e para diferença de 0,25 atribui o peso 3, agora caso a diferença seja 0 considera-se o grau de preferência 1, por terem a mesma preferência.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO:

As percentagens das culturas agrícolas selecionadas em 1º lugar, consideradas como as mais-preferíveis, utilizando os métodos Electre II, Promethe II e AHP podem ser observadas nas figuras a seguir. Na Figura 02 mostra o ranque das culturas mais preferidas utilizando o método ELECETREC II e observou-se que a cultura coco é a mais recomendada. Já com relação a Figura 3 de acordo com o ranque e utilizando o método PROMETHEE II as culturas mais recomendadas são o coco e o maracujá. Na Figura 04 utilizando o método multicriterial AHP e considerando o ranque a cultura mais recomenda foi a do coco.

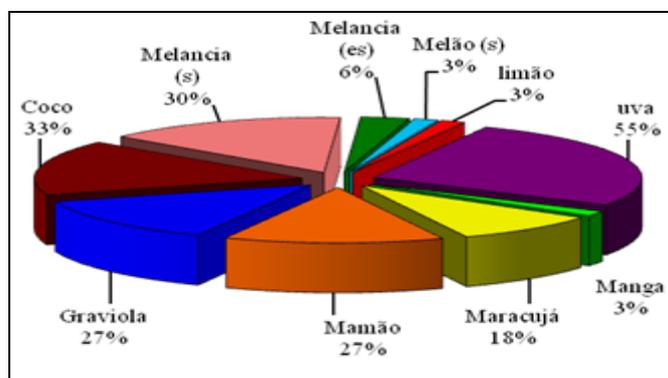


Figura 2. Percentagem das culturas agrícolas classificadas como mais preferíveis utilizando o método Electre II

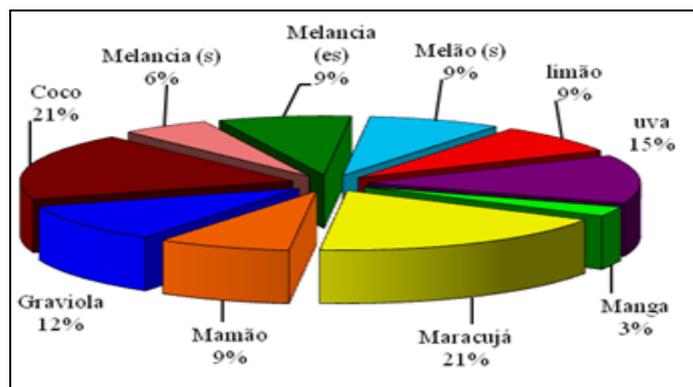


Figura 3. Percentagem das culturas agrícolas classificadas como mais preferíveis utilizando o método Promethe II.

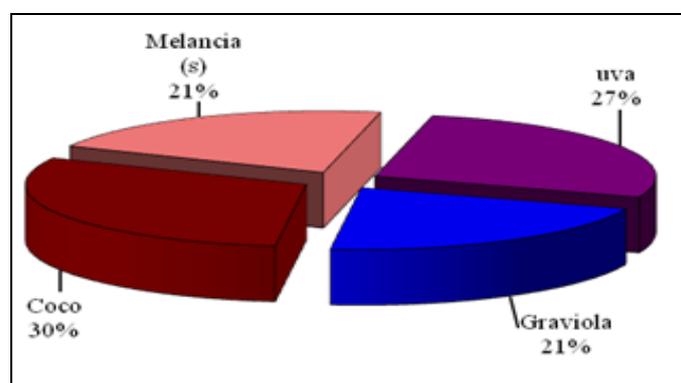


Figura 4. Percentagem das culturas agrícolas classificadas como mais preferíveis utilizando o método AHP.

Já as percentagens das culturas selecionadas em ultimo lugar, consideradas como menos preferíveis, estão apresentadas nas Figuras a seguir.

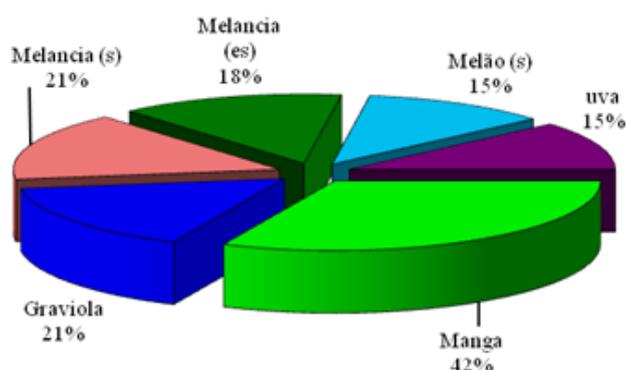


Figura 5. Percentagem das culturas agrícolas classificadas como menos preferíveis utilizando o método Electre II.

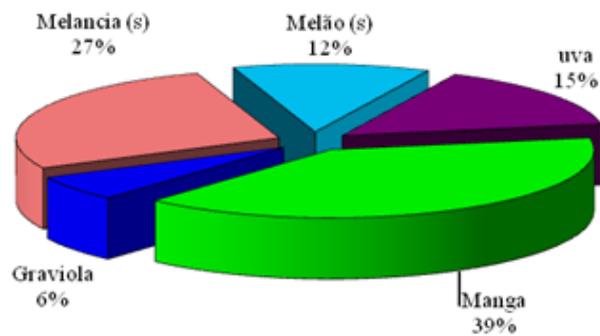


Figura 6. Percentagem das culturas agrícolas classificadas como menos preferíveis utilizando o método Promethe II.

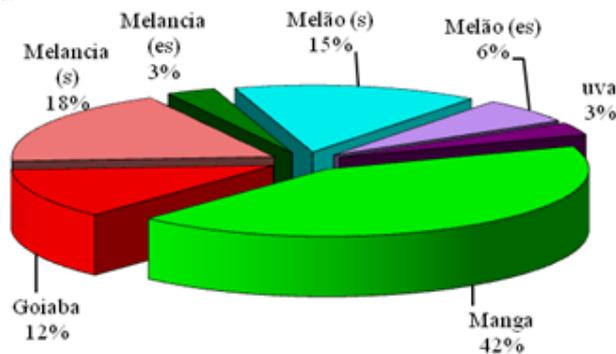


Figura 7. Percentagem das culturas agrícolas classificadas como mais preferíveis utilizando o método AHP.

As Figuras 5 a 7 mostram o *ranking* das culturas menos preferidas utilizando os métodos ELECETREC II, PROMETHEE II e AHP e observou-se que a cultura manga é a menos recomendada, quando considera os diferentes critérios. É importante lembrar que a escolha do percentual ou peso para cada critério considerado pode influenciar diretamente na escolha da cultura agrícola, podendo ser tendencioso dependendo da magnitude dos valores dos indicadores, assim recomenda que o tomador de decisão seja parcimonioso.

Apesar de a uva ser a cultura agrícola mais preferível em 55% das simulações realizadas pelo método Electre II (Figura 2) ela não é a mais recomendada, pois em 15% das simulações ela foi menos preferível (Figura 5),

sendo que para a sua recomendação deve-se fazer um estudo mais detalhado sobre as possíveis conseqüências que possam a ocorrer.

Analisando as percentagens das culturas selecionadas utilizando o método Promethe II como mais preferíveis (Figura 3) e menos preferíveis (Figura 6), é notório que as culturas mais recomendadas são maracujá, coco, limão, mamão e melancia (es). Sendo as menos recomendadas às culturas de melancia (s), melão (s) e manga. Para o método AHP as culturas mais recomendadas são o coco e a graviola, sendo as menos recomendadas a manga, a goiaba, a melancia (es) e o melão (s/es).

#### **4 CONCLUSÃO**

A utilização da análise multicriterial na tomada de decisão e no planejamento agrícola mostrou-se satisfatória, já que foi possível considerar critérios de forma simultânea, que muitas vezes são conflitantes, permitindo ainda conhecer as inter-relações e as conseqüências geradas em escolher determinada cultura. Assim pode-se afirmar que a cultura agrícola do coco é a mais recomendada, para o cultivo no perímetro irrigado das Várzeas de Sousa-PB, em todos os métodos multicriteriais utilizados neste estudo. Sendo as culturas do mamão e do maracujá também recomendadas exceto pelo método AHP. Com relação à cultura menos recomendada a manga foi selecionada por todos os métodos estudados e, a melancia (s) é a menos recomendada pelos métodos Promethe II e Electre II.

Contudo, o planejamento agrícola apresentado, com o auxílio dos métodos multicriteriais, demonstrou que são ferramentas imprescindíveis e pode auxiliar os gestores numa possível tomada de decisão em plantar, sob diferentes critérios, a (s) cultura (s) mais preferível (eis) e menos preferível (eis). Como por exemplo, o cultivo da uva, que resultará numa grande quantidade de empregos, mas por outro lado requisitará uma grande quantidade de defensivos agrícolas, isso pode nortear o gestor em definir políticas e práticas ambientalmente sustentáveis, como adubação verde ou orgânica, práticas agroecológicas, entre outras.

# SELECTION OF AGRICULTURAL CROPS USING MULTICRITERIAL ANALYSIS TECHNIQUES

## ABSTRACT

The aim of this work is to select a list of agricultural crops using the multicriterial analysis techniques under different criteria. The study area chosen was Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa (PIVAS), located on the border of the Brazilian State of Paraíba. Were considered criteria such as: increased profitability, job creation, reducing water consumption and the uses of pesticides of agricultural crops. How are conflicting interests, methods were used Electre II, Promethe II and AHP in order to choose the most appropriate cultures, taking into account the different criteria involved. To express the subjectivity of the decision-maker as to the importance of each criterion, a sensitivity analysis was conducted where levels were defined preferences. To this end, the results showed that the agricultural crops of coconut, papaya and passion fruit, are the most recommended for cultivation in the studied perimeter, being the least recommended watermelon crops (crop/off season), melon (harvest) and the sleeve. However, multicriterial analysis techniques were important in the development of an efficient agricultural planning, as preferred or non-preferred the cultivation of certain crops.

**Keywords:** multicriterial analysis, agricultural planning, criteria, crops.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA (2004). Resolução nº 687, de 03 de Dezembro de 2004. Agencia Nacional de Águas. BANCO DO NORDESTE S/A (2003). Manual de Orçamentos Agropecuários. Campina Grande – PB.

CHAVES, L. H. G; MENINO, I. B.; ARAÚJO, I. A.; CHAVES, I. B.; Avaliação da fertilidade dos solos das várzeas do município de Sousa. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.2, n.3, p. 262-267, 1998.

CURI, R. C.; CURI, W. F.; OLIVEIRA, M. B. A.; Análise de alterações na receita líquida de um perímetro irrigado no semi-árido sob condições de variações hídricas e econômicas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.9, n.3, p.39-53, 2004.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. (2000).; Efeito da água no rendimento das culturas. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, v.33, UFPB, Campina Grande.

GOMES, H. P.; Engenharia de irrigação hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento. 3.ed. Campina Grande: Editora Universitária – UFPB, 1999,. 412p.

SAATY, T.L., (1997); Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process (ANP and ECNET Software) Guide, Manual and Examples, Pittsburgh-PA.

SANTOS, R. B.; CURI, R. S.; CURI, W. F.; Aplicação do método multicriterial promethee para ampliação da disponibilidade hídrica na bacia do rio Gramame – PB. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2005. Anais. João Pessoa: ABRH, 2005 (CD-ROM).

SILVA, C. A. B. (2004).; Estudo da otimização do uso dos recursos hídricos dos açudes Santa Inês, Condado, Serra Vermelha I, Piranhas, Vídeo, Vazante e Poço Redondo na bacia do rio Piancó. Campina Grande: UFCG, 2004. 160p. Dissertação de Mestrado.

SUDENE (1990). Dados pluviométricos mensais do nordeste – estado da Paraíba. Série pluviométrica 5. Recife – PE. Brasil.

VILAS BOAS, C. L.; Análise da aplicação de métodos multicritérios de decisão (mmad) na gestão de recursos hídricos. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2005. Anais ... João Pessoa: ABRH, 2005 (CD-ROM).

ZUFFO, A. C., REIS, F. L. R., SANTOS, R. F.; CHAUDHRY, F. H.; Aplicação de métodos multicriteriais ao planejamento de recursos hídricos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 7, n.1, p.81-102, 2002.