

REDUÇÃO DE RISCO: *hedgE* OU DIVERSIFICAÇÃO?¹

Marcelo Pereira dos Santos²
Flávio Borges Botelho Filho³
João Batista Soares⁴

RESUMO: As cooperativas e as firmas armazenadoras de produtos agrícolas enfrentam oscilações no preço de seus produtos armazenados. Uma estratégia de redução de risco é a utilização de contratos futuros, embora sejam pouco utilizados pelos agentes. Uma outra estratégia consiste em diversificar os produtos armazenados. Este artigo simula os efeitos da diversificação sobre o risco de retorno em uma carteira composta de soja, milho e feijão armazenados no Centro-Oeste, verificando as porcentagens financeiras alocadas nos produtos e a redução na variância do retorno esperado em relação à estratégia de armazenar apenas soja. O modelo adotado foi a da Média-Variância modelada através da programação quadrática, minimizando a variância do retorno da carteira considerando o retorno obtido com a armazenagem da soja. O resultado mostrou que alocando 45% de soja, 44% de feijão e 11% de milho do valor monetário disponível para o armazenamento, a redução da variância do retorno da carteira foi de 66% em comparação com o retorno de alocar os recursos totais apenas na soja.

Palavras-chave: soja, diversificação, armazenagem.

RISK REDUCTION: *hedgE* OR DIVERSIFICATION?

ABSTRACT: Cooperatives and storage firms of agricultural commodities face price variation while storing their produce. Hedging with futures contracts can be an important tool to manage risk, but it is not very commonly used by firms. Another risk reduction strategy consists in diversifying the produce stored. This paper aims to build a portfolio with soybean, corn and bean grain stored by a Brazilian firm in the country's center-west region and verify the percentage variance reduction of portfolio returns vis-à-vis the strategy of storing soybean grain alone. We chose the mean-variance model solved through quadratic programming to minimize portfolio returns taking into consideration returns on soybean storage alone. The results show that allocating 45% of the monetary value available for storage to soybean, 44% to bean and 11% to corn there will be 66% variance of the portfolio's return as compared with returns from allocating total resources only to soybean.

Key-words: soybean, diversification storage, hedging.

JEL Classification: C61, G11, Q14.

¹Registrado no CCTC, REA-08/2007.

²Bibliotecário, Mestre em Agronegócios pela Universidade de Brasília (e-mail: marcelosantos@unb.br).

³Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor Adjunto da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília (e-mail: botelho@unb.br).

⁴Engenheiro Agrícola, Professor Doutor Adjunto da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília (e-mail: jobat@unb.br).

1 - INTRODUÇÃO

Os preços dos produtos agrícolas podem variar durante o período em que são armazenados. Essas oscilações de preço podem causar prejuízo às firmas armazenadoras e cooperativas, colocando em risco sua permanência no mercado. Com o intuito de resguardar a firma desse risco, pode-se utilizar instrumentos de gerência de risco disponíveis no mercado.

Um instrumento de *hedge* – proteção – existente no mercado são os contratos futuros negociados em bolsas organizadas. Entretanto, as firmas utilizam pouco os contratos de futuros para proteger-se contra oscilações de preço de seus produtos.

Algumas firmas, por razões operacionais, necessitam possuir o produto físico em seu estoque, e para esses casos a utilização dos contratos futuros como uma forma de assegurar a posse de produtos pode não ser eficaz.

Outras firmas, entretanto, utilizam uma outra estratégia que consiste em diversificar os produtos armazenados. Com a diversificação, as variações de preço de um produto poderiam ser compensadas pela variação dos demais, isto é possível através da formação de uma carteira contendo produtos que possuam correlações diferentes de preços, o que reduziria as oscilações do valor da carteira, enquanto adquirem ganhos de conveniência por possuir o produto físico em estoque.

Este trabalho analisa a composição e a variância de várias carteiras utilizando os produtos soja, milho e feijão em grãos para compor a carteira de uma firma de armazenagem de grãos na Região Centro-Oeste do Brasil. Calcula-se a redução da variância das carteiras em comparação com uma carteira inicial contendo apenas a soja armazenada.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - Comportamento dos Preços

O comportamento de preço dos grãos e cereais ao longo do tempo é determinado por fatores

sistemáticos e aleatórios. Fatores sistemáticos estão associados a oferta, demanda, estoques, dentre os que podem alterar o equilíbrio entre a pressão de compradores e vendedores na formação de preço, geralmente fatores sistemáticos produzem variações de mais longo prazo no comportamento dos preços por estarem associadas à situação dos estoques e da produção.

Os fatores aleatórios dizem respeito às informações sobre a atual ou esperada oferta e demanda que podem modificar as expectativas que os agentes possuem sobre o preço, tais fatores aumentam a volatilidade de preço e a incerteza sobre os produtos comercializados.

Working (1953) argumenta que as previsões de preço podem ajudar o tomador de decisão a auferir lucro competitivo em um mercado eficiente. Exemplo é a previsão de convergência da base – diferença entre o preço futuro e o preço *spot* na localidade – do preço *spot* no intervalo de estocagem sobre a tomada de decisão de estocar ou de fazer *hedge* no mercado futuro. O preço do contrato futuro pode ser comparado com a previsão do preço *spot* que será realizado no futuro, já que o preço *spot* tende a convergir para a cotação futura na data de vencimento. Essa convergência pode ser prevista, e o desvio-padrão desta previsão é uma estimativa do risco de base, assim sendo, esta informação pode ser usada na tomada de decisão dos agentes.

2.2 - Hedge utilizando Contratos Futuros

As firmas armazenadoras de grãos atuam em um cenário no qual a variação de preço em seus produtos é devido ao tempo e aos custos de estocagem da mercadoria até o momento de comercialização destes produtos. A depender do produto estocado, do tempo e da frequência de comercialização, dos custos de estocagem e do preço da mercadoria, as firmas estão expostas aos riscos de variação de valor de seus estoques, afetando, assim, a rentabilidade de suas operações.

Segundo Carter (1999), uma estratégia co-

mumente utilizada para reduzir o risco de oscilação de preço das *commodities* agrícolas nos Estados Unidos é o mercado de futuros. No Brasil, esse instrumento é pouco utilizado talvez devido a barreiras como a desinformação e os custos de utilização dessa ferramenta. Howard e D'antonio (1994) argumentam que o *hedge* reduz o retorno esperado com a posse do ativo, enquanto beneficia o *hedger* apenas com a eliminação de parte do risco. A redução pode ser devida ao pagamento dos custos de transação no mercado de futuros e do prêmio de risco.

Diversos estudos mostram o percentual de redução no risco - redução do desvio padrão da carteira contendo a mercadoria *spot* e os contratos futuros - com a utilização de contratos futuros. Silva et al. (2003) e Santos (2007), ao estudarem o percentual de redução do risco de preço da soja no Brasil utilizando contratos futuros de soja na Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F), encontraram percentual de redução do desvio-padrão entre 35% e 84%, a depender da região analisada. Chiodi et al. (2005) e Souza Júnior (2006), utilizando os mesmos contratos futuros de soja na BM&F e na Chicago Board of Trade (CBOT), encontraram entre 35% e 60% de redução de risco na soja em grãos produzida no Centro-Oeste e Sudeste, respectivamente.

Ao analisar a efetividade do *hedge* do milho utilizando contratos futuros de milho, na BM&F para a cidade de Maringá - a série diária e semanal, Tom e Alves (2005) encontraram redução do desvio padrão em torno de 70%.

Um outro fator desestimulante à realização de *hedge* com contratos futuros é a redução do retorno esperado devido aos custos de utilizar essa ferramenta. Segundo Howard e D'antonio (1994), quanto mais imperfeito for o contrato futuro utilizado como instrumento de *hedge*, maior o aumento do custo marginal do mesmo.

Um outro fator refere-se ao fortalecimento ou enfraquecimento da base na localidade onde a firma possui a mercadoria *spot*. Segundo Lence et al. (1996), o preço *spot* e futuro se comportam de maneira previsível quando o mercado *spot* está abundante. Em caso de escassez da mercadoria, o

preço futuro pode subir muito além do preço *spot*, causando, assim, um enfraquecimento da base. Mol et al. (2005), estudando o comportamento da base na região de Patrocínio, Estado de Minas Gerais, para o café, encontraram assimetria aos choques de informações e persistência destes choques, que são dissipados em um tempo mais longo. Isso pode afetar a efetividade do *hedge*, isto é, pode reduzir o percentual de redução da variância de preço em relação à posição desprotegida, reduzindo, assim, o incentivo que o agente possui em realizar o *hedge*.

2.3 - Armazenagem e Diversificação como Gerência do Risco

As firmas comerciais armazenam as mercadorias quando têm assegurado retorno positivo, ou a expectativa de retorno positivo. As agroindústrias que necessitam de uma quantidade mínima para assegurar a continuidade do processo de produção frente às oscilações normais nos fluxos de suprimento pagariam um prêmio para não correr esse risco, aceitando, portanto, retornos que podem ser menores que aqueles obtidos pelas firmas comerciais.

Working (1948) verificou empiricamente que mesmo quando a expectativa de retorno com a armazenagem é negativa, as firmas mantêm certo nível de estoques. Esse comportamento é explicado pela presença do *convenience yield*, ou seja, a firma obtém retornos pela posse da mercadoria que estão em seus estoques por poder utilizá-la quando preciso, mesmo que incorram em perdas com a armazenagem em si.

Abramovitz (1950) argumenta que uma das razões para a firma agroindustrial manter estoques, mesmo com a expectativa negativa de retorno com a armazenagem, é devido aos custos provenientes de uma possível, paralisação do fluxo de transformação da indústria, caso haja falta da matéria-prima utilizada na produção. Para Leuthold et al. (1989), se os custos fixos são altos, a perda pela interrupção do processo produtivo em uma firma processadora de soja pode ser substancial. Enquanto a firma co-

mercado pode ter os ganhos pela conveniência de possuir a mercadoria para suprir determinada demanda inesperada ou pela manutenção da freguesia pela repetição de negócios.

Esse ganho pela conveniência da posse da mercadoria explica a manutenção de estoques pelas firmas mesmo quando o retorno pela armazenagem é menor que os custos, a situação definida por Working (1948) como *normal backwardation*⁵. Para Leuthold (1989) existe o risco de perdas financeiras ao se carregar mercadorias no tempo, devido a uma queda inesperada dos preços. Estas perdas são maiores quanto maior for o nível de estoque possuído pela firma.

Uma estratégia de gerência do risco financeiro para os produtos armazenados é a diversificação. Segundo Harwood et al. (1999), a diversificação agrícola é frequentemente usada como estratégia de gerência de risco, mostrando resultados empíricos da redução do risco. Segundo Katchova (2005), a diversificação na atividade agrícola consiste em produzir ou estocar os diferentes grãos. Um outro benefício é a utilização dos mesmos fatores de produção nas atividades. Harwood et al. (1999) dão o exemplo da diversificação entre milho e soja que utilizam os mesmos fatores, como maquinário, mão-de-obra e armazenagem.

A teoria da diversificação de carteiras de investimentos de Markowitz (1958) representa uma carteira de investimentos através de modelo no qual o retorno esperado é a média aritmética dos retornos dos ativos na série histórica analisada e o risco é a variância. A teoria foi aplicada originalmente aos ativos do mercado financeiro para encontrar uma composição de carteiras que reduza a variância, dado um retorno.

Um outro benefício da diversificação é a possibilidade de reduzir a variância de determinado ativo pela inclusão de outros ativos que possuam retorno esperado maior e baixa correlação. Elton et al.

(2004) afirmam que a introdução de ativos com maior retorno esperado e correlação entre os retornos inferiores à correlação positiva perfeita, quando agrupados em uma carteira de investimentos, pode manter o retorno esperado do ativo inicial e ainda reduzir a variância total da carteira.

A redução da variância através da diversificação pode ocorrer a um custo inferior se comparado com outros instrumentos de gestão de risco. A eficácia da redução da volatilidade dependerá das correlações entre as variações dos retornos dos ativos, pois uma variação negativa no retorno de um ativo poderia ser compensada com uma variação positiva em outros.

Por se tratar de um processo de indução, ou seja, as formulações são encontradas através da análise de dados passados, a sua eficácia está ligada ao pressuposto de que o futuro se comportará de forma semelhante ao passado analisado.

3 - METODOLOGIA

A carteira inicial utilizada na comparação com as demais carteiras formadas foi composta da alocação de 100% do capital disponível para armazenagem em soja em grãos como ativo inicial a ser armazenado pela firma. Serão acrescentados à carteira outros produtos passíveis de serem armazenados com o objetivo de avaliar a redução da variância, mantendo o retorno esperado obtido com a armazenagem da soja como restrição para a minimização da variância das carteiras.

3.1 - Série Histórica de Preços

O estudo utilizou as séries históricas dos preços médios mensais negociados no Estado de Goiás da saca de 60kg de soja, milho e feijão. A série histórica do preço da soja e do milho foi disponibilizada pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) para os anos de 2000 até 2005, sendo os preços nominais e a série mensal composta de 72 observações. A série histó-

⁵*Normal backwardation* é o fenômeno em que o preço do contrato futuro é menor que o preço *spot* da *commodity* da qual é derivada. A diferença de valor entre os contratos futuros deve refletir o custo de carregamento do produto no tempo.

rica do preço médio mensal do feijão foi adquirida junto à Fundação Getúlio Vargas (FGV), considerando os preços médios mensais negociados no Estado de Goiás do feijão carioquinha.

A escolha destes três produtos para a simulação das carteiras deve-se ao fato de que na Região do Centro-Oeste os agentes de comercialização (intermediários e cooperativas) têm utilizado os três produtos às suas operações comerciais.

3.2 - Cálculo do Indicador de Retorno Bruto dos Produtos Armazenados

Análogo ao método utilizado no cálculo de retorno de ativos financeiros, nas *commodities* agrícolas armazenadas, o retorno será correspondente às variações de preço do produto entre o momento da aquisição até a transferência da propriedade para outro agente. Por essa razão, utilizou-se a variação percentual dos preços como um indicador do retorno bruto das *commodities* armazenadas, calculada segundo a fórmula (1):

$$RBi_t = (Pi_t - Pi_{t-1}) / Pi_{t-1} \quad (1)$$

Onde:

RBi_t = indicador do retorno bruto do ativo i no mês t ;

Pi_t = preço do ativo i no mês t ;

Pi_{t-1} = preço do ativo i no mês $t-1$.

O indicador do retorno bruto médio do produto armazenado é calculado pela média aritmética simples das observações, segundo a equação (2):

$$\overline{RBi} = \sum_{t=1}^N \frac{(Pi_t - Pi_{t-1}) / Pi_{t-1}}{N} \quad (2)$$

3.3 - Cálculo da Variância e Covariância

A variância é a dispersão dos valores em torno do valor esperado e, portanto, será adotada como medida de risco. A variância indica quão pró-

ximos ou dispersos os valores das variáveis individuais se distribuem em torno de seu valor médio. A variância é calculada pela fórmula (3):

$$\sigma^2 RBi = \frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^N (RBi_k - \overline{RBi})^2 \quad (3)$$

Onde:

$\sigma^2 RBi$ = variância do retorno do indicador do ativo i ;

RBi = o k -ésimo retorno bruto do indicador do ativo i ;

N = número de observações.

Outra medida para avaliar o comportamento das carteiras é a covariância entre os pares de ativos. A covariância mede o quanto duas variáveis variam conjuntamente, podendo esta associação ser positiva ou negativa. Quando a relação assume valor positivo, significa que as duas variáveis tendem a variar no mesmo sentido. Quando o valor é negativo, significa que as variáveis variam em sentidos contrários e, finalmente, quando o valor é zero, as duas variáveis variam independente uma da outra. A covariância é dada pela seguinte fórmula:

$$\sigma_{RBi, RBj} = \frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^N (RBi_k - \overline{RBi})(RBj_k - \overline{RBj}) \quad (4)$$

Onde:

$\sigma_{RBi, RBj}$ = covariância entre os retornos brutos dos indicadores i e j .

3.4 - Cálculos do Retorno e Variância da Carteira

O retorno da carteira é medido pela média ponderada dos indicadores de retornos esperados dos ativos individuais⁶:

⁶A fórmula (5) utilizada no cálculo do retorno esperado da carteira assume que todos os ativos possuem a mesma probabilidade de ocorrência.

$$\bar{R}_c = \sum_{i=1}^N (X_i R_i) \quad (5)$$

Onde:

R_c = indicador de retorno da carteira;

R_i = indicador do retorno do enésimo ativo;

X_i = proporção do ativo i na carteira.

A variância da carteira é medida de acordo com a fórmula (6) proposta Elton et al. (2004):

$$\sigma_c^2 = \sum_{i=1}^N (X_i^2 \sigma_i^2) + \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N (X_i X_j \sigma_{ij}) \quad (6)$$

Onde:

σ_c^2 = variância da carteira;

$\sum_{i=1}^N (X_i^2 \sigma_i^2)$ = somatório ponderado pelas proporções da variância dos indicadores;

$\sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N (X_i X_j \sigma_{ij})$ = somatório ponderado pelas proporções da covariância entre os pares de indicadores.

A variância de uma combinação dos indicadores é diferente de uma média simples das variâncias dos indicadores individuais, podendo mesmo ser inferior à variância de qualquer ativo individual. Isso se deve à correlação entre os pares de indicadores que compõem a carteira e que afetam a variância total da carteira.

$$\sigma_c^2 = \left(\frac{1}{N}\right) \sigma_i^2 + \left(\frac{N-1}{N}\right) \sigma_{ij} \quad (7)$$

A fórmula (7) mostra que quanto maior o número de produtos na carteira - N -, menor será a variância total da carteira. Entretanto, o efeito das covariâncias dos ativos individuais converge para a covariância média quando N é elevado, dessa maneira, a variância individual do ativo desaparece, mas a variância da carteira permanece.

A proporção ótima de cada ativo que compõe a carteira é determinada minimizando-se a variância do conjunto dos ativos dado certo nível de retorno bruto de um produto. Assim, para calcular uma cartei-

ra que apresente a mínima variância para cada retorno esperado, faz-se a minimização da função de variância do conjunto de ativos sujeita às restrições.

$$\text{Min} \sum_{i=1}^N (X_i^2 \sigma_i^2) + \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N (X_i X_j \sigma_{ij}) \quad (8)$$

Sujeito a:

$$1 - \sum_{i=1}^N X_i = 1$$

$$2 - \sum_{i=1}^N (X_i \bar{R}_i) = \bar{R}_c$$

$$3 - X_i \geq 0 \text{ para } i = 1, \dots, N$$

Onde:

(1) = a soma das proporções dos indicadores é igual a 1;

(2) = o retorno esperado é igual à multiplicação da proporção dos indicadores, na carteira, com retorno esperado do próprio indicador;

(3) = X_i é maior ou igual a zero e i é igual a N .

As infinitas carteiras que podem ser formadas e que apresentam a menor variância para cada retorno esperado formam uma fronteira eficiente, na qual as carteiras que se encontram sobre a linha eficiente são preferíveis àquelas que se encontram fora. Cabe resaltar que não são permitidas vendas a descoberto, isto é, possuir proporções negativas de um ativo em uma carteira.

A carteira encontrada na fronteira eficiente refere-se à carteira que apresenta a menor variância entre as possíveis carteiras. Ela poderá ter variância menor e retorno maior que o retorno e variância do ativo inicial - soja.

3.6 - Análise de Retorno e Variância dos Indicadores das *Commodities*

O indicador de retorno bruto esperado com a armazenagem de *commodities* agrícolas é calculado através da diferença entre o preço de compra desses produtos no período t e seu preço de venda do período $t+1$. O indicador de retorno analisado desconsidera custos de armazenagem e assume que o

agente comercialize seu produto durante todos os meses, nos quais a série foi analisada.

Neste estudo considerou-se que os custos de estocagem são semelhantes para os diferentes produtos e o custo financeiro do armazenamento é proporcional ao preço dos produtos, possibilitando a utilização da variação de preço como um indicador da variação da rentabilidade das firmas comerciais, pois os custos dependem diretamente do preço da mercadoria.

A tabela 1 mostra a média e a variância do retorno esperado de soja, milho e feijão. Eles foram obtidos conforme metodologia discutida e usada para simular as carteiras.

O retorno esperado mensal do indicador de rentabilidade de soja, milho e feijão foi de 1,02%, 0,27% e 1,2%, respectivamente. A menor variância observada foi a do milho de 0,82%, seguida pela da soja de 0,91% e do feijão de 0,94%.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 - Carteira contendo Soja, Milho e Feijão

A análise da carteira contendo soja, milho e feijão mantém o retorno esperado de 1,02%. A figura 1 mostra a fronteira eficiente formada por todas as composições de carteiras que minimizam a variância para cada valor esperado possível.

As carteira localizadas na fronteira eficiente apresentaram variância menor e retorno esperado maior que o obtido com a armazenagem de milho, isso significa que a combinação dos três produtos armazenados reduz o risco e gera maior retorno que a estratégia de se especializar no produto soja.

A introdução de milho na carteira contendo soja manteve inalterado o risco da carteira. Devido ao baixo retorno esperado do indicador da armazenagem de milho - no período analisado e em comparação com os demais indicadores - a carteira contendo soja e milho com retorno esperado igual ao do indicador da soja foi composta por 100% do valor financeiro total para armazenagem em soja. O resultado corrobora a teoria

da diversificação que afirma que a redução de risco ocorre pela introdução de ativos de maior retorno, se comparado com o ativo inicial da carteira, e que possuam baixa correlação.

A introdução do feijão na carteira contendo soja reduziu em 65% o risco da carteira. Durante o período analisado, o indicador de rentabilidade da armazenagem do feijão foi maior que o da soja, aliado à baixa correlação entre os dois produtos, indicando que alocando parte do recurso financeiro na armazenagem de feijão, reduz-se o risco mantendo constante o retorno obtido com a armazenagem da soja.

A carteira de menor variância foi obtida pela alocação de 45% de soja, 11% de milho e 44% de feijão referente ao valor financeiro disponível para a armazenagem, conforme demonstra a figura 2.

A variância da carteira formada pelos três produtos foi de 0,3%, ou seja, em relação à variância do retorno da soja de 0,9%, a carteira reduziu a variância em 66% o risco de retorno da armazenagem exclusiva da soja. A tabela 2 mostra a comparação entre as carteiras.

5 - CONCLUSÃO

As variações de preço dos produtos agrícolas armazenados podem causar perdas às firmas, por esta razão recomenda-se a adoção de estratégias de gerência para este risco. A estratégia escolhida na análise deste trabalho foi diversificar os produtos armazenados: soja, milho e feijão. O modelo adotado foi a Média-Variância, minimizando a variância do retorno obtido com a armazenagem exclusiva de soja.

Os resultados obtidos mostraram que a diversificação dos produtos armazenados contendo soja, milho e feijão reduziu a variância da carteira em até 66%, quando comparado com o armazenamento exclusivo da soja.

Conclui-se que no período analisado, a diversificação física de produtos agrícolas armazenados reduziu significativamente o risco de variação do retorno, redução até maior que a conseguida nos mercados de futuros.

Tabela 1 - Retorno Esperado Mensal e Variância dos Indicadores de Rentabilidade dos Produtos Agrícolas Armazenados

(em%)			
Item	Soja	Milho	Feijão
Retorno esperado	1,02	0,27	1,20
Variância	0,91	0,82	0,94

Fonte: Dados da pesquisa.

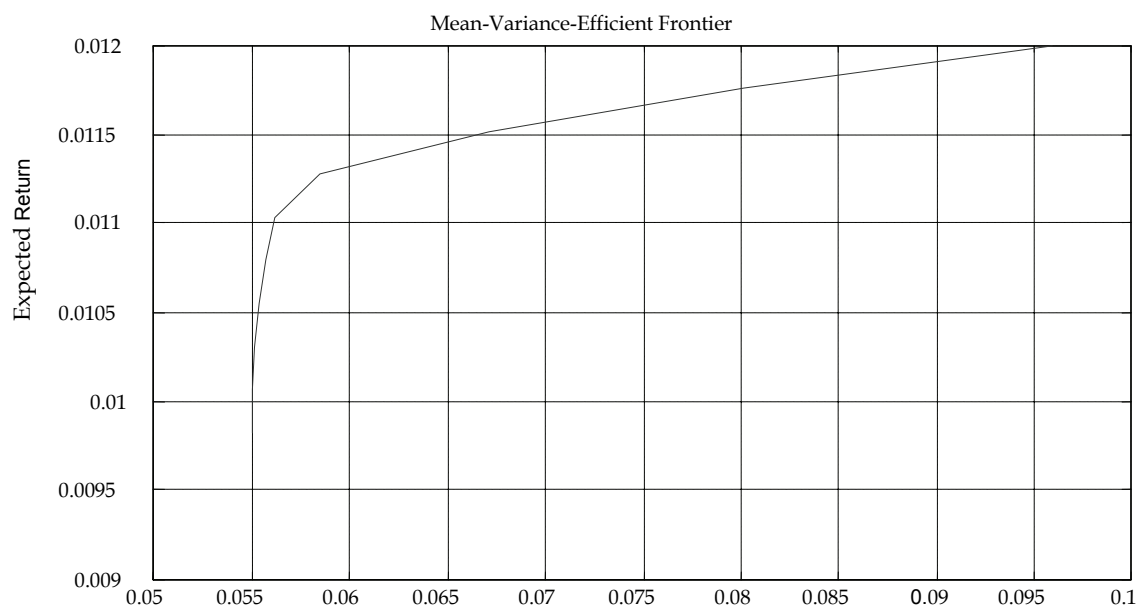


Figura 1 - Fronteira Eficiente Formada pelas Carteiras que possuem a Menor Variância para cada Retorno Esperado.

Fonte: Dados da pesquisa.

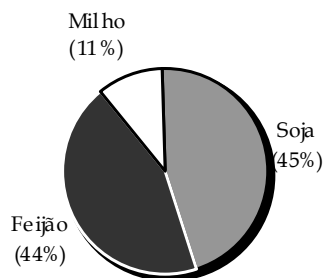


Figura 2 - Representação da Carteira Composta pela Alocação dos Recursos Financeiros Disponíveis para a Armazenagem de Soja, Feijão e Milho.

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 2 - Comparação entre a Variância do Retorno Esperado da Variação Percentual do Preço da Soja e a Carteira Formada por Soja, Milho e Feijão

(em %)				
Carteiras	Retorno esperado da carteira	Variância da carteira	Redução da variância da carteira ¹	
Soja	1,02	0,90	-	
Soja e milho	1,02	0,90	0	
Soja e feijão	1,02	0,31	65	
Soja, milho e feijão	1,02	0,30	66	

¹Em comparação com a variância do retorno bruto obtido com a alocação do valor financeiro na armazenagem exclusiva da soja.

Fonte: Dados da pesquisa.

LITERATURA CITADA

ABRAMOVITZ, M. **Inventories and business cycle**. New York: National Bureau of Economic Research, 1950.

CARTER, C. A. Commodity futures markets: a survey. **The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics**, v. 43, n. 2, p. 209-247, 1999.

CHIODI, L. et al. Análise da efetividade de *hedging* com os contratos futuros de soja na BM&F e CBOT. In: CONGRESSO DA SOBER, 43., 2005, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2005.

ELTON, E. J. et al. **Moderna teoria de carteiras e análise de investimentos**. São Paulo: Atlas, 2004.

HARWOOD, J. et al. Managing risk in farming: concepts, research and analysis. **Agricultural Economic Report**, n. 774, 1999.

HOWARD, T. H.; D'ANTONIO, L. J. The cost of hedging and the optimal hedge ratio. **The Journal of Futures Markets**, v. 14, n. 2, p. 237-258, 1994.

KATCHOVA, A. L. The farm diversification discount. **American Journal of Agricultural Economy**, v. 87, n. 4, p. 984-994, 2005.

LENCE, H. S. et al. Storage profitability and hedge ratio estimation. **The Journal of the Futures Markets**, v. 16, n. 6, p. 655-676, 1996.

LEUTHOLD, R. M. et al. **The theory and practice of futures**

markets. Lexington: Lexington Books, 1989. 410 p.

MARKOWITZ, H. **Portfolio selection: efficient diversification of investments**. New York: John Wiley & Sons, 1958.

MÓL, A. L. R. et al. Risco de base em derivativos agropecuários: uma abordagem estocástica para o Café do Cerrado. In: CONGRESSO DA ENANPAD, 29., 2005, Brasília. **Anais...** Brasília: Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração, 2005.

SANTOS, M. P. **Análise de carteiras de investimentos e de mercados futuros**, 2007. 119 p. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Universidade de Brasília (UNB).

SILVA, A. R. et al. Hedging with futures contracts in the Brazilian soybean complex: BM&F vs. CBOT. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 41, n. 2, 2003.

SOUZA JÚNIOR, G. M. **Hedge para produtores de soja: estudo de caso de produtores dos municípios de Sinop e Lucas do Rio Verde**. Mato Grosso, 2006. 173 p. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Universidade de Brasília (UNB).

TONIN, J. M.; ALVES, A. F. Efetividade e razão ótima de hedge dos contratos futuros de milho para a região de Maringá. In: CONGRESSO DA SOBER, 43., 2005 Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2005.

WORKING, H. Theory of the inverse carrying charge in futures markets. **Journal of Farm Economy**, v. 30, p. 1-28, 1948.

_____. Hedging reconsidered. **Journal of Farm Economics**, v. 35, p. 544-61, 1953.

Recebido em 15/05/2007. Liberado para publicação em 12/02/2008.

**REDUÇÃO DE RISCO:
hedge ou diversificação?**

Anexo 1

Resultado da Modelagem da Carteira Composta pela Variação Percentual dos Preços de Soja, Milho e Feijão dada a Restrição de Retorno Esperado Igual a 0,0102

Local optimal solution found.

Objective value: 0.3033549E-02
 Extended solver steps: 2
 Total solver iterations: 38

Variable	Value	Reduced Cost
TARGET	0.1020000E-01	0.000000
AMT(SOJA)	0.4561603	0.000000
AMT(MILHO)	0.1052593	0.000000
AMT(FEIJAO)	0.4385804	0.000000
RET(SOJA)	0.1020000E-01	0.000000
RET(MILHO)	0.2700000E-02	0.000000
RET(FEIJAO)	0.1200000E-01	0.000000
VARIANCE(SOJA, SOJA)	0.8900000E-02	0.000000
VARIANCE(SOJA, MILHO)	0.1500000E-02	0.000000
VARIANCE(SOJA, FEIJAO)	-0.2700000E-02	0.000000
VARIANCE(MILHO, SOJA)	0.1500000E-02	0.000000
VARIANCE(MILHO, MILHO)	0.8100000E-02	0.000000
VARIANCE(MILHO, FEIJAO)	0.2800000E-02	0.000000
VARIANCE(FEIJAO, SOJA)	-0.2700000E-02	0.000000
VARIANCE(FEIJAO, MILHO)	0.2800000E-02	0.000000
VARIANCE(FEIJAO, FEIJAO)	0.9200000E-02	0.000000
Row	Slack or Surplus	Dual Price
VAR	0.3033549E-02	-1.000000
BUDGET	0.000000	-0.5336280E02
RETURN	0.000000	-0.7164879E01