PROGRAMAÇÃO DE VENDAS DE SOJA EM FACE DO RISCO DE MERCADO *

Heverton Peixoto**

*O autor agradece ao Centro di Specializzazione e Ricerche Econômico-Agrarie per il Mezzogiorno, Universita di Napoli, Itália, pela oportunidade de processamento dos dados deste trabalho e aos Profs. Geraldo Barros, Yoni Sampaio, Edgar Lanzer e Egon Bishoff pelas críticas à versão final, muito embora, a responsabilidade por erros e omissões permaneça do autor.

**Da Assessoria Técnica da Subsecretaria de Planejamento e Orçamento (Suplan) do Ministério da Agricultura.

1. INTRODUÇÃO

Uma das hipóteses básicas da formulação tradicional marginalística 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 de decisão que considerassem não somente o lucro, mas também o risco[1] das decisões, supondo que a presença de variáveis aleatórias pode determinar mudanças significativas no comportamento dos empresários.

Dado que, no decorrer do processo produtivo agrícola, a presença de fatores não-controláveis — aleatórios — faz com que não se conheça o produto exato que resultará da utilização 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 de decisões. Schultz[2] em 1939, afirmava: "desde que a empresa é, por definição, dinâmica em sua natureza, existe a necessidade de considerar a teoria de risco e incerteza para fornecer orientações mais realísticas aos agricultores". Em recente artigo, Wolgin[3] concluiu que os modelos neoclássicos tradicionais de eficiência na alocação de recursos para os agricultores no Quênia estarão erroneamente especificados, se não considerarem que as decisões são tomadas em condições de risco.

No presente trabalho, propõe-se abordar uma análise voltada para tomada de decisões dos produtores agrícolas, tendo como objetivo a minimização do risco dos retornos esperados por meio de uma racional diversificação das decisões — não colocar todos os ovos no mesmo cesto. Utilizar-se-á o modelo de Markowitz[4] considerando suas adaptações visando a aplicação em decisões na agricultura[5] para determinar planos (**portfolios**)[6] eficientes na venda da soja no Rio Grande do Sul, de acordo com duas situações distintas de disponibilidade financeira dos seus produtores.

Um plano com vistas ao modelo utilizado, poderia ser, por exemplo, a decisão de vender 40% dos estoques de soja na segunda quinzena de maio, 30% na primeira quinzena de junho e 30% na primeira quinzena de setembro. Tal plano seria eficiente se, e somente se, não fosse possível identificar um outro, com:

a) mais alta expectância de retorno e igual ou menor variabilidade;

b) igual expectância de retorno e menor variabilidade.

A variância é introduzida no modelo como medida de variabilidade dos retornos.[7]

2. MODELO

Os modelos de risco, dentro da teoria de portfolios, geralmente, envolvem como critério básico o conceito de utilidade esperada, proposto, inicialmente, por Daniel Bernoulli. Tal conceito parte da hipótese de que em presença de risco o valor esperado de utilidades de resultados potenciais é o indicador na escolha de decisões.

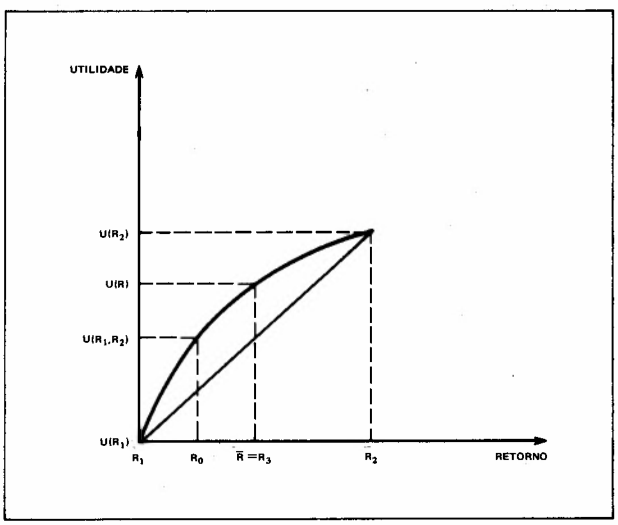
Como exemplo, supondo-se que um indivíduo deva escolher entre duas alternativas: a primeira tem resultados R_1 e R_2 de igual probabilidade; a segunda corresponde ao retorno certo $R_3 = 1/2\ R_1 + 1/2\ R_2$. Além disso, o indivíduo apresenta uma função de utilidade com aumentos marginais decrescentes, conforme a figura 1. Segundo Acocella[8] parece não ocorrerem dúvidas, dentro do campo empírico e racional, de que a função de utilidade da renda seja côncava em relação à origem.

Com base no princípio de Bernoulli, a utilidade esperada da primeira alternativa é:

$$U(R_1, R_2) = 1/2\ U(R_1) + 1/2\ U(R_2)$$

enquanto que a utilidade da segunda alternativa é $U(\bar{R})$.

Figura 1
Função de utilidade



Sendo a utilidade esperada da segunda alternativa maior que a utilidade do retorno esperado da primeira alternativa, ou seja:

$$U(R_3) > U(R_1, R_2),$$

o indivíduo optará pela segunda alternativa, não obstante as duas alternativas serem idênticas, em termos de retorno esperado. Considerando-se o retorno R_0 cuja utilidade $U(R_0)$ é igual a $U(R_1, R_2)$, pode-se medir a aversão que o indivíduo tem pelo risco pela diferença $\bar{R} - R_0$. No caso, o indivíduo está disposto a aceitar uma redução de $\bar{R} - R_0$ no seu retorno esperado para não enfrentar o risco da primeira alternativa.

Supondo-se que o indivíduo tenha uma função de utilidade quadrática em situações de risco, esta pode ser especificada conforme segue:

$$U(R) = bR - cR^2 \qquad (1)$$

onde:

R é a variável aleatória retorno e
b e c são constantes e maiores do que zero.

Tem-se então:

$$E\ [\ U(R)\ ] = bE(R^2) \qquad (2)$$

considerando que a variância de R, Var (R), é dada por:

$$Var\ (R) = E(R^2) - [\ E(R)\ ]^2$$

tem-se que:

$$E(R^2) = Var\ (R) + [\ E(R)\ ]^2$$

41

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

$$E\ [\ U(R)\ ] = bE(R) - cV - c[\ E(R)\ ]^2 \qquad (3)$$

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

A suposição 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 ($\frac{dU}{dR} = 0$), torna-se menor quando ocorrem aumentos de renda. Um modo de evitar esta hipótese, conforme Tobin[9] é quando as distribuições de probabilidade da variável retorno, nos vários planos 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 probabilidade, 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(R) e V(R), não existindo duas diferentes distribuições normais de probabilidade que apresentem a mesma expectância de retorno e variância.

2.1 Decisões

A produção brasileira de soja vem apresentando acentuada dependência da demanda do mercado mundial. Conseqüentemente, as flutuações de preços verificadas no mercado mundial influenciam diretamente os preços recebidos pelos agricultores. Somado a isto, a política de abastecimento nacional, bem como as suspensões temporárias de exportações de soja e tabelamentos dos preços de produtos finais, que têm a soja como matéria-prima básica, fazem que os preços recebidos pelos agricultores fiquem sujeitos a grandes variações, mesmo algumas quinzenas após a colheita (tabela 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 e 30 de novembro.

Tabela 1

Preços nominais recebidos pelos agricultores na zona de produção Serra/Missões, por 6 mil kg de soja a granel, tipo exportação A, Rio Grande do Sul, 1966-73

Quinzena \ Ano		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
Abril	primeira	920,00	900,00	1.200,00	1.450,000	1.600,000	2.500,000	3.000,000	5.200,00
	segunda	920,00	900,00	1.200,00	1.450,000	1.550,000	2.600,000	3.150,000	5.600,00
Maio	primeira	880,00	900,00	1.230,00	1.500,000	1.700,000	2.400,000	3.200,000	6.400,00
	segunda	880,00	960,00	1.230,00	1.550,000	1.730,000	2.500,000	3.200,000	8.400,00
Junho	primeira	920,00	1.000,00	1.280,00	1.450,000	1.770,000	2.600,000	3.150,000	9.200,00
	segunda	920,00	1.000,00	1.280,00	1.450,000	1.850,000	3.100,000	3.250,000	9.300,00
Julho	primeira	1.000,00	1.150,00	1.400,00	1.500,000	2.100,000	3.150,000	3.300,000	11.000,00
	segunda	1.000,00	1.050,00	1.430,00	1.800,000	2.200,000	3.500,000	3.400,000	9.300,00
Agosto	primeira	1.050,00	1.050,00	1.450,00	1.600,000	2.250,000	3.200,000	3.500,000	8.500,00
	segunda	1.050,00	1.030,00	1.450,00	1.600,000	2.300,000	3.250,000	3.500,000	7.000,00
Setembro	primeira	1.050,00	1.030,00	1.400,00	1.750,000	2.400,000	3.000,000	3.600,000	6.500,00
	segunda	1.050,00	1.030,00	1.450,00	1.750,000	2.400,000	3.000,000	3.700,000	6.500,00
Outubro	primeira	1.020,00	1.100,00	1.450,00	2.000,000	2.700,000	3.000,000	3.750,000	6.500,00
	segunda	1.020,00	1.100,00	1.450,00	2.000,000	2.700,000	3.000,000	3.750,000	6.500,00
Novembro	primeira	1.050,00	1.150,00	1.700,00	1.900.000	2.700,000	2.150,000	3.500,000	6.300,00
	segunda	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

Nota: Unidade de medida 6 mil kg foi utilizada tendo em vista a simplificação dos cálculos.

Fonte: Exportadora Pampa – Porto Alegre, RS.

A alternativa que corresponde à venda da soja durante a colheita, fixada entre 1.º e 15 de abril, foi considerada como base, no sentido de que o agricultor pode vender sua soja por um preço conhecido. As demais alternativas 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. Em cada uma dessas 15 alternativas o agricultor enfrenta um risco, medido pela variância, por não ter vendido a soja pelo preço conhecido. Portanto, as alternativas 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 parâmetros

As expectâncias de retorno e a matriz de variância-covariância, utilizadas nesta análise, foram estimadas 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 períodos de venda do produto pode ser identificada a partir de preços históricos.

A escolha do método para estimar os coeficientes depende, basicamente, da área de estudo. Por exemplo, quanto ao mercado de ações, a análise estatística "demonstrou que, pelo menos, nos Estados Unidos, os preços das ações tendem a seguir um movimento independente de preços passados". Walter[10] acrescenta que "no entanto, existem muitos homens práticos que discordam energicamente desta conclusão".

No cálculo dos retornos, foram descontados os seguintes itens dos preços verificados (tabela 1), com exceção da primeira quinzena de abril, nas diversas quinzenas: fator de correção monetária à base dos preços da primeira quinzena de cada ano; despesas de armazenagem para soja, de 15 de abril até a quinzena considerada; e juros calculados em relação ao preço da primeira quinzena, por idênticos períodos ao da armazenagem. Todos os coeficientes foram calculados para 6 toneladas de soja, segundo a fórmula seguinte:

$$R_{i,t} = \left(\frac{P_{i,t} - A_{i,t} - J_{i,t} - M_{i,t}}{P_{1,t}} \right) 100$$

i = 1, 2, 3, 4, ... 16 (empreendimento);
t = 1966, 1967, ..., 1973 (ano);
$P_{i,t}$ = preço da soja na i quinzena do ano t;
$A_{i,t}$ = despesas de armazenagem por um período entre 15 de abril e i quinzena de um ano t;
$J_{i,t}$ = despesas de juros por um período entre 15 de abril a i quinzena de um mesmo ano. Calculado em relação ao preço da primeira quinzena de abril (i = 1) do ano t;
$M_{i,t}$ = fator de correção monetária do preço na quinzena i para o nível de preços da primeira quinzena de abril (i = 1) em um mesmo ano t;
100 = coeficiente utilizado para facilitar os cálculos computacionais.

A tabela 2 apresenta as estimativas dos parâmetros da função-objetivo do modelo: expectâncias de retornos e a matriz de variância-covariância $\sqrt{\ }$ ambas estimadas a partir das observações de retornos da série histórica.

Um empreendimento com expectância de retorno igual a 118,40102 (oitavo empreendimento) significa, no modelo, que o agricultor pode receber um acréscimo 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 decisão caracterizado pela variância de retorno V(R) = 524,64499.

2.3 Programação quadrática

A programação quadrática é um modelo de programação com função objetiva estocástica, sendo a mais difundida dentro da programação não-linear. Permite identificar planos em que, para uma determinada expectância de retorno, a variância é minimizada, ou seja, o risco que o agricultor enfrenta é o menor possível, segundo as pressuposições discutidas anteriormente (item 2). Como conseqüência dessas pressuposições, assume-se que o agricultor toma uma decisão de acordo com dois parâmetros: a expectância de retorno E(R) e a variância de retorno V(R).

De acordo com o programa[11] para o IBM 1130, a função-objetivo, em termos deste trabalho, é a diferença entre a expectância de retorno

Tabela 2

Matriz de variância-covariância (Ω), simétrica

Empreendimentos	Abril		Maio		Junho		Julho		Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Expectância de retorno (c_i)	N.º do empreendimento
	1.ª quinzena	2.ª quinzena	1.ª quinzena	2.ª quinzena	1.ª quinzena	2.ª quinzena	1.ª quinzena	2.ª quinzena	1.ª quinzena	2.ª quinzena	1.ª quinzena	2.ª quinzena	1.ª quinzena	2.ª quinzena	1.ª quinzena	2.ª quinzena		
Abril																		
1.ª quinz. – 1.º	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,00000	1.º
2.ª quinz. – 2.º	–	14,21426	21,40956	54,24398	64,56426	72,15383	82,62940	55,38312	38,89470	13,31228	0,44457	0,99471	12,07242	10,95128	35,32656	35,18641	99,59956	2.º
Maio																		
1.ª quinz. – 3.º	–	–	85,36811	182,62150	210,38222	197,88808	264,24220	174,32723	142,96524	67,05155	56,99712	57,70283	65,83512	65,44440	71,35326	71,23569	100,65331	3.º
2.ª quinz. – 4.º	–	–	–	143,35764	530,62426	512,03156	687,62407	435,17129	339,35404	139,08310	86,18640	82,37311	74,95212	75,14712	68,67426	68,52197	106,14786	4.º
Junho																		
1.ª quinz. – 5.º	–	–	–	–	654,53238	638,05609	863,84831	529,11984	424,87130	178,14151	93,29868	88,81583	58,75855	59,80826	62,48055	62,78612	108,04602	5.º
2.ª quinz. – 6.º	–	–	–	–	–	663,06841	867,62402	563,92554	443,76558	209,56507	226,14536	98,26597	60,62183	62,92512	10,06042	9,02685	110,28331	6.º
Julho																		
1.ª quinz. – 7.º	–	–	–	–	–	–	1.173,15479	727,56835	588,77696	270,47849	140,9471	130,36281	90,23854	92,4014	63,86569	64,85783	119,69277	7.º
2.ª quinz. – 8.º	–	–	–	–	–	–	–	524,64499	398,15845	211,54707	134,60853	124,43567	126,85139	127,1171	33,25213	34,05113	118,40102	8.º
Agosto																		
1.ª quinz. – 9.º	–	–	–	–	–	–	–	–	337,81200	193,41137	131,48996	126,33924	121,99996	122,61353	88,28897	89,52854	113,5400	9.º
2.ª quinz. – 10.º	–	–	–	–	–	–	–	–	–	147,41335	117,62996	114,05739	128,9891	129,1471	88,64297	89,87911	109,11342	10.º
Setembro																		
1.ª quinz. – 11.º	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	130,32368	125,34553	175,70137	174,38009	153,99695	154,64909	107,30291	11.º
2.ª quinz. – 12.º	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	123,22389	168,09094	166,8888	154,68481	155,29338	106,70998	12.º
Outubro																		
1.ª quinz. – 13.º	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	267,29169	264,10777	252,76049	252,70606	110,03820	13.º
2.ª quinz. – 14.º	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	261,07712	247,40092	247,38764	108,54110	14.º
Novembro																		
1.ª quinz. – 15.º	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	422,01252	420,87815	104,31534	15.º
2.ª quinz. – 16.º	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	419,78881	103,21794	16.º

e a variância dos empreendimentos, ou seja, matricialmente:

$$X_0 = \underset{(1xN)}{C'} \underset{(Nx1)}{X} -1/2 \underset{(1xN)}{X'} \underset{(NxN)}{Q} \underset{(Nx1)}{X}$$

sujeito a:

$X \geqslant 0$

$$\underset{(MxN)}{A} \underset{(Nx1)}{X} = \underset{(Mx1)}{B}$$

onde:

X_0 = valor da função;

X = vetor da participação dos empreendimentos no plano – variável de decisão (veja descrição dos X_i na tabela);

C = vetor dos retornos dos empreendimentos considerados (tabela 2, coluna das expectâncias de retorno C_i);

Q = duas vezes a matriz de variância-covariância $\sqrt{\ }$ (tabela 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-objetivo 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'QX – 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.

O modelo de programação quadrática é aqui justificável considerando que somente a função-objetivo é aleatória. Tal não ocorre quando se pretende planejar os processos produtivos do setor agrícola onde os coeficientes de produção e as disponibilidades de recursos também são aleatórios.

2.4 Soluções

Os resultados desta análise, obviamente, dependem do modelo e das informações utilizadas.

Os planos da tabela 3 obtidos através da análise paramétrica do programa utilizado, indicam quando entra ou sai uma variável X da solução (planos eficientes das curvas E–V).

Nos problemas I e II, os planos eficientes, até a expectância de retorno 104,40182 são idênticos (figura 2).

Por meio de equações, as respostas obtidas pelo uso do programa permitem identificar qualquer plano das curvas E–V. Por exemplo, os planos situados no intervalo entre as expectâncias de retorno E(R) = 100 ↔ 114,67274 do problema I podem ser identificados, substituindo as seguintes equações:

$$X_1 = I + \lambda\ (-0{,}06815)$$

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

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

sendo o coeficiente de Lagrange (λ) o aumento da expectância de retorno (neste intervalo, a partir de E(R) = 100 até E(R) = 114,67274), desejado pelo agricultor para seu plano.

Tendo escolhido uma expectância de retorno de 9% a mais, sobre o preço vigente durante a colheita, o λ será igual a 9(109 – 100). 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 plano, de acordo com a tabela 2, é determinada pela equação:

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

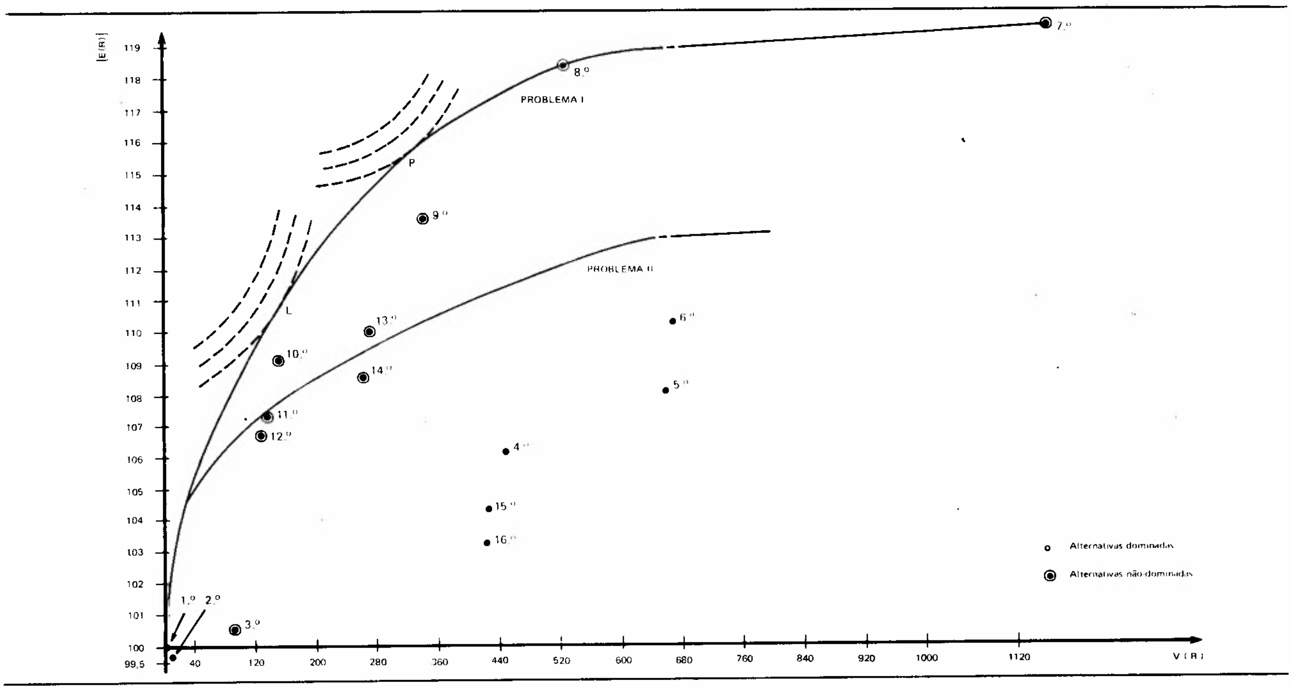
O mesmo raciocínio utiliza-se para a identificação dos outros planos eficientes das curvas E-V.

Tabela 3

Interpretação dos resultados

		Problema I				Problema II				
Plano		1.º	2.º	3.º	4.º	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º
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	1.173,15479	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
1.ª quinzena — Abr. — 1.º	X_1	1,00	–	–	–	1,000	0,700	0,700	–	–
2.ª quinzena — Abr. — 2.º	X_2	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1.ª quinzena — Mai. — 3.º	X_3	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.ª quinzena — Mai. — 4.º	X_4	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1.ª quinzena — Jun. — 5.º	X_5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.ª quinzena — Jun. — 6.º	X_6	–	–	–	–	–	–	–	0,7000	0,7000
1.ª quinzena — Jul. — 7.º	X_7	–	–	–	1,0000	–	–	–	–	0,3000
2.ª quinzena — Jul. — 8.º	X_8	–	0,55418	1,0000	–	–	0,16625	0,3000	0,3000	–
1.ª quinzena — Ago. — 9.º	X_9	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.ª quinzena — Ago. — 10.º	X_{10}	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1.ª quinzena — Set. — 11.º	X_{11}	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.ª quinzena — Set. — 12.º	X_{12}	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1.ª quinzena — Out. — 13.º	X_{13}	–	0,44581	–	–	–	0,13374	–	–	–
2.ª quinzena — Out. — 14.º	X_{14}	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1.ª quinzena — Nov. — 15.º	X_{15}	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.ª quinzena — Nov. — 16.º	X_{16}	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Figura 2
Curva eficiente E-V



Problema I:

2.º — E(R) de 114,67274 a 118,40102 as equações são:

$$X_8 = 0{,}55418 + \lambda\,(0{,}11957)$$
$$X_{13} = 0{,}44581 + \lambda\,(-\,0{,}11957)$$

3.º — E(R) de 118,40102 a 119,11342

$$X_8 = 1 + \lambda\,(-\,1{,}40371)$$
$$X_7 = 0 + \lambda\,(1{,}40371)$$

Problema II:

2.º — E(R) de 104,40182 a 105,520306

$$X_1 = 0{,}7 \text{ (constante)}$$
$$X_8 = 0{,}16625 + \lambda\,(0{,}11957)$$
$$X_{13} = 0{,}13374 + \lambda\,(-\,0{,}11957)$$

3.º — E(R) de 105,520306 a 112,71862

$$X_1 = 0{,}7 + \lambda\,(-\,0{,}09724)$$
$$X_6 = 0 + \lambda\,(0{,}09724)$$
$$X_8 = 0{,}3000 \text{ (constante)}$$

4.º — E(R) 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, obtiveram-se os planos, correspondentes às duas curvas E = V, que são formados por alternativas dominadas (6) e não-dominadas (1, 7, 8, 13), conforme figura 2 e tabela 3. Uma alternativa é considerada dominada quando tem outra alternativa com maior retorno esperado e igual ou menor variância, ou também por outra que apresenta menor variância e igual ou maior retorno esperado. Veja a figura 2, onde as alternativas dominadas são 2, 4, 5, 6, 14, 15, 16.

Na composição dos planos eficientes, predomina a presença das alternativas que se referem à venda de soja, durante a colheita, por um preço conhecido, na primeira quinzena de abril, e, durante a segunda quinzena de julho, oitavo empreendimento. Fatores que contribuem para explicar tais participações, proporcionalmente maiores, são que a primeira alternativa, no modelo, tem risco nulo e a época de venda da oitava alternativa está dentro do período de entressafra americana (junho a agosto). A presença da 13.ª alternativa nos planos eficientes justifica-se pela grandeza da covariância entre esta e a oitava alternativa, segunda quinzena de julho.

3. CONCLUSÕES

O empresário agrícola, a partir da escolha da curva que melhor represente sua situação financeira, pode optar por um plano que, mais do que qualquer outro, satisfaça suas preferências, quanto ao retorno esperado sobre o preço da soja durante a colheita e, conseqüentemente, quanto ao preço de venda, e também quanto ao risco a que se propõe enfrentar.

Na curva E-V do problema I (figura 2) estão representados, hipoteticamente, dois comportamentos diversos 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 plano L tem mais aversão ao risco que um outro que opta pelo plano P. O agricultor que não tem aversão ao risco, ou seja, é indiferente ao risco, seleciona o plano com maior retorno esperado, que, no Problema I, coincide com o sétimo 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 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. Em conseqüência, a renda do setor agrícola seria elevada pois os agricultores obteriam maior expectativa de retorno para um mesmo nível de risco devido à possibilidade de aguardarem épocas mais favoráveis para a venda do seu produto. □

[1] Neste trabalho, risco e incerteza são sinônimos. Alguns adotam o critério de diferenciação baseado no grau de conhecimento da probabilidade de que certo evento se realize.

[2] Schultz, T. W. Theory of the firm and management research. **Journal Farm Economics**, n. 21, Aug. 1939.

[3] Wolgin, Jerome M. Resource allocation an risk: A case study of smallholder agriculture in Kenya. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 57, n. 4, p. 622-30, Nov. 1975.

[4] Markowitz, Harry M. **Portfolio selection: efficient diversification of investments.** New York, J. Wiley, 1969, 344 p.

[5] 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, freqüentemente, adaptado a estudos sobre decisões agrícolas.

[6] Em alguns trabalhos sobre mercado de títulos no Brasil, o termo **portfolio** tem sido traduzido como "carteira", porém, em trabalhos relacionados a análise de decisões na agricultura, o termo "carteira" indicando um **portfolio** tem sido negligenciado. Além disso, ambos os termos são, geralmente, empregados para se referirem a mais de um produto.

[7] O elemento retorno é suscetível de várias interpretações econômicas. Neste trabalho, é definido em função do preço conhecido da soja durante a colheita.

[8] Acocella, M. **Decision economiche in condizioni di incertezza.** Milano, Giufré, 1970. 154 p.

[9] Tobin, James. Liquidity preference as behavior towards risk. **Review of Economics Studies**, v. 25, p. 74-7, Feb. 1958.

[10] Walter, Richard G. Análise fundamentalista e avaliação de títulos: aspectos teóricos. **Revista de Administração de Empresas**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 15-32, jan./fev. 1974.

[11] Boles, James N. & Abran, Reinhart & Borkon, Elaine. **The 1130 Quadratic programming system IBM.** Giannini Foundation of Agricultural Economics, Univ. California, 1972. 118 p.