A logística de uma cooperativa orizícola: uma aplicação de programação linear

Augusto Hauber Gameiro[1]
José Vicente Caixeta Filho[2]

Resumo

Este trabalho propõe um modelo simplificado de logística para a maximização da receita de uma cooperativa orizícola. São levados em consideração os custos envolvidos nos processos de produção, beneficiamento, armazenagem, transporte e distribuição, bem como os preços recebidos pelo produto. Tal modelo, baseado na teoria de Programação Linear, é aplicado a um exemplo, para a verificação de sua eficiência. Simulações conduzidas através de dois software distintos mostraram que o modelo pode ter utilidade no que se refere a uma indicação geral da conduta estratégica a ser seguida pelos tomadores de decisão. Porém, algumas características intrínsecas à Programação Linear e ao próprio processo como um todo dificultam a construção de um cenário plenamente condizente com a realidade do mercado.

Palavras-chave: arroz, modelagem, programação linear, logística, transporte.

Abstract

This paper suggests a logistics approach to a wealth-maximazing coopeartive society of rice producers. There are considered production, processing, storage, transport and distribution costs as well as the prices received whit the product. This approach, based on the Linear Programing theory, is applied to an example in order to verify its efficiency. Two software were used to this simulation, being found that the model could be used to give a general indication of strategies to be followed by the decision makers. However some inherent characteristcs of Linear Programing and even the process as a whole make dificult the definition of a scenario well adapted to the markert reality.

Key-words: rice, modelling, linear programming. logistics, transportation.

Introdução

Diante da "globalização", fenômeno caracterizado pelo sistema econômico baseado no livre mercado, as unidades empresariais se vêem obrigadas a adotar inovações para modernizar suas estruturas produtivas, com o objetivo de se tornarem mais competitivas. A utilização de estrutura de modelagem vem sendo apontada como um ferramental a ser adotado, diante desse desafio ao qual as empresas se deparam.

Entre técnicas de modelagem encontram-se aquelas amparadas pela Pesquisa Operacional. Conforme CAIXETA FILHO (1993) a Pesquisa Operacional – área do conhecimento relacionada à investigação do modo de funcionamento de fenômenos diversos – está estritamente ligada a modelos relacionados à tomada de decisão técnica, sendo a Programação Linear um de seus diversos instrumentais.

O objetivo geral do trabalho é elaborar um modelo matemático teórico para a maximização da receita proveniente da logística (estratégias de processamento e distribuição) de uma cooperativa orizícola formada por produtores de arroz. Supõe-se aqui uma cooperativa que tenha pleno poder de decisão sobre o destino da produção de seus cooperados, condição esta que se faz necessária para que a cooperativa possa usar o modelo para otimizar o processamento e a distribuição dessa produção.

Após a colheita, a cooperativa deve decidir sobre qual o destino de sua produção. Deverá comercializar o arroz em casca, ou já beneficiado (limpo)? Caso ela apresente estrutura de beneficiamento própria, valerá a pena utilizar sua estrutura (com um determinado custo de beneficiamento), ou beneficiar o arroz em engenhos de terceiros (com um custo supostamente mais elevado)? Não será interessante o armanezamento para a comercialização futura, quando o preço esperado poderá ser mais elevado em função da sazonalidade?

Caso a cooperativa apresente compradores em mercados distantes* os custos com transporte não serão tão elevados a ponto de inviabilizar a economia da empresa?

A utilização da programação linear na agroindústria

Um dos assuntos que mais tem demandado a atenção de profissionais ligados à agroindústria, é a maximização da eficiência em termos de extração dos

→

1 - Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Economia Aplicada na ESALQ/USP, Piracicaba, SP. E-mail: ahgameir@capa,ciagri.usp.br
2 - Professor Associado do Departamento de Economia e Sociologia Rural da ESALQ/USP, Piracicaba/SP. E-mail: jvcaixet@carpa,ciagri.usp.br.

* - Esse fato é bastante comum para as regiões orizícolas, como por exemplo, a região sul do Rio Grande do Sul, que exporta arroz para várias regiões do País.

componentes biológicos e/ou físicos-químicos das plantas utilizadas como matéria prima agroindustrial.

Tome-se o exemplo da cana-de-açúcar. De acordo com BRUGNARO *et alli* (1988) e GUISE *et alli* (1969), é interessante que a cana-de-açúcar seja colhida em um período que esteja com um alto teor de açúcares, o que permite maior rendimento industrial e menores transtornos – devido à época em que ocorrem – nas operações de corte, carregamento e transporte, além de permitir menores custos por unidade de açúcar transportado na matéria prima. A Pesquisa Operacional, inclusive com técnicas de Programação Linear, pode ser usada como instrumento auxiliar na tomada de decisão da época ótima de corte, através da maximização da receita obtida pelo processo, sujeita às diversas restrições sazonais, como por exemplo, aquelas associadas à mão-de-obra.

Um dos setores agroindustriais que mais tem se desenvolvido nos últimos anos, e que no Brasil apresenta uma grande competitividade, é o setor de frangos de corte. A produção de frangos de corte, na sua quase totalidade, dá-se pelo processo conhecido por integração. Os produtores rurais são responsáveis pela criação das aves e a agroindústria, por sua vez, é responsável pelo fornecimento dos insumos, recolhimento das aves, processamento da carne, e finalmente, distribuição da produção. Torna-se claro, então, que a agroindústria deve ter um adequado planejamento para que não ocorram estrangulamentos e/ou ociosidades durante essas diversas etapas de produção. Além do mais, durante as diferentes etapas, a busca pelo custo mínimo é um dos objetivos primordiais (ver TAUBENETTO, 1996).

A formulação de rações de custo mínimo é outra aplicação trivial da Programação Linear. Conhecidas as características nutricionais dos alimentos, preços destes, necessidades nutricionais dos animais e limitações de ordem técnica e biológica, procura-se combinar os alimentos de forma a se obter uma ração com o menor custo possível e que ao mesmo tempo, satisfaça às necessidades nutricionais dos animais (ver PERES, 1988).

Com relação ao trigo, um elemento importante no mercado internacional é a diferença entre preço e qualidade dos diversos tipos de trigos provenientes dos vários países exportadores. Há muitos tipos de trigo, os quais apresentam, conseqüentemente, diferentes qualidades. Naturalmente, aqueles de pior qualidade apresentam um preço inferior, assim como a farinha proveniente destes trigos. Sendo assim, a indústria moageira deve procurar minimizar seus custos – podendo inclusive usar uma mistura de diferentes tipos de trigo – não perdendo de vista a qualidade da sua farinha fabricada. Nesse processo de decisão, a Programação Linear pode ser uma ferramenta bastante eficiente (ver WILSON & PRESZLER, 1993).

As chamadas "Zonas de Livre Comércio" estão cada vez mais presentes no cenário em que as empresas atuam. Estudos de competitividade tornam-se necessários para avaliar os impactos da criação de tais zonas sobre os diversos setores de produção e centros de demanda. Mais uma vez, a Programação Linear encontra seu espaço. A criação de uma zona de livre comércio permite que um determinado produto cruze a fronteira de um país com custos alfandegários ou de tributação reduzidos. Isso faz com que alguns mercados antes "inexistentes" passem a atuar, provocando uma modificação na demanda de produtos e/ou na oferta de insumos. Diante desses novos mercados, a Programação Linear pode ser utilizada de forma a minimizar novos custos de produção e processamento, bem como custos de transporte aos novos mercados (ver KOO & GOLZ, 1994).

Apesar da comprovada eficiência da Pesquisa Operacional nos diferentes processos de produção (e não nos agroindustriais), há algumas dificuldades na sua utilização. Algumas dessas dificuldades são citadas por CAIXETA FILHO (1993): conflitos relacionados à formulação dos objetivos e à determinação da maneira pela qual a empresa deve buscar a sua concretização (este fato é mais comum em grandes empresas); uso de modelos "alienígenas" (um modelo deve ser bem ajustado para uma determinada empresa ou objetivo); resistência à utilização dos modelos por parte dos gerentes e de usuários de sistemas cujas preocupações são voltadas à execução (resistência devida, principalmente, ao desconhecimento das metodologias, muitas vezes novas); certa falta de experiência dos profissionais de Pesquisa Operacional; e utilização de modelos muito sofisticados e de difícil operação, o que pode levar ao fracasso e ao descrédito.

De qualquer forma, uma das principais aplicações de Programação Linear diz respeito ao planejamento da distribuição e transporte da produção (LOGÍSTICA) de uma empresa agroindustrial. Este é o objetivo principal deste trabalho, através do estudo de caso de uma cooperativa orizícola.

O arroz (*oriza sativa* L.) é dos principais alimentos componentes da cesta básica. No Brasil, é considerado o alimento mais importante em termos de aporte calórico, perdendo apenas para a farinha de mandioca em algumas regiões do Nordeste. Em relação ao aporte protéico, situa-se na segunda posição de importância, após o feijão.

Por ser o arroz um alimento básico, há um reflexo imediato na formação de seu preço. É uma prática rotineira a intervenção do Governo Federal no mercado através de seus estoques reguladores, não permitindo assim, a alta dos preços[4]. Torna-se então premente aos autores do processo (produtores, cooperativas, beneficiadores, etc.) a necessidade de redução dos custos.

Aplicações de Programação Linear tornam-se ferramentas extremamente úteis para subsidiar a ação dos to-

→

4 - É importante ressaltar que o Governo Federal está paulatinamente encerrando as políticas agrícolas de sustentação de preços, fato esse que se traduz em uma necessidade ainda mais evidente de conhecimento dos mercados.

madores de decisão atuantes nesse mercado, sendo que, no que se refere à logística, a Programação Linear pode indicar, diante das alternativas de custos envolvidos nos processos e preços existentes no mercado, quais aqueles destinos e processos pelos quais devem passar o arroz de forma a se maximizar o lucro (ou minimizar os custos) do processo como um todo.

Materiais e Métodos

A equação de lucro, a ser maximizada, tem como variáveis as quantidades (em toneladas) que devem seguir a alguns dos destinos propostos. A informação básica para tal é o lucro unitário obtido por tonelada do arroz que seguirá àqueles destinos. Em uma representação simples, a equação de lucro a ser maximizada é representada pela expressão (1).

$$L = \sum l_i \times x_i \qquad (1)$$

onde x_i, é a qualidade de toneladas a ser movimentada através do fluxo i, e l_i, o lucro unitário (por tonelada) correspondente.

Os fluxos propostos e o seu respectivo lucro unitário, são os seguintes:

Portanto, o lucro maximizado será aquele resultante da somatória das parcelas associadas aos eventuais 9 fluxos propostos.

A equação de lucro, entretanto, está sujeita a algumas restrições. A oferta total de arroz pela cooperativa (seja limpo ou em casca), obviamente não pode exceder a produção total dos cooperados. A cooperativa deverá também cumprir suas obrigações de fornecimento com os diversos mercados. Supõe-se que a cooperativa apresente uma certa capacidade de beneficiamento, a qual deverá ser respeitada. Caso esta capacidade seja esgotada, o modelo indicará a necessidade de beneficiamento em engenhos de terceiros (fluxos 7, 8 ou 9). A cooperativa, por outro lado, poderá armazenar uma determinada quantidade de arroz que não exceda a sua estrutura física.

Para verificar a eficiência do modelo, foi realizada uma aplicação do mesmo à uma situação imaginária[5] na qual considerou-se uma cooperativa formada por 9 produtores rurais (ver Anexo). Considerou-se 5 mercados distantes (destinos) como potenciais compradores do produto. Ressalta-se que esse procedimento tem o objetivo úni-

NÚMERO FLUXO	FLUXO	LUCRO UNITÁRIO (l_i)
1	Propriedade - Mercados distantes	Preço da tonelada do arroz em casca no mercado distante, menos o custo de produção e o custo de transporte da propriedade ao ponto de entrega.
2	Propriedade - Armazenamento	Preço da tonelada do arroz em casca esperado para uma comercialização futura, menos o custo de produção e os custos de transporte da propriedade ao armazém.
3	Propriedade - Mercado local	Preço da tonelada do arroz em casca no mercado local, menos o custo de produção e os custos de transporte da propriedade ao mercado local (observa-se que no caso de venda na própria propriedade, os custos de transporte podem ser considerados nulos).
4	Propriedade - Beneficiamento Cooperativa - Mercados Distantes	Preço da tonelada de arroz limpo no mercado distante, menos o custo de produção, os custos de beneficiamento na cooperativa e os custos de transporte envolvidos.
5	Propriedade - Beneficiamento Cooperativa - Mercado Local	Preço da tonelada de arroz limpo no mercado local, menos o custo de produção, o custo de beneficiamento da cooperativa e os custos de transporte envolvidos.
6	Propriedade - Beneficiamento Cooperativa - Armazenamento	Preço esperado para a tonelada de arroz limpo no mercado local menos o custo de produção, o custo de beneficiamento da cooperativa e os custos de transporte envolvidos.
7	Propriedade - Beneficiamento Terceiros - Mercados Distantes	Idem fluxo 4, sendo porém os custos de beneficiamento associados aos engenhos de terceiros.
8	Propriedade - Beneficiamento Terceiros - Mercado Local	Idem fluxo 5, sendo porém os custos de beneficiamento associados aos engenhos de terceiros.
9	Propriedade - Beneficiamento Terceiros - Armazenamento	Idem fluxo 6, sendo porém os custos de beneficiamento associados aos engenhos de terceiros.

5 - Apesar do exemplo ser fictício, os preços e custos utilizados estão bem próximos dos reais praticados em meados de julho de 1996, na Zona Sul do Estado do Rio Grande do Sul.

co de verificar a eficiência estrutural do modelo. Apesar dos valores utilizados estarem próximos àqueles praticados, a aplicação não tem o intuito de ilustrar o comportamento conjuntural do mercado.

O software utilizado para o exemplo é o ORSYS[6], software genérico de Pesquisa Operacional. Utilizou-se o módulo LP (Programação Linear), que resolve problemas de programação linear através do método Simplex revisado.

O modelo desenvolvido neste trabalho também foi processado em uma planilha eletrônica[7], devido às vantagens que este tipo de software propicia, bem como para verificar a eficiência de tal software para o propósito deste estudo. O módulo SOLVER da planilha EXCEL foi assim utilizado, que também traz incorporado o método Simplex revisado.

BODILY (1986), citado por LEON *et alli* (1996), coloca que muitos usuários finais preferem adotar planilhas eletrônicas como um instrumento para suas tomadas de decisão. Isto se deve basicamente ao fato de tais planilhas permitirem uma interface natural para a construção de modelos matemáticos, por serem fáceis de usar em termos de entrada de dados, apresentação da solução, geração de relatórios de análises, além de propiciar ao usuário final a facilidade de criação, adição e processamento de cenários diversos.

Apesar dessas facilidades, as planilhas eletrônicas mostram-se extremamente deficientes em alguns casos. Elas apresentam uma baixa velocidade de resolução para modelos extensos, o que torna-se um empecilho para exercícios de simulação. Por outro lado, mostram-se ineficazes (não apontam a solução ótima) para problemas que envolvem estruturas matemáticas complexas, além de serem incapazes de resolver problemas que exigem uma excessiva programação (LEON *et alli*, 1996).

Discussão dos Resultados

Como se pode observar no exemplo, considerou-se como origens os 9 produtores rurais que formavam a cooperativa. O modelo geral proposto permite que sejam consideradas outras origens, como por exemplo, cada um dos entrepostos da cooperativa, bem como, municípios onde a cooperativa atua. Na aplicação realizada, optou-se por um número pequeno de produtores rurais para a simplificação do número de variáveis envolvidas no modelo. Caso se deseje utilizar um número maior de origens, deveria-se lançar mão de softwares mais especializados para programação, tal como GAMS[8]. Assim sendo, o grande número de variáveis envolvidas no modelo poderia dificultar a programação em ORSYS, e provavelmente impediria a resolução por uma planilha eletrônica.

O resultado do exemplo, associado a um lucro total (máximo) de R$ 1.943.152,67 foi o seguinte:

Produtor A: toda a sua produção será beneficiada em engenhos de terceiros e comercializada no destino I;

Produtor B: 4.141,47 toneladas devem ser beneficiadas na cooperativa e armazenamento para comercialização futura, 300 toneladas de arroz em casca devem cumprir compromisso com o mercado local.

Produtor C: 1.467,25 toneladas devem ser beneficiadas em terceiros e comercializadas no destino 4; 75 toneladas de arroz em casca devem ser comercializadas no destino 3, cumprindo compromissos com este mercado.

Produtor D: toda a sua produção deve ser beneficiada em terceiros, e armazenada para comercialização futura.

Produtor E: toda a sua produção deve ser beneficiada em terceiros, e comercializada no destino 1.

Produtor F: sua produção deve ser beneficiada em terceiros, sendo que aproximadamente 56,7% devem ser comercializados no destino 1, 24,3% devem ser armazenados para comercialização futura e 19% devem ser comercializados no mercado local.

Produtor G: toda a sua produção deve ser beneficiada em terceiros e comercializada no destino 1.

Produtor H: deve destinar 115, 90, 105 e 90 toneladas de arroz em casca para os destinos 1, 2, 4 e 5, respectivamente; comercializar 60 toneladas de arroz beneficiado na cooperativa, com destino 5; o restante deve ser beneficiado em terceiros e armazenado para comercialização futura.

Produtor I: sua produção deve ser beneficiada em terceiros; 105 e 75 toneladas de arroz limpo devem ser comercializadas nos destinos 2 e 3, respectivamente; o restante deve ser armazenado para comercialização futura.

O modelo sugere uma conduta aproximada a ser seguida pelos tomadores de decisão, uma vez que algumas ressalvas devem ser evidenciadas.

Apesar do conhecimento dos diversos padrões ("tipos", conforme porcentagem de grãos inteiros) de arroz beneficiado (tipo 1, tipo 2, etc.), o modelo considera apenas um padrão de arroz (62,5% de grãos aproveitáveis), desconsiderando, conseqüentemente, a possibilidade de existência de outros "tipos" de arroz, bem como desconsiderando o aproveitamento dos subprodutos resultantes de seu beneficiamento. Acredita-se que a pressuposição de se considerar apenas um tipo de arroz beneficiado seja bastante forte. Porém, nada impede que outras alternativas de arroz beneficiado sejam incluídas no modelo, o que inclusive, seria muito interessante (ver exemplo da indústria moageira de trigo, citada anteriormente). Por outro lado, a desconsideração do aproveitamento dos sub-produtos, parece bastante aceitável, devido à menor importância econômica reservada aos mesmos. Seria interessante, todavia, a inclusão das chamadas variáveis contábeis no modelo, para que fosse adicionado ao lucro o montante pro-

→

6 - *ORSYS - Operations Reserach System - Version 3.12, desenvolvido pela EASTERN SOFTWARE PRODUCTS, Alexandria, ESP, 1993.*

7 - *Microsoft Excel Versão 5.0a*, desenvolvido pela Microsoft Corporation.

8 - *GAMS - General Algebraic Modeling System*, desenvolvido por BROOKE, A. e MEERAUS, A., 1992.

veniente da comercialização desses subprodutos.

Em relação aos preços futuros (esperados) do arroz, faz-se necessário alguns comentários. No modelo não são considerados os custos de transporte para o arroz a ser comercializado futuramente (arroz armazenado). Sendo assim, ao computar os preços futuros para o arroz, deve-se subtrair dos mesmos os custos esperados com o seu transporte e distribuição.

A elaboração das restrições de demanda talvez seja o aspecto mais complexo do modelo. No modelo proposto, considera-se nas restrições de demanda apenas um limite mínimo a ser suprido, tal como um compromisso de fornecimento que a cooperativa assumiu com agentes de uma determinada região demandante. Caso se pensasse em lançar mão de funções específicas de demanda, isso resultaria em uma maior complexidade ao modelo, bem como seria provável que as funções de demanda violassem a linearidade do modelo, fugindo assim do objetivo geral deste trabalho.

Há uma exceção feita à demanda do mercado local. Os custos menores de transporte seriam uma indicação de que a comercialização do arroz no mercado local seria mais interessante. Diante dessa situação, o modelo apontaria como solução a comercialização da quase totalidade do produto nesse mercado. Fez-se então necessária a separação das restrições de demanda desse mercado. Assim, nesse caso, não há apenas uma restrição de demanda mínima, como também uma restrição de demanda máxima que o mercado local suportaria. Mais uma vez, o modelo tem a limitação em não considerar uma função específica de demanda. Outro aspecto que explica a importância da inclusão de uma restrição de demanda máxima é o fato de que geralmente uma cooperativa apresenta uma produção bastante elevada em relação à demanda local, fazendo com que a oferta excessiva daquela produção nesse mercado provoque uma diminuição dos preços.

A via de transporte utilizada é a rodoviária, o que é uma pressuposição bastante razoável para a realidade.

Uma outra limitação forte do modelo refere-se à não consideração da oferta de transporte na região da cooperativa, ou seja, parte-se da pressuposição de que a oferta de transporte (número de caminhões disponíveis, por exemplo) é ilimitada.

Conclusões

O modelo elaborado pode ser considerado um instrumento útil como apoio no que se refere à tomada de decisão em estratégias de logística de uma cooperativa orizícola. Contudo, deve-se ter em mente uma solução apontada fornecendo uma indicação aproximada da conduta a ser seguida. Características inerentes aos mercados impedem uma representação teórica precisa da realidade. Há muitos aperfeiçoamentos que podem ser feitos para uma melhor adequação do modelo a uma situação particular. Neste trabalho, procurou-se apenas chamar a atenção para a existência de tal instrumento.

As planilhas eletrônicas podem vir a ser utilizadas para a resolução de alguns problemas de Programação Linear. A sua utilização pode ser efetivada no momento em que fique comprovada a sua eficiência mediante a comparação dos seus resultados com aqueles fornecidos por um software especializado. Uma vez comprovada a sua eficiência, o seu uso é justificado pela facilidade em que podem ser operadas pelos tomadores de decisão, os quais muitas vezes não dominam técnicas de Pesquisa Operacional.

Bibliografia

BECKER, D. F. **A economia política do arroz: uma análise da conformação do CAI do arroz do Rio Grande do Sul**. UNICAMP. Campinas, 1992. (Tese de Doutorado).

BRUGNARO, C.; HEISE, C. E.; GIL, O. F.; PERES, F. C. Maximização da Produção de uma Usina de Açúcar. **Brasil Açucareiro**, 106(5-6), p. 2-8, 1988.

CAIXETA FILHO, J. V. A utilização de modelagem pelas empresas florestais. **Silvicultura**, nº 52, Novembro-Dezembro 1993, p. 18-20.

FONSECA, H. et alli. **Arroz: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial**. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, s. d., v. 1.

GUISE, J. W. B.; RYLAND, G. J. Production scheduling and allocation: a normative decision model for sugar milling. **Australian Journal of Agricultural Economics**, 13, p. 8-24, June 1969.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. São Paulo, Campus/EDUSP, 1988. (trad.)

KOO, W. W.; GOLZ, J. T.; YANG, S. R. Competitiveness of the World Durum Wheat and Durum Milling Industries under Alternative Trade Policies. **Agribusiness**, Vol. 9, nº 1, 1-14 (1993).

LEON, L.; PRZASNYSKI, Z.; SEAL, K. C. Spreadsheets and OR/MS Models: An End-User Perspective. **Interfaces**, vol. 26, nº 2, Mar.-Apr. 1996, p. 92-104.

MARKLAND, R. E.; NEWETT, R. J. Production-Distribution Planning in a Large Scale Commodity Processing Network. **Decison Sciences**, 7(4), p. 579-94, 1976.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Custos de Produção Agrícola.** Brasília, Agosto 1996 v. 1. (Coleção Documentos de Política Agrícola, 4).

PERES, F. C.; MARQUES, P. V. **Manual de cálculo de rações de custo mínimo com uso de microcomputadores**. Versão preliminar – Piracicaba; FEALQ, 1988.

TAUBE-NETTO, M. Integrated Planning for Poultry Production at Sadia. **Interfaces**, vol. 26, nº 1, Jan.-Feb. 1996, p. 38-53.

WILSON, W. W.; PRESZLER, T. Quality and Price Competition in International Wheat Trade: a case study of the Unnited Kingdom Wheat Import Market. **Agribusiness**, vol. 9, nº 4, 377-389 (1993).

Anexo: Dados referentes ao exemplo fictício no qual foi aplicado o modelo (cooperativa formada por 9 produtores rurais)

Tabela 1. Distâncias das propriedades aos destinos

Produtor		Distâncias (km)			
	Cooperativa	Destino 2	Destino 3	Destino 4	Destino 5
A	15	256	300	426	724
B	1	271	315	441	739
C	60	211	255	383	680
D	19	252	297	422	720
E	38	310	354	480	778
F	88	359	403	529	827
G	100	372	414	540	839
H	47	224	268	394	692
I	32	239	283	409	707

Tabela 2. Estrutura de produção dos orizicultores.

Produtor	Área (ha)	Produtividade (t/ha)	Produção (t)	Custo (R$/t)
A	1500	5,03	7557	197
B	860	5,16	4441,5	186
C	310	4,96	1542,3	188
D	608	5,10	3100,8	190
E	1020	5,15	5253	201
F	407	4,90	2018,7	188
G	732	4,61	3374,5	210
H	502	5,02	2520	189
I	908	4,99	4530,9	200

Tabela 3. Demandas a serem atendidas e seus respectivos preços

	Arroz demandado (t)				Preço tonelada (R$)	
	Casca		Limpo		Casca	Limpo
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo		
Destino 1	115	–	120	–	222	436
Destino 2	90	–	105	–	213	432
Destino 3	75	–	75	–	219	434
Destino 4	105	–	60	–	222	438
Destino 5	90	–	60	–	226	436
Mercado Local	300	600	120	240	218	434

Tabela 4. Custos e outros preços relevantes

Custo beneficiamento cooperativa (R$/t):	18,00
Custo beneficiamento terceiros (R$/t):	19,70
Custo armazenagem (R$/t):	1,94
Capacidade beneficiamento cooperativa (t):	11.400
Capacidade armazenamento cooperativa (t):	8.750
Custo transporte propriedade-cooperativa (R$/t/km):	0,15
Custo transporte propriedade-destinos (R$/t/km):	0,10
Custo transporte cooperativa-destinos (R$/t/km):	0,10
Preço futuro esperado para arroz em casca (R$/t):	230
Preço futuro esperado para arroz limpo (R$/t):	460