

OTIMIZAÇÃO DE PROJETOS HIDROAGRÍCOLAS ATRAVÉS DA PROGRAMACÃO NÃO-LINEAR¹

Alexandre Rostand Pereira MENDES², José DANTAS NETO³, Carlos Alberto Vieira de AZEVEDO³, Hugo Orlando Carvalho GUERRA³

RESUMO: Estudou-se a alocação de áreas irrigáveis, através da aplicação da técnica de programação não-linear, visando uma otimização de projetos hidroagrícolas. Verificou-se que a pesquisa operacional, mediante as técnicas de programação não-linear, consiste numa poderosa ferramenta para a otimização de projetos hidroagrícolas, seja por encontrar a solução ótima para o problema proposto, fundamental para o desenvolvimento de bons projetos, ou ainda por proporcionar a resolução de modelos matemáticos que descrevem sistemas complexos.

PALAVRAS-CHAVE: Programação não-linear, Perímetro Irrigado, Padrão de Cultura

ABSTRACT: It was studied the allocation of irrigated areas, by applying the non-linear programming technique, proposing to optimize the agricultural projects. It was verified that the operational research, by means of non-linear programming techniques, consists of a powerful tool for optimizing the agricultural projects, either by finding a optimal solution to the proposed problem, which is essential for the development of good projects, or giving the solution of mathematical models that describe complex systems.

KEYWORDS: Non-linear Programming, Irrigation District, Crop Pattern

INTRODUÇÃO: No mercado globalizado atual a busca da economicidade nas áreas hidroagrícolas faz parte do trabalho do projetista, fundamentalmente no plano competitivo em que se encontra a engenharia. Com o advento da informática, técnicas cada vez mais aprimoradas tem sido utilizadas nos estudos e projetos, melhorando a precisão dos resultados. Entre estas técnicas pode-se destacar a otimização, que determina a solução ótima de um problema, principalmente quando se trabalha com recursos escassos. Em áreas irrigadas, onde várias culturas em diferentes regimes de irrigação estão competindo por uma limitada quantidade de água, a otimização através da programação não-linear pode ser um excelente instrumento para uma alocação ótima desses recursos. Carvalho, 1994, diz que o modelo matemático geral pode ser representado por pontos de máximo e mínimo (extremos), para funções restritivas e não-restritivas.. O presente estudo foi desenvolvido com objetivo de se

¹ Parte da dissertação de mestrado apresentada pelo primeiro autor à UFPB

² M.Sc. em Engenharia Agrícola, DEAG/UFPB, Avenida Aprígio Veloso, 882, CEP 58109-970, Campina Grande-PB, Fone (083) 310-1318, Fax (083) 310-1011.

³ Ph.D em Irrigação e Drenagem, DEAG/UFPB, Avenida Aprígio Veloso, 882, CEP 58109-970, Campina Grande-PB, Fone (083) 310-1318, Fax (083) 310-1011, E-mail cazevedo@deag.ufpb.br.

estudar a alocação de áreas irrigáveis, em perímetros irrigados, bem como seu padrão de cultivo, utilizando a técnica de programação não-linear.

MATERIAL E MÉTODOS: Para ilustrar o potencial da técnica de programação não-linear é apresentado um exemplo típico na otimização de áreas irrigadas: determinar um padrão ótimo de cultivo, de forma a maximizar o lucro do projeto, decorrente de várias culturas. As restrições explicitadas no modelo são quanto à disponibilidade de água, terra e mercado. Para a utilização dos modelos considerou-se uma área de 1000 ha e uma disponibilidade de água de 6.966.000 m³. A área apresenta as características do Projeto Senador Nilo Coelho localizado em Petrolina - PE, sendo os índices técnicos extraídos de Dantas Neto (1994). As culturas utilizadas neste trabalho foram as seis tradicionalmente cultivadas pelos colonos do projeto Senador Nilo Coelho: melancia, cebola, pimentão, tomate, banana e aspargo. Custos e preços foram expressos em dólares americanos a cotação de US\$ 1,00 = R\$ 1,00.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Para solucionar o modelo de programação não-linear utilizou-se o módulo MINOS do “Software” GAMS (General Albebric Modeling System), as características e aplicações do programa GAMS são encontradas em Brooke et al. (1988). Utilizando as restrições de água e satisfazendo as exigências de áreas máxima e mínimas de algumas culturas, o modelo de programação não-linear proposto resultou no padrão ótimo de cultivo, bem como no retorno financeiro apresentado na Tabela 1. A solução ótima encontrada contempla todas as culturas utilizadas no modelo. Contudo as culturas da melancia do pimentão e da banana feijão só fazem parte da solução devido a restrição de área mínima para satisfazer a demanda interna, já que para o volume de água disponível 696600mm.ha apresentam custo marginal negativo. O custo marginal negativo apresentado na Tabela 1 está associado à cultura não recomendada para cultivo. Refere-se à redução da renda líquida por unidade de área cultivada com tal cultura. Por exemplo, para cada hectare de melancia cultivada haverá uma redução de US\$ 331,00 na renda líquida, se o volume anual de água disponível for igual a 696600 mm.ha. A área do pimentão plantado no primeiro semestre só deverá ser superior a 50 ha para volumes de água superiores ao disponível. As culturas de cebola aspargo e tomate fazem parte da solução ótima com custos marginais positivos, ou sejam, proporcionam aumentos da renda líquida por unidade de área cultivada com tal cultura. Com relação aos recursos envolvidos na solução ótima observa-se que a área disponível não foi totalmente utilizada e, dos 1000 há existentes, 904 foram utilizadas e 96 ficaram ociosas. Já o recurso água foi totalmente utilizado, apresentando um preço sombra de US\$ 3.26, o que implica dizer, que no caso de se utilizar mais de 696600, cada mm.ha de água a mais aumentará o retorno financeiro em US\$ 3.26. Por outro lado, cada mm.ha a menos, reduzirá o valor na mesma quantidade. Análise de sensibilidade da função objetivo (tabela 2) mostra como se comportaria a solução ótima caso houvesse variação na receita marginal de cada cultura. As informações são válidas para um volume de água anual disponível de 696600 mm.ha⁻¹. Enquanto o pimentão proporcionar uma receita marginal inferior a US\$ 1303,30/ha, não será recomendado o seu plantio, entretanto, por força da restrição, deverão ser plantados 50 ha. A cebola pode proporcionar até um mínimo US\$ 2560,30/ha que a sua área ótima de plantio será 200 ha (valor máximo permitido). A área de banana de 54 ha continuará sendo ótima enquanto a sua receita marginal permanece entre US\$ 4862,503 e US\$ 8468,95/ha. A mesma interpretação se dá às demais culturas.

CONCLUSÕES: A pesquisa operacional, como as técnicas de programação não-linear, representa poderoso instrumento para a otimização de projetos hidroagrícolas, seja por encontrar a solução ótima para o problema proposto, fundamental para o desenvolvimento de bons projetos, ou ainda por proporcionar a resolução de modelos matemáticos representativos de sistema complexos

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BROOKE, A; D. KENDRICK AND A. MEEARAUS. **GAMS. A Users Guide.** The Scientific Press, Redwood City. California. 1988. 289 p.

CARVALLO , HUGO O. **Optimización del manejo del riego a nivel predial. Uso de funciones de producción y programación no lineal.** Concepción - Chile. Universidad de Concepción. 1994. 82p.(monografia de Pós-Doutorado).

DANTAS NETO, J. **Modelos de decisão para otimização do padrão de cultivo , em áreas irrigadas , baseados nas funções de resposta das culturas à água** Botucatu:UNESP 1994. 125 p . Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1994.

Tabela 1. Solução ótima determinada pelo modelo de programação não-linear

Características das variáveis			
CULTURA	CICLO	ÁREA ÓTIMA (Ha)	CUSTO MARGINAL
Melancia	2. ^o semestre	100	-331,00
Aspargo	1. ^o e 2. ^o semestre	100	1.790,00
Pimentão	1. ^o semestre	50	-566,00
Tomate	2. ^o semestre	400	865,00
Cebola	1. ^o semestre	200	3.684,00
Banana	1. ^o e 2. ^o semestre	54	-4,58
Renda líquida (US\$)		3.471.603	
Características das restrições			
NOME	NÍVEL ÓTIMO	FOLGA	PREÇO-SOMBRA
Água (mm.ha)	696600	0.00	3.26
Área (ha)	904	96.00	0.00

Tabela 2. Resultados da análise de sensibilidade da função objetivo.

CULTURAS	VALOR DA RECEITA MARGINAL (US\$/ha)		
	RETORNO UNITÁRIO	MÍNIMO	MÁXIMO
Melancia	991,00	*****	1.323,14
Aspargo	7.648,00	5.858,20	*****
Pimentão	737,30	*****	1.303,30
Tomate	2.406,00	1.550,60	*****
Cebola	6.244,00	2.560,30	*****
Banana	6.487,00	4.862,53	8.468,95