

DETERMINAÇÃO DE "PORTFOLIOS" DE VENDA PARA SOJA,  
FACE AO RISCO DE MERCADO

Heverton Peixoto  
SUPLAN/MA

1 - INTRODUÇÃO

Uma das hipóteses básicas da formulação tradicional marginalista de origem MARSHALLIANA, chamada Teoria Neoclássica da Empresa, é de que os empresários têm como único objetivo a maximização dos lucros, partindo do pressuposto de conhecimento perfeito dos resultados de eventos futuros.

Entretanto, nos últimos 20 anos, os economistas, cientes do efeito debilitante do elemento incerteza no edifício neoclássico, procuraram formular modelos que considerassem não, somente o lucro, mas também o risco <sup>(1)</sup> das decisões, supondo que a presença de variáveis aleatórias pode determinar mudanças significativas no comportamento dos empresários.

Dado que, no decorrer da produção agrícola, a presença de fatores não controláveis - aleatórios - faz com que não se conheça o produto exato que resultará de uma determinada combinação de recursos e que o mercado de produtos agrícolas se aproxima muito das condições de concorrência perfeita, os modelos de risco assumem um papel importante como instrumentos de análise econômica <sup>(2)</sup>. Em um recente artigo, WOLGIN (8) concluiu que os tradicionais modelos neoclássicos de eficiência na alocação de recursos para os agricultores no Kenya são erroneamente especificados, se não consideram que as decisões são tomadas em condições de risco.

No presente trabalho, propõe-se dar alguma contribuição à melhor compreensão do comportamento dos agricultores, através, de uma racional diversificação - não colocar todos os ovos no mesmo cesto - com o objetivo de minimização do risco das decisões agrícolas. O modelo de MARKOWITZ (5), considerando suas adaptações com vistas à aplicação em decisões na agricultura

---

<sup>(1)</sup> Neste trabalho, risco e incerteza são sinônimos. Alguns autores adotam o critério de diferenciação baseado no grau de conhecimento da probabilidade de que certo evento se realize.

<sup>(2)</sup> SCHULTZ (6), em 1939, afirmava: "desde que a empresa é, por definição, dinâmica em sua natureza, existe a necessidade da pesquisa considerar a teoria de risco e incerteza para fornecer orientações mais realísticas aos agricultores".

ra <sup>(3)</sup>, é utilizado para determinar "portfolios" eficientes na venda da soja no Rio Grande do Sul.

Um "portfolio" com vistas à análise econômica em agricultura poderia ser, por exemplo, a decisão de explorar 15% da área com arroz, 40% com soja e 45% com pastagem cultivada. É eficiente se, e somente se, não é possível identificar um outro com:

- a) mais alta expectativa de retorno e igual variabilidade;
- b) igual expectativa de retorno e menor variabilidade;
- c) mais alta expectativa de retorno e menor variabilidade.

A variância é introduzida no modelo como medida de variabilidade dos retornos <sup>(4)</sup>.

## 2 - MODELO

Os modelos de risco dentro da teoria de "portfolios" geralmente envolvem como critério básico o conceito de utilidade esperado, proposto inicialmente por DANIEL BERNOULLI, partindo da hipótese de que, em presença de risco, o valor esperado de utilidades de resultados potenciais é o indicador na escolha de decisões.

Por exemplo, supondo que um indivíduo deva escolher entre duas alternativas: a primeira tem resultados  $E_1$  e  $E_2$  de igual probabilidade; a segunda alternativa corresponde ao retorno certo  $\bar{E} = 1/2 E_1 + 1/2 E_2$ . Em adição, o indivíduo apresenta uma função de utilidade com aumentos marginais decrescentes <sup>(5)</sup>, conforme a figura 1. Com base no princípio de BERNOULLI [in 2], a utilidade da primeira alternativa é:

$$U(E_1, E_2) = 1/2 U(E_1) + 1/2 U(E_2)$$

Sendo a utilidade da segunda alternativa maior que a utilidade da primeira alternativa, ou seja:

$$U(\bar{E}) > U(E_1, E_2)$$

o indivíduo optará pela primeira alternativa, não obstante as duas alternati

<sup>(3)</sup> A obra de MARKOWITZ tem como objetivo a aplicação do modelo em investimentos no mercado de capitais, porém, nos últimos anos, este modelo tem sido, frequentemente, adaptado a estudos sobre decisões agrícolas.

<sup>(4)</sup> O elemento retorno é susceptível de várias interpretações econômicas. Neste trabalho, é definido em função do preço conhecido da soja durante a colheita.

<sup>(5)</sup> Conforme ACOCELLA (1), parece não ocorrerem dúvidas dentro do campo empírico e racional, que a função de utilidade da renda tenha um andamento côncavo. Permanece o problema da especificação desta função, considerando as várias funções que satisfazem a condição de concavidade.

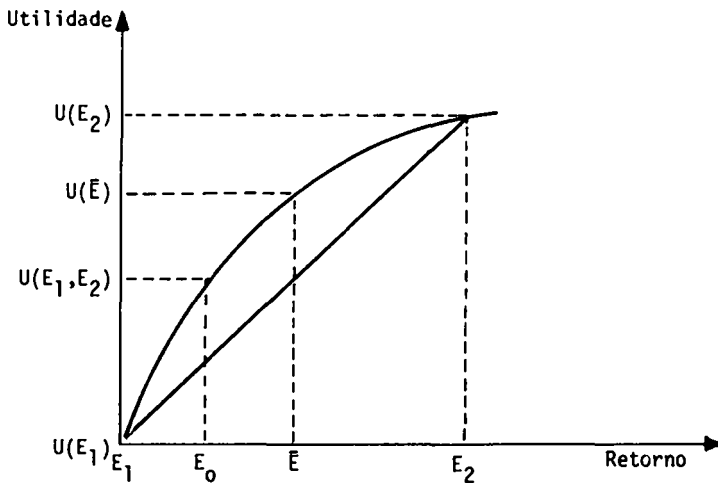


FIGURA 1. - Função de Utilidade.

vas serem idênticas, em termos de retorno. Aversão ao risco do indivíduo, em termos de retorno, é  $\bar{E} - E_0$ , onde  $E_0$  é o resultado certo que corresponde a  $U(E_1, E_2)$ , ou seja, o indivíduo estaria disposto a deixar de ganhar a diferença  $\bar{E} - E_0$ , para não optar pela primeira alternativa. Em consequência da situação acima,

$$E[U(E)] < U[E(E)]$$

onde:

$U(E)$  = utilidade do indicador de lucro (retorno);

$E(E)$  = expectância de retorno;

$E[U(E)]$  = expectância da utilidade de retorno;

$U[E(E)]$  = utilidade da expectância de retorno.

Partindo da hipótese de que o indivíduo tenha uma função de utilidade quadrática [3], esta pode ser especificada conforme abaixo:

$$U(E) = bE - cE^2 \quad (1)$$

onde

$E$  = variável aleatória retorno;

$b$  e  $c$  = constantes e maiores do que zero.

$$E[U(E)] = bE(E) - cE(E)^2 \quad (2)$$

considerando que

$$V = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [E_i - E(E)]^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [E_i^2 - 2E_i E(E) + E(E)^2]$$

$$V = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i^2 - 2E(E) \sum_{i=1}^n \frac{E_i}{n} + \frac{1}{n} [nE(E)^2]$$

$$V = E(E^2) - 2E(E)^2 + E(E)^2$$

$$E(E^2) = V + [E(E)]^2 \quad (3)$$

substituindo (3) em (2), tem-se:

$$E[U(E)] = bE(E) - cV - c[E(E)]^2$$

Observa-se, pelo desenvolvimento acima, que a expectância da utilidade de retorno depende somente da expectância de retorno e da variância de retorno, se a função de utilidade é quadrática.

A hipótese de que a função de utilidade do agricultor seja quadrática, no caso do modelo de programação quadrática, apresenta limitações, devido ao fato de que a utilidade, a partir do ponto máximo da curva de utilidade ( $\frac{dU}{dE} = 0$ ), torna-se menor quando ocorrem aumentos de lucro. Um modo de evitar esta hipótese, conforme TOBIN (7), é quando as distribuições de probabilidade da variável retorno, nos vários "portfolios" em análise, são caracterizadas por dois parâmetros que definem uma distribuição. O caso mais comum é quando a variável aleatória apresenta normalidade na distribuição de probabilidades, porque, assim sendo, pode-se assumir que a utilidade de uma decisão é uma função do lucro e da variância, considerando que a teoria estatística assegura que uma distribuição normal é suficientemente caracterizada pela  $E(E)$  e  $V(E)$ , não existindo duas diferentes distribuições normais de probabilidade que apresentem a mesma expectância de retorno e variância.

No presente trabalho, assume-se que o agricultor tenha uma função de utilidade quadrática, devido à impossibilidade de assumir normalidade - número restrito de observações da variável aleatória - na distribuição dos retornos.

## 2.1 - Decisões

A produção brasileira de soja vem apresentando acentuada dependência do mercado mundial. Conseqüentemente, as flutuações de preços verificadas no mercado mundial influenciam diretamente os preços recebidos pelos a

gricutores. Somada a isto, a política de abastecimento nacional, bem como as suspensões temporárias de exportações de soja e tabelamentos de preços de produtos, que têm a soja como matéria-prima básica, faz com que os preços recebidos pelos agricultores fiquem sujeitos a grandes variações, mesmo alguns meses após a colheita (quadro 1).

Nestas condições, as decisões que envolvem armazenagem da soja para venda futura são caracterizadas por significativos riscos de mercado.

Pelo presente modelo, o agricultor tem 16 épocas alternativas para venda de soja, cada alternativa correspondendo a um período de 15 dias, distribuídas entre 1.º de abril a 30 de novembro.

A alternativa que corresponde à venda da soja durante a colheita, fixada entre 1.º e 15 de abril, foi considerada base, no sentido de que o agricultor pode vender sua soja por um preço conhecido. As demais alternativas (empreendimentos) referem-se à venda do produto nas quinzenas entre 15 de abril e 30 de novembro, recebendo o agricultor uma compensação, em forma de retorno - positivo ou negativo - sobre o preço vigente durante a colheita. A cada um desses 15 empreendimentos, o agricultor enfrenta um risco, medido pela variância, por não ter vendido a soja pelo preço conhecido. Portanto, os empreendimentos são:

- $X_1$  - 1.º (base) - vender a soja durante a colheita
- $X_2$  - 2.º - vender a soja no período de 15 a 30 de abril
- $X_3$  - 3.º - vender a soja no período de 1.º a 15 de maio
- $X_4$  - 4.º - vender a soja no período de 15 a 31 de maio
- $X_5$  - 5.º - vender a soja no período de 1.º a 15 de junho
- $X_6$  - 6.º - vender a soja no período de 15 a 30 de junho
- $X_7$  - 7.º - vender a soja no período de 1.º a 15 de julho
- $X_8$  - 8.º - vender a soja no período de 15 a 31 de julho
- $X_9$  - 9.º - vender a soja no período de 1.º a 15 de agosto
- $X_{10}$  - 10.º - vender a soja no período de 15 a 31 de agosto
- $X_{11}$  - 11.º - vender a soja no período de 1.º a 15 de setembro
- $X_{12}$  - 12.º - vender a soja no período de 15 a 30 de setembro
- $X_{13}$  - 13.º - vender a soja no período de 1.º a 15 de outubro
- $X_{14}$  - 14.º - vender a soja no período de 15 a 31 de outubro
- $X_{15}$  - 15.º - vender a soja no período de 1.º a 15 de novembro
- $X_{16}$  - 16.º - vender a soja no período de 15 a 30 de novembro

## 2.2 - Estimativa dos Coeficientes

Os coeficientes utilizados nesta análise - retornos, matriz de variância-covariância - foram estimados a partir de uma série histórica de preços de soja recebidos pelos agricultores, de 1966 a 1973, para as diversas quinzenas consideradas. Desta maneira, assume-se que a determinação dos pe-

QUADRO 1. - Preços Nominais Recebidos pelos Agricultores na Zona de Produção Serra/Missões, por 6.000 kg<sup>(1)</sup> de Soja a Granel, Tipo Exportação, Rio Grande do Sul, 1966-73

Quinzena		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
Abr.	1. <sup>a</sup>	920,00	900,00	1.200,00	1.450,000	1.600,000	2.500,000	3.000,000	5.200,00
	2. <sup>a</sup>	920,00	900,00	1.200,00	1.450,000	1.550,000	2.600,000	3.150,000	5.600,00
Mai.	1. <sup>a</sup>	880,00	900,00	1.230,00	1.500,000	1.700,000	2.400,000	3.200,000	6.400,00
	2. <sup>a</sup>	880,00	960,00	1.230,00	1.550,000	1.730,000	2.500,000	3.200,000	8.400,00
Jun.	1. <sup>a</sup>	920,00	1.000,00	1.280,00	1.450,000	1.770,000	2.600,000	3.150,000	9.200,00
	2. <sup>a</sup>	920,00	1.000,00	1.280,00	1.450,000	1.850,000	3.100,000	3.250,000	9.300,00
Jul.	1. <sup>a</sup>	1.000,00	1.150,00	1.400,00	1.500,000	2.100,000	3.150,000	3.300,000	11.000,00
	2. <sup>a</sup>	1.000,00	1.050,00	1.430,00	1.800,000	2.200,000	3.500,000	3.400,000	9.300,00
Ago.	1. <sup>a</sup>	1.050,00	1.050,00	1.450,00	1.600,000	2.250,000	3.200,000	3.500,000	8.500,00
	2. <sup>a</sup>	1.050,00	1.030,00	1.450,00	1.600,000	2.300,000	3.250,000	3.500,000	7.000,00
Set.	1. <sup>a</sup>	1.050,00	1.030,00	1.400,00	1.750,000	2.400,000	3.000,000	3.600,000	6.500,00
	2. <sup>a</sup>	1.050,00	1.030,00	1.450,00	1.750,000	2.400,000	3.000,000	3.700,000	6.500,00
Out.	1. <sup>a</sup>	1.020,00	1.100,00	1.450,00	2.000,000	2.700,000	3.000,000	3.750,000	6.500,00
	2. <sup>a</sup>	1.020,00	1.100,00	1.450,00	2.000,000	2.700,000	3.000,000	3.750,000	6.500,00
Nov.	1. <sup>a</sup>	1.050,00	1.150,00	1.700,00	1.900,000	2.700,000	2.150,000	3.500,000	6.300,00
	2. <sup>a</sup>	1.050,00	1.150,00	1.700,00	1.900,000	2.700,000	2.150,000	3.500,000	6.300,00
Média		986,25	1.031,25	1.393,75	1.665,625	2.165,625	2.818,750	3.403,125	7.406,25

(<sup>1</sup>) Unidade de medida 6.000 kg foi utilizada tendo em vista a simplificação dos cálculos.

Fonte: Exportadora Pampa - Porto Alegre, RS.

rīodos de venda do produto pode ser identificada a partir de preços histōricos.

No cāculo da distribuiçāo de retornos, foram descontados os seguintes itens dos preços verificados (quadro 1), com exceçāo da primeira quinzena de abril, nas diversas quinzenas: fator de correçāo monetāria ā base dos preços da primeira quinzena de cada ano; despesas de armazenagem para soja, de 15 de abril atē a quinzena considerada; e juros calculados em relaçāo ao preço da primeira quinzena, por idēnticos perīodos ao da armazenagem. Todos os coeficientes foram calculados para 6 toneladas de soja, segundo a fōrmula abaixo:

$$E_{i,t} = \left( \frac{P_{i,t} - A_{i,t} - J_{i,t} - M_{i,t}}{P_{i,t}} \right) \cdot 100$$

onde:

$i = 1,2,3,4 \dots 16$  (empreendimento);

$t = 1966,1967 \dots 1973$  (ano);

$P_{i,t}$  = preço da soja na  $i$  quinzena do ano  $t$ ;

$A_{i,t}$  = despesas de armazenagem por um perīodo entre 15 de abril e  $i$  quinzena de um ano  $t$ ;

$J_{i,t}$  = despesas de juros por um perīodo entre 15 de abril a  $i$  quinzena de um mesmo ano. Calculado em relaçāo ao preço da primeira quinzena de abril ( $i=1$ ) do ano  $t$ ;

$M_{i,t}$  = fator de correçāo monetāria do preço na quinzena  $i$  para o nīvel de preços da primeira quinzena de abril ( $i=1$ ) em um mesmo ano  $t$ ;

100 = coeficiente utilizado para facilitar os cāculos computacionais.

A partir das distribuiçōes de retornos, obtiveram-se os coeficientes da funçāo objetivo do modelo: expectāncias de retornos e a matriz de variāncia-covariāncia  $\bar{V}$ , conforme quadro 2.

Um empreendimento com expectāncia de retorno igual a 118,40102 (7.<sup>o</sup> empreendimento) significa, no modelo, que o agricultor pode receber um acrēscimo de 18,40102% sobre o preço verificado na primeira quinzena de abril de cada ano, se decidir vender sua soja na segunda quinzena de junho e enfrentar o risco associado a esta decisāo caracterizado pela variāncia de retorno  $V(E) = 524.64433$ .

### 2.3 - Programaçāo Quadrática

A programaçāo quadrática ē um modelo de programaçāo com funçāo objetiva estocástica, sendo o mais difundido dentro da programaçāo nāo linear. Permite identificar "portfolios" em que, para uma determinada expectāncia de retorno, a variāncia ē minimizada, ou seja, o risco que o agricultor enfrenta ē o menor possīvel, segundo as hipōteses discutidas anteriormente quanto ā funçāo de utilidade (item 2). Como conseqūēncia da hipōtese de utilidade

quadrática, assume-se que o empresário toma uma decisão de acordo com dois parâmetros: a expectativa de retorno  $E(E)$  e a variância de retorno  $V(E)$ .

De acordo com o programa para o IBM 1130 (4), a função objetivo, em termos deste trabalho, é a diferença entre a expectativa de retorno e a variância dos empreendimentos, ou seja, matricialmente:

$$X_0 = C' X - 1/2 X' Q X$$

(1xN) (Nx1) (1xN) (NxN) (Nx1)

sujeito a

$$X \geq 0$$

$$A X = B,$$

(MxN) (Nx1) (Mx1)

onde:

$X_0$  ... valor da função objetivo;

$X$  ... é o vetor da participação dos empreendimentos no "portfólio" - variável de decisão - ver descrição dos  $X_i$  na p. 109;

$C$  ... é o vetor dos retornos dos empreendimentos considerados (quadro 2, coluna das expectativas de retorno  $C_i$ );

$Q$  ... duas vezes a matriz de variância-covariância  $\overline{V}$  (quadro 2);

$A$  ... matriz de restrições do modelo;

$B$  ... vetor dos valores a que a matriz de restrições está sujeita;

$N$  ... número de empreendimentos (16);

$M$  ... número de restrições da matriz  $A$   
(Problema I:  $m=1$ ; Problema II:  $m=2$ ).

De acordo com a função objetiva do modelo de programação quadrática, fixando-se  $C' X$  através da matriz de restrições, o problema transforma-se em minimização da variância -  $1/2 X' Q X$  - que é a medida de risco adotada no modelo.

No presente trabalho, consideram-se duas situações. Na primeira (problema I), o agricultor não tem problemas financeiros a curto prazo e, por conseguinte, pode vender sua soja em qualquer quinzena. Na segunda situação (problema II), o agricultor deve vender, pelo menos, 70% de sua produção de soja, até 30 de junho, a fim de saldar compromissos financeiros. Este vínculo está de acordo com a estrutura de exploração agrícola (SERRA-MISSÕES), por quanto, após a colheita da soja, os agricultores (frequentemente minifundiários) devem enfrentar despesas com o cultivo de trigo.

O modelo de programação quadrática é justificável no presente trabalho, considerando que somente a função objetiva é aleatória <sup>(6)</sup>. Tal não o

<sup>(6)</sup> Nas restrições impostas ao modelo, os coeficientes relativos à restrição de retorno esperado, na verdade não são determinísticos, porém, sua condição aleatória já é considerada na função objetiva.



QUADRO 2. - Matriz de Variância - Covariância (T), Simétrica

Empreendimento	Abril		Maio		Junho		Julho		AGOSTO		Setembro		Outubro		Novembro		Expectân- cia de ex- torno-C <sub>i</sub>	N.º do Em- preendi- mento	
	1.º quinz.	2.º quinz.	1.º quinz.	2.º quinz.	1.º quinz.	2.º quinz.	1.º quinz.	2.º quinz.	1.º quinz.	2.º quinz.	1.º quinz.	2.º quinz.	1.º quinz.	2.º quinz.	1.º quinz.	2.º quinz.			
Abril	1.º quinz. - 1.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,00000	1.º	
	2.º quinz. - 2.º	-	14,21426	21,40956	54,24398	64,56426	72,15383	82,62940	55,38312	38,59470	13,31229	0,44457	0,99471	12,07242	10,95128	35,32656	35,18641	99,59956	2.º
Maio	1.º quinz. - 3.º	-	-	85,36811	180,62150	210,38222	197,88808	264,24220	174,32723	142,96524	67,15155	56,99712	57,70283	65,83512	65,44440	71,35326	71,23569	100,65331	3.º
	2.º quinz. - 4.º	-	-	-	43,35764	530,62426	512,03156	687,62407	435,17129	339,35404	135,18310	86,18640	82,37311	74,95212	75,14712	68,67426	68,52197	106,14786	4.º
Junho	1.º quinz. - 5.º	-	-	-	-	654,53238	638,05609	863,84831	529,11984	424,87130	178,14151	93,29868	88,81583	58,75855	59,50826	62,48055	62,78612	108,04602	5.º
	2.º quinz. - 6.º	-	-	-	-	-	663,06841	867,62402	563,92554	443,76558	209,54507	226,14536	98,26597	60,62183	62,92512	10,06042	9,02685	110,28331	6.º
Julho	1.º quinz. - 7.º	-	-	-	-	-	-	1173,15479	727,56835	588,77696	270,47849	140,9471	130,36281	90,23854	63,86569	64,85783	119,69277	7.º	
	2.º quinz. - 8.º	-	-	-	-	-	-	-	524,64499	398,15845	211,54707	134,60853	124,43567	126,85139	127,1171	33,25213	34,05113	119,40102	8.º
Agosto	1.º quinz. - 9.º	-	-	-	-	-	-	-	337,81200	193,41137	131,48996	126,33924	121,99996	122,61353	88,28897	89,52854	113,5400	9.º	
	2.º quinz. - 10.º	-	-	-	-	-	-	-	-	147,41335	117,62996	114,05739	128,9891	129,1471	88,64297	88,87911	109,11342	10.º	
Setemb.	1.º quinz. - 11.º	-	-	-	-	-	-	-	-	-	130,32368	125,34553	175,70137	174,38009	153,99695	154,64909	107,30291	11.º	
	2.º quinz. - 12.º	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	123,22389	168,09094	166,8888	154,88481	155,29338	106,70998	12.º	
Outubro	1.º quinz. - 13.º	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	267,29169	264,10777	252,76049	252,70606	110,03820	13.º	
	2.º quinz. - 14.º	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	261,07712	247,40092	247,38764	108,54110	14.º	
Novemb.	1.º quinz. - 15.º	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	422,01252	420,57815	104,31934	15.º	
	2.º quinz. - 16.º	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	412,78881	103,21794	16.º	

corre quando se pretende planejar as fases produtivas de um sistema agrícola onde os coeficientes de produção e as disponibilidades de recursos também são aleatórias.

## 2.4 - Soluções

Os resultados desta análise nada mais são do que conseqüências lógicas de informações referentes aos empreendimentos e, por conseguinte, devem ser considerados como soluções relativas ao modelo.

Os "portfolios" do quadro 3 indicam, por meio da parte paramétrica do programa utilizado, quando entra ou sai uma variável  $X_i$  da solução ("portfolios" eficientes das curvas E-V).

Nos problemas I e II, os "portfolios" eficientes, até a expectativa de retorno 104,40182, são idênticos (quadro 2).

Por meio de equações, as respostas obtidas pelo uso do programa permitem identificar qualquer "portfolio" das curvas E-V. Por exemplo, os "portfolios" situados no intervalo entre as expectativas de retorno  $E(E) = 100 \rightarrow 114,67274$  do problema I podem ser identificados, substituindo as seguintes equações:

$$X_I = I + \lambda (-0,06815)$$

$$X_8 = 0 + \lambda (0,03776)$$

$$X_{13} = 0 + \lambda (0,03038)$$

sendo o Coeficiente de Lagrange ( $\lambda$ ) o aumento da expectativa de retorno (nesse intervalo a partir de  $E = 100$  até  $E = 114,67274$ ), desejado pelo agricultor para seu "portfolio".

Tendo escolhido uma expectativa de retorno de 9% a mais, sobre o preço vigente durante a colheita, o  $\lambda$  será igual a  $9(109 - 100) = 9$ . Neste caso, o agricultor deve vender:

38,66% da sua soja na primeira quinzena de abril -  $X_I = 0,3866$

33,98% na segunda quinzena de julho -  $X_8 = 0,3398$

27,34% na primeira quinzena de outubro -  $X_{13} = 0,2734$

A variância deste "portfolio", de acordo com o quadro 2, é determinada pela equação:

$$V = 524,64499 X_8^2 + 267,29169 X_{13}^2 + 2(126,85139) X_8 X_{13}$$

O mesmo raciocínio segue para a identificação dos outros "portfolios" eficientes das curvas E-V:

## Problema I

- E(E) de 114,67274 a 118,40102 as equações são:

$$X_8 = 0,55418 + \lambda(0,11957)$$

$$X_{13} = 0,44581 + \lambda(-0,11957)$$

- E(E) de 118,40102 a 119,11342

$$X_8 = I + \lambda(-1,40371)$$

$$X_7 = 0 + \lambda(1,40371)$$

## Problema II

- E(E) de 104,40182 a 105,520306

$$X_1 = 0,7 \text{ (constante)}$$

$$X_8 = 0,16625 + \lambda(0,11957)$$

$$X_{13} = 0,13374 + \lambda(-0,11957)$$

- E(E) de 105,520306 a 112,71862

$$X_{11} = 0,7 + \lambda(-0,09724)$$

$$X_6 = 0 + \lambda(0,09724)$$

$$X_8 = 0,3000 \text{ (constante)}$$

- E(E) de 112,71862 a 113,106148

$$X_6 = 0,700 \text{ (constante)}$$

$$X_7 = 0 + \lambda(-0,77413)$$

$$X_8 = 0 + \lambda(0,77413)$$

De acordo com os critérios da análise de MARKOWITZ (5), obtiveram-se os "portfolios" correspondentes às duas curvas E-V, que são formados por empreendimentos dominados <sup>(7)</sup> (6) e não dominados (1,7,8,13) (figura 2 e quadro 3).

Na composição dos "portfolios" eficientes, predomina a presença dos empreendimentos que se referem à venda de soja, durante a colheita, por

---

<sup>(7)</sup> Um empreendimento é considerado dominado quando tem outro empreendimento com maior retorno esperado e igual ou menor variância, ou também por outro que apresenta menor variância e igual ou maior retorno esperado. Ver figura 2, onde os empreendimentos dominados são 2,4,5,6,14,15,16.

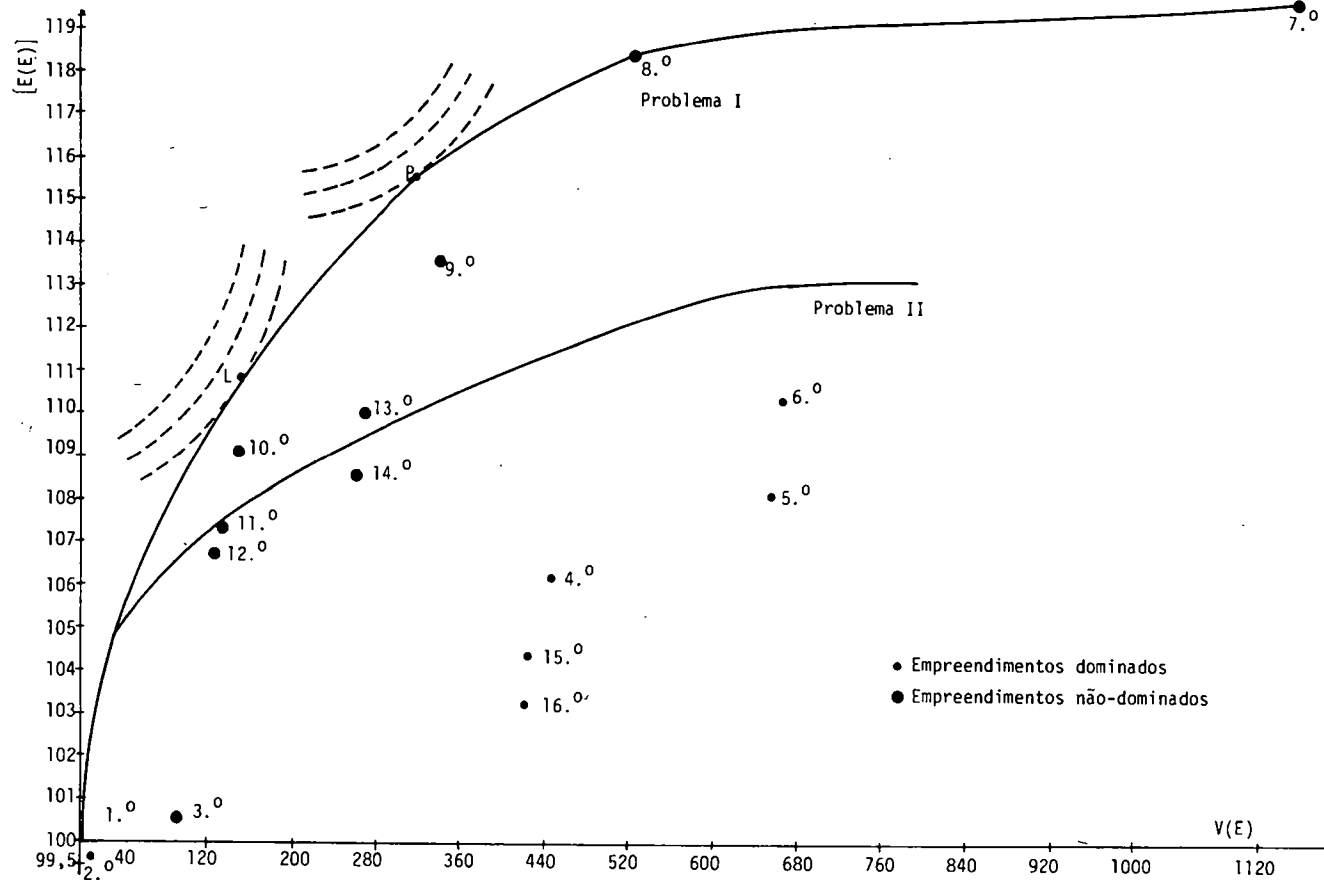


FIGURA 2. - Curva Eficiente E-V.

QUADRO 3. - Soluções

		Problema I				Problema II				
"Portfolio"		1. <sup>o</sup>	2. <sup>o</sup>	3. <sup>o</sup>	4. <sup>o</sup>	1. <sup>o</sup>	2. <sup>o</sup>	3. <sup>o</sup>	4. <sup>o</sup>	5. <sup>o</sup>
Retorno esperado		100,00	114,67274	118,40102	119,11342	100,000	104,40182	105,520306	112,71862	113,106148
Variância - V		0,00	276,93465	524,64499	1173,15479	0,0000	24,92412	47,218058	608,97027	794,889532
Desvio-padrão		0,00	16,6413536	22,9051302	34,2513357	0,0000	4,9924062	6,8715395	24,677323	28,1937858
E m p r e e n d i m e n t o	1. <sup>a</sup> Q. Abr.- 1. <sup>o</sup>	1,00	-	-	-	1,000	0,700	0,700	-	-
	2. <sup>a</sup> Q. Abr.- 2. <sup>o</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1. <sup>a</sup> Q. Mai.- 3. <sup>o</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2. <sup>a</sup> Q. Mai.- 4. <sup>o</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1. <sup>a</sup> Q. Jun.- 5. <sup>o</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2. <sup>a</sup> Q. Jun.- 6. <sup>o</sup>	-	-	-	-	-	-	-	0,7000	0,7000
	1. <sup>a</sup> Q. Jul.- 7. <sup>o</sup>	-	-	-	1,0000	-	-	-	-	0,3000
	2. <sup>a</sup> Q. Jul.- 8. <sup>o</sup>	-	0,55418	1,0000	-	-	0,16625	0,3000	0,3000	-
	1. <sup>a</sup> Q. Ago.- 9. <sup>o</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2. <sup>a</sup> Q. Ago.-10. <sup>o</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1. <sup>a</sup> Q. Set.-11. <sup>o</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2. <sup>a</sup> Q. Set.-12. <sup>o</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1. <sup>a</sup> Q. Out.-13. <sup>o</sup>	-	0,44581	-	-	-	0,13374	-	-	-
	2. <sup>a</sup> Q. Out.-14. <sup>o</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1. <sup>a</sup> Q. Nov.-15. <sup>o</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2. <sup>a</sup> Q. Nov.-16. <sup>o</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-

um preço conhecido, primeira quinzena de abril e, durante a segunda quinzena de julho, 8.<sup>o</sup> empreendimento. Fatores que contribuem para explicar tais participações, proporcionalmente maiores, são que o 1.<sup>o</sup> empreendimento, no modelo, tem risco nulo e a época de venda do 8.<sup>o</sup> empreendimento está entre o período de entressafra americana (junho a agosto). A presença do 13.<sup>o</sup> empreendimento nos "portfolios" eficientes justifica-se pela grandeza da covariância entre este empreendimento e o 8.<sup>o</sup> empreendimento, segunda quinzena de julho.

### 3 - CONCLUSÕES

O agricultor, a partir da escolha da curva, pode optar por um "portfolio" que, mais do que qualquer outro, satisfaça suas preferências, quanto ao retorno esperado sobre o preço da soja durante a colheita e, consequentemente, quanto ao preço de venda, e também quanto ao risco que se propõe a enfrentar.

Na curva E-V do Problema I (figura 2) estão representados, hipoteticamente, dois diversos comportamentos de agricultores em situações de risco. As inclinações dos dois conjuntos de curvas de indiferenças indicam duas intensidades de aversão ao risco. O agricultor que seleciona um "portfolio" L tem mais aversão ao risco que um outro que opta pelo "portfolio" P. O agricultor que não tem aversão ao risco, ou seja, é indiferente ao risco, seleciona o "portfolio" com maior retorno esperado, que, no Problema I, coincide com o 7.<sup>o</sup> empreendimento.

As duas curvas E-V indicam que a preferência por uma determinada decisão sujeita a risco é estreitamente correlacionada com a situação patrimonial de quem opera a escolha. Um programa de crédito agrícola, orientado para a comercialização da soja, após a colheita, tem efeitos significativos na redução da diferença entre as duas curvas E-V identificadas, que, por sua vez, procuram refletir situações financeiras distintas. A venda de produtos primários, em épocas mais favoráveis quanto a preços, decorrentes de uma política agrícola para comercialização, provocaria uma maior renda no setor de produção agrícola, devendo a possibilidade dos agricultores assumirem maiores riscos em suas decisões.

Este trabalho é susceptível de várias limitações, como o uso da variância na indicação de níveis de risco, hipóteses do modelo, estrutura dos dados. Não obstante, é uma metodologia mais aperfeiçoada que a simples análise envolvendo otimização de expectativas, conforme os postulados básicos da teoria neoclássica.

### LITERATURA

1. ACOCELLA, N. "Decisioni economiche in condizioni di incertezza". Milano, Giuffrè, 1970, 154 p.

2. BENEDICTIS, Michele de. "Recenti sviluppi della teoria dell'impresa". "Rivista di Economia Agraria", Roma, (3-4):7-62, 1973.
3. BAUMOL, Willian J. "Portfolio Theory: the selection of asset combinations". New York, McCaleb-seiler, 1970. 32 p.
4. DOLES, James N. & ABRAM, Reinhart & BORKON, Elaine. "The 1130 quadratic programming system IBM". Giannini Fondation of Agricultural Economics, Univ. California, 1972, 118 p.
5. MARKOWITZ, Harry M. "Portfolio selection: efficient diversification of investments". New York, J. Wiley, 1969, 344 p.
6. SCHULTZ, T.W. "Theory of the firm and management research". "Journal Farm Economics" (21) Aug. 1939.
7. TOBIN, James. "Liquidity preference as behavior towards risk". "Review of Economic Studies". XXV:74-7, feb. 1958.
8. WOLGIN, Jerome M. "Resource allocation and risk: a case study of small-holder agriculture in Kenya". "American Journal of Agricultural Economics". 57(4):622-30, Nov. 1975.