

# Retornos e riscos na comercialização de milho no Estado do Paraná: uma aplicação do modelo value-at-risk\*

Edison Luiz Leismann<sup>§</sup>  
Danilo R. D. Aguiar<sup>¶</sup>  
João Eustáquio de Lima<sup>†</sup>

## RESUMO

O objetivo deste texto é avaliar o perfil de risco e retornos das principais estratégias de comercialização do milho adotadas pelos produtores, cooperativas e cerealistas do Estado do Paraná, com dados do período 1994/2001. Na parte referente aos produtores, analisou-se a estocagem, e na parte referente às cooperativas e cerealistas, analisaram-se a estocagem (EST), a venda a descoberto (VD) e a compra e venda simultâneas (CVS). As análises de risco foram realizadas por meio do modelo VaR (*Value-at-Risk*) pelos métodos Delta Normal, Simulação Histórica e Simulação de Monte Carlo. Os retornos foram ponderados pelo risco por meio de uma modificação do Índice de Sharpe ( $IS_2$ ), gerando um índice de retornos probabilístico. No período analisado, a estocagem mostrou-se inviável, tanto para os produtores quanto para as cerealistas. A estratégia VD apresentou-se favorável quando analisada somente a partir dos retornos. Considerando-se como viável somente os  $IS_2$  superiores a um, mostra-se superior à estratégia CVS.

**Palavras-chaves:** risco, retorno, comercialização, *value-at-risk*.

## ABSTRACT

This paper aimed to evaluate risk and returns of marketing strategies adopted by farmers, cooperatives and grain elevators in the State of Paraná, Brazil, using data for the period 1994-2001. For farmers, the only strategy analyzed was storage, while for coops and grain elevators three strategies were considered: storage (EST), short selling (VD) and buying and selling simultaneously (CVS). The risk analyses were carried out by means of Value-at-Risk (VaR) models using three approaches: Normal Delta, Historical Simulation and Monte Carlo Simulation. The returns were weighted with a modified version of the Sharpe Index ( $IS_2$ ), generating an index of probabilistic returns. In the period analyzed, storage was not viable for farmers as well as for grain elevators. The VD strategy was profitable without taking risk into consideration. CVS is the best strategy when only strategies with  $IS_2$  larger than one are considered profitable.

**Key words:** risk, return, marketing, value-at-risk.

**JEL classification:** Q13.

\* Artigo baseado em parte da tese de doutoramento do primeiro autor no Programa de Doutorado em Economia Aplicada da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

§ Prof. Adjunto da UNIOESTE/M.C.Rondon/PR. Endereço: Rua Pastor Meyer, 550 – CEP:85.960-000 – Marechal Cândido Rondon – PR – E-Mail: [nosidell@unioeste.br](mailto:nosidell@unioeste.br).

¶ Prof. Adjunto do Departamento de Economia Rural da UFRV. Endereço: Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Economia Rural – 36.571-000, Viçosa – MG. E-Mail: [daniilo@ufv.br](mailto:daniilo@ufv.br)

† Prof. Titular do Departamento de Economia Rural da UFRV. Endereço: Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Economia Rural – 36.571-000, Viçosa – MG. E-mail: [jelima@ufv.br](mailto:jelima@ufv.br)

- Meng, C.; Schmidt, P. On the cost of partial observability in the bivariate probit model. *International Economic Review*, 26, p. 71-86, 1985.
- Mohanty, M. S. A bivariate probit approach to the determination of employment: a study of teen employment differentials in Los Angeles county. *Applied Economics*, 34, p. 143-156, 2002.
- Oaxaca, R. Male-female wage differentials in urban labor market. *International Economic Review*, 14, p. 693-704, 1973.
- Oaxaca, R.; Ranson, M. R. On discrimination and decomposition of wage differentials. *Journal of Econometrics*, 61, p. 5-21, 1994.
- Phelps, Edmund S. The statistical theory of racism and sexism. *American Economic Review*, 62, p. 659-661, 1972.

# Retornos e riscos na comercialização de milho no Estado do Paraná: uma aplicação do modelo value-at-risk\*

Edison Luiz Leismann<sup>§</sup>  
Danilo R. D. Aguiar<sup>¶</sup>  
João Eustáquio de Lima<sup>†</sup>

## RESUMO

O objetivo deste texto é avaliar o perfil de risco e retornos das principais estratégias de comercialização do milho adotadas pelos produtores, cooperativas e cerealistas do Estado do Paraná, com dados do período 1994/2001. Na parte referente aos produtores, analisou-se a estocagem, e na parte referente às cooperativas e cerealistas, analisaram-se a estocagem (EST), a venda a descoberto (VD) e a compra e venda simultâneas (CVS). As análises de risco foram realizadas por meio do modelo VaR (*Value-at-Risk*) pelos métodos Delta Normal, Simulação Histórica e Simulação de Monte Carlo. Os retornos foram ponderados pelo risco por meio de uma modificação do Índice de Sharpe ( $IS_2$ ), gerando um índice de retornos probabilístico. No período analisado, a estocagem mostrou-se inviável, tanto para os produtores quanto para as cerealistas. A estratégia VD apresentou-se favorável quando analisada somente a partir dos retornos. Considerando-se como viável somente os  $IS_2$  superiores a um, mostra-se superior à estratégia CVS.

**Palavras-chaves:** risco, retorno, comercialização, *value-at-risk*.

## ABSTRACT

This paper aimed to evaluate risk and returns of marketing strategies adopted by farmers, cooperatives and grain elevators in the State of Paraná, Brazil, using data for the period 1994-2001. For farmers, the only strategy analyzed was storage, while for coops and grain elevators three strategies were considered: storage (EST), short selling (VD) and buying and selling simultaneously (CVS). The risk analyses were carried out by means of Value-at-Risk (VaR) models using three approaches: Normal Delta, Historical Simulation and Monte Carlo Simulation. The returns were weighted with a modified version of the Sharpe Index ( $IS_2$ ), generating an index of probabilistic returns. In the period analyzed, storage was not viable for farmers as well as for grain elevators. The VD strategy was profitable without taking risk into consideration. CVS is the best strategy when only strategies with  $IS_2$  larger than one are considered profitable.

**Key words:** risk, return, marketing, value-at-risk.

**JEL classification:** Q13.

\* Artigo baseado em parte da tese de doutoramento do primeiro autor no Programa de Doutorado em Economia Aplicada da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

§ Prof. Adjunto da UNIOESTE/M.C.Rondon/PR. Endereço: Rua Pastor Meyer, 550 – CEP:85.960-000 – Marechal Cândido Rondon – PR – E-Mail: [nosidell@unioeste.br](mailto:nosidell@unioeste.br).

¶ Prof. Adjunto do Departamento de Economia Rural da UFV. Endereço: Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Economia Rural – 36.571-000, Viçosa – MG. E-Mail: [daniilo@ufv.br](mailto:daniilo@ufv.br)

† Prof. Titular do Departamento de Economia Rural da UFV. Endereço: Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Economia Rural – 36.571-000, Viçosa – MG. E-mail: [jelima@ufv.br](mailto:jelima@ufv.br)

## 1 Introdução

Com o aprofundamento do processo de abertura econômica, desde a década de 1990, os diversos setores produtivos da economia brasileira precisaram ser mais eficientes. No caso da agricultura, a necessidade de maior competitividade forçou o surgimento de inovações nas várias fases do processo produtivo.

Embora o aumento da produtividade seja o aspecto que normalmente recebe maior destaque, uma fase muito importante neste processo é a comercialização, em que o produto é beneficiado, transportado, armazenado e distribuído aos compradores. De maneira particular, para as cooperativas agrícolas e cerealistas, que na época da safra recebem os produtos dos agricultores e precisam estabelecer estratégias de comercialização consistentes, essas questões são objeto de grande preocupação. Para esses agentes, assim como para os demais agentes que atuam na comercialização agrícola, é importante conhecer em profundidade as características das várias estratégias que lhes estão disponíveis, bem como dominar instrumentos analíticos que lhes auxiliem nas decisões de venda dos produtos.

Em suma, um gerenciamento da comercialização dos produtos que proporcione maiores retornos, levando-se também em consideração os riscos assumidos por parte dos produtores, cooperativas ou cerealistas, pode melhorar o desempenho dos mercados agroindustriais.

Por parte das cooperativas agrícolas e cerealistas, entre outras alternativas, as principais estratégias que vêm sendo adotadas são: compra e venda simultâneas; venda a descoberto; e estocagem. Estas três situações são típicas da comercialização de milho no Estado do Paraná. Quanto aos produtores, uma importante estratégia é a estocagem no período pós-colheita, que deve ser comparada com a venda na colheita. Fato da maior importância, ao se escolher uma dessas estratégias, é que todas elas envolvem riscos, nos mais variados graus.

Analisando a viabilidade do uso de novos instrumentos para a administração de risco, Bignotto (2001) ressalta que os maiores entraves, para as empresas do agronegócio, são: a falta de informação de riscos, o fato de as medidas de risco de mercado existentes terem sido desenvolvidas inicialmente para o setor financeiro e os altos custos de implementação. Também Baker e Gloy (2000) ressaltam a necessidade do dimensionamento correto dos riscos e avaliam diversos critérios que produzem escalas de administração de risco. Esses autores utilizam o método VaR (*Value at Risk*) e o Índice de Sharpe, ressal-

tando que os dois critérios são extensamente usados pela comunidade financeira para avaliar tanto o risco quanto os lucros associados aos investimentos.

O objetivo deste trabalho é avaliar o perfil de risco e retornos das principais estratégias de comercialização utilizadas no Estado do Paraná de forma a aumentar o conhecimento sobre o mercado e subsidiar a tomada de decisão a respeito da comercialização de milho. Especificamente pretende-se:

- a. Identificar e analisar os retornos obtidos na comercialização do milho pelos agentes de comercialização;
- b. Identificar e analisar os retornos obtidos em diferentes períodos de comercialização do milho, a partir das safras, por parte dos agricultores;
- c. Estimar o VaR na comercialização do milho;
- d. Calcular um índice de retorno relativo ao risco das posições assumidas na fase de comercialização de milho.

## 2 Referencial teórico

Embora existam modelos econômicos que buscam explicar a armazenagem de produtos agrícolas, incluindo alguns bastante recentes e complexos,<sup>1</sup> este trabalho adota como referencial o modelo desenvolvido por Working (1949) e formalizado por Brennan (1958). Esta opção se deve ao fato de que este modelo, além de ser bastante simples, responde adequadamente às principais questões aqui propostas. Conforme apresentado por Blank, Carter e Schmiesing (1991) e Aguiar (2001), o modelo de Brennan divide o custo líquido de estocagem em três elementos: custo físico; produtividade de conveniência; e fator de aversão ao risco. O custo físico envolve todas as despesas de manipulação e estocagem dos produtos, além da remuneração sobre o capital empatado. Mais explicitamente, este custo inclui o aluguel do armazém, o custo de colocar e retirar o produto do armazém, os juros sobre o capital investido e os seguros pagos. A produtividade de conveniência é decorrência do fato de que parte do armazenamento é feita por empresas que

---

<sup>1</sup> Ver Barros (1987, p. 168-186) para um modelo de expectativas racionais. Para uma versão dinâmica do mesmo modelo, ver Guimarães (2001).

também estão envolvidas na produção, processamento ou comércio da mercadoria estocada. Dessa forma, essas empresas teriam um custo implícito muito alto se o volume estocado fosse muito reduzido. Em consequência disso, a conveniência representa um benefício: quanto maior o volume estocado, maior é o benefício decorrente da conveniência; por isso, ela é subtraída no cálculo do custo líquido de estocagem. O terceiro elemento do custo de estocagem é o fator de aversão ao risco, decorrente de o capital envolvido na estocagem estar sob risco de perdas.

O custo líquido de estocagem é dado por:

$$m_t(E_t) = k_t(E_t) + r_t(E_t) - c_t(E_t) \quad (1)$$

em que  $m_t(E_t)$  = custo líquido de estocagem;  $k_t(E_t)$  = custo físico de estocagem;  $r_t(E_t)$  = fator de aversão ao risco;  $c_t(E_t)$  = produtividade de conveniência;  $E_t$  = estoque formado em  $t$ .

Diferenciando o custo líquido de estocagem com respeito ao volume de estoque ( $E_t$ ), chega-se ao custo marginal de estocagem, que seria a própria oferta de armazenagem:

$$m_t'(E_t) = k_t'(E_t) + r_t'(E_t) - c_t'(E_t) \quad (2)$$

em que  $m_t'(E_t)$  = custo marginal de estocagem;  $k_t'(E_t)$  = custo marginal físico de estocagem;  $r_t'(E_t)$  = fator de aversão ao risco marginal;  $c_t'(E_t)$  = produtividade de conveniência marginal.

A demanda de estocagem, por outro lado, decorre da necessidade de compatibilizar um consumo contínuo com uma oferta sazonal. Para derivar a curva de demanda de armazenagem, admita, inicialmente, que o preço é uma função negativa do consumo:

$$P_t = g_t(C_t), \text{ com } g_t' < 0 \quad (3)$$

em que  $P_t$  = preço da mercadoria no período  $t$ ;  $C_t$  = consumo da mercadoria no período  $t$ .

O consumo é dado pela produção num dado ano, somada ao estoque formado no ano anterior, menos o estoque que ficará para o ano seguinte:

$$C_t = Y_t + E_{t-1} - E_t \quad (4)$$

em que  $Y_t$  = produção em  $t$ ;  $E_{t-1}$  = estoque formado no final de  $t-1$ ;  $E_t$  = estoque formado no final de  $t$ .

Conseqüentemente, o consumo em  $t+1$  seria:

$$C_{t+1} = Y_{t+1} + E_t - E_{t+1} \quad (5)$$

Combinando a equação 3 com as equações 4 e 5, os preços corrente e do ano seguinte seriam:

$$P_t = g_t(C_t) = g_t(Y_t + E_{t-1} - E_t), \quad e \quad (6)$$

$$P_{t+1} = g_{t+1}(C_{t+1}) = g_{t+1}(Y_{t+1} + E_t - E_{t+1}) \quad (7)$$

O diferencial de preços entre os dois períodos seria:

$$B = P_{t+1} - P_t = g_{t+1}(C_{t+1}) - g_t(C_t) \quad (8)$$

Diferenciando (8) com respeito ao estoque ( $E_t$ ):

$$\frac{\partial(B)}{\partial E_t} = \frac{\partial g_{t+1}}{\partial C_{t+1}} \cdot \frac{\partial C_{t+1}}{\partial E_t} - \frac{\partial g_t}{\partial C_t} \cdot \frac{\partial C_t}{\partial E_t} \quad (9)$$

Na equação 9, a derivada de  $C_{t+1}$  com respeito a  $E_t$  é positiva, enquanto que a derivada de  $C_t$  em relação a  $E_t$  é negativa (ver equações 4 e 5). As derivadas de  $g_{t+1}$  e  $g_t$  com respeito a  $C_{t+1}$  e  $C_t$ , respectivamente, são ambas negativas (ver equação 3).

Portanto, a função de demanda de estocagem é uma relação inversa entre o diferencial de preços (entre os dois períodos) e o volume de estocagem. Combinando a oferta e a demanda de estocagem, determina-se, simultaneamente, o diferencial entre o preço futuro e o preço corrente e o volume de estoque de equilíbrio. Alterações no diferencial de preços podem decorrer tanto de mudanças na oferta quanto na demanda de armazenamento. A oferta de estocagem pode mudar quando alguns de seus fatores determinantes mudam, afetando o custo marginal de estocagem. Dois dos principais deslocadores da oferta de estocagem são o preço da mercadoria e a taxa de juros. Aumentando a taxa de juros, aumenta o custo físico de armazenagem, o que corresponde a um deslocamento para cima da função de oferta. Este deslocamento também ocorre no caso do aumento do nível de preços, o que aumentaria o valor do estoque e, portanto, o risco associado à armazena-

gem. Dado um deslocamento para cima da função de oferta, maior deve ser o diferencial de preços para que ocorra o mesmo nível de estoque. Analogamente, reduções da taxa de juros ou do preço da mercadoria deslocam a curva de oferta para a direita.

A demanda de estocagem também pode mudar, alterando o diferencial entre o preço futuro e o preço corrente. Possíveis causas de mudança na demanda de estocagem são mudanças antecipadas na demanda do produto.

Brennan (1958) apresenta os principais fatores que podem alterar a demanda por estoques. A demanda de estocagem seria deslocada para a direita, com provável aumento do diferencial entre o preço futuro e o preço corrente, caso ocorresse: a) aumento na produção no período  $t$ ; b) redução na produção esperada para  $t + 1$ ; c) aumento no estoque de passagem esperado para  $t + 1$ . Alternativamente, haveria deslocamento para a esquerda da curva de demanda de estocagem, com conseqüente diminuição do diferencial entre o preço futuro e o preço corrente, caso houvesse: a) redução na produção no período  $t$ ; b) aumento na produção esperada para  $t + 1$ ; c) redução no estoque de passagem esperado para  $t + 1$ .

### 3 Modelo analítico

#### 3.1 Margens de contribuição das estratégias

A análise das estratégias adotadas pelos produtores e agentes de comercialização baseia-se na Margem de Contribuição (MC) e no Retorno Líquido (RL).

De acordo com Sanvicente (1991), a Margem de Contribuição é a diferença entre o preço de venda de um produto e o seu custo diretamente decorrente da “fabricação” e venda. No contexto deste estudo, a margem de contribuição é a diferença entre o preço de venda, líquido dos descontos de armazenagem e impostos, e o custo de aquisição, somados aos encargos diretamente aplicáveis.

A MC para a compra e venda simultânea é calculada como:

$$MCCVS = \frac{PV_o(1 - ISV) - PC_o}{PV_o(1 - ISV)} \quad (10)$$

em que  $MCCVS$  = margem de contribuição sobre as receitas de vendas do milho, obtida nas compras e vendas simultâneas;  $PV_0$  = preço de venda do milho, no momento 0;  $PC_0$  = preço de compra do milho, no momento 0;  $ISV$  = Impostos sobre vendas.

Para a Venda a Descoberto, a MC é calculada como:

$$MCVD = \frac{PV_0(1 - ISV) + AF[PV_0(1 - ISV)] - PC_n(1 - QbTD_{on})}{PV_0(1 - ISV) + AF[PV_0(1 - ISV)]} \quad (11)$$

em que:  $MCVD$  = margem de contribuição sobre as receitas totais de vendas do milho, obtida por meio da venda a descoberto;  $PC_n$  = preço de compra do milho  $n$  dias após a venda;  $AF = [(1 + i)^n - 1]$  = Atualização Financeira (Receita financeira decimal obtida no período  $n$ , onde  $n$  se refere ao número de dias entre a venda e a compra). A taxa  $i$  representa a taxa de rendimento diário da caderneta de poupança<sup>2</sup>;  $QbTD_{on}$  = Quebra técnica decimal descontada.

A MC para a estocagem é calculada como:

$$MCEST = \frac{PV_n(1 - ISV)(1 - QbTE_{on}) - PC_0(1 + AF + CA_{on})}{PV_n(1 - ISV)(1 - QbTE_{on})} \quad (12)$$

Neste caso,  $MCEST$  = margem de contribuição decimal sobre as receitas totais de vendas do milho, obtida via estocagem;  $PV_n$  = preço de venda  $n$  dias após a compra;  $AF = [(1 + i)^n - 1]$  = Atualização Financeira (Custo financeiro decimal no período  $n$ , que se refere ao número de dias entre a compra e a venda). Este valor representa um custo de oportunidade dos recursos aplicados na estocagem;  $QbTE_{on}$  = Quebra técnica decimal efetivamente ocorrida no período de armazenagem;  $CA$  = Custo de armazenamento decimal no período de estocagem. Este custo se refere à energia elétrica para aeração dos armazéns e aos custos de expurgo com ou sem movimentação, dentre outros.<sup>3</sup>

No caso dos agricultores, utilizou-se a equação 13.

$$DIFEST = \frac{PC_n(1 - QbTD_{on}) - PC_0(1 + AF)}{PC_0(1 + AF)} \quad (13)$$

Em que  $DIFEST$  representa a diferença relativa ao preço de compra atualizado financeiramente, obtida no período de estocagem.

2 Alternativamente, pode ser utilizado o custo diário decimal dos recursos financeiros, quando a empresa é tomadora de recursos, ou a remuneração das aplicações financeiras, quando a empresa é aplicadora de recursos.

3 Alternativamente, pode-se usar os valores das taxas de armazenagens pagas pela CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento).

### 3.2 O modelo VaR (*Value at Risk*)

O VaR é uma medida de risco definida em termos monetários, para determinado período de tempo e nível de confiança. Representa uma perda máxima esperada ao se assumir determinada posição financeira. Assim, neste trabalho, o VaR representa a perda máxima esperada da estratégia para cada mil sacas de milho, a um nível de significância de  $\alpha\%$  ou, alternativamente, ao nível de confiança de  $1 - \alpha\%$ , dentro de um horizonte de tempo especificado.

De acordo com Lima (1999), os riscos de mercado são bastante estudados pela literatura financeira e a metodologia VaR é a mais utilizada. Conforme apresentado por Morgan/Reuters (1996), o VaR é uma medida de risco de fácil entendimento pelas unidades de tomada de decisão internas das empresas. Sinteticamente, o VaR mostra o valor em risco, medido em unidades monetárias, durante um período de tempo especificado e com um determinado nível de confiança.

Linsmeier e Pearson (1996), Manfredo e Leuthold (1998) e Ju e Pearson (1998) afirmam que o VaR tornou-se, recentemente, uma medida padrão para avaliar risco de mercado financeiro e de produto, de instrumentos derivativos e outros instrumentos financeiros. Também foram realizadas, nos Estados Unidos, algumas tentativas de utilização deste método na agropecuária, como mostrado em Manfredo e Leuthold (1998, 1999a, 1999b, 2001).

Conforme mostra Jorian (1998), a mensuração dos riscos por meio do VaR pode ser feita mediante três métodos: Delta Normal, Simulação Histórica e Simulação de Monte Carlo.

O **VaR Delta Normal** considera que os retornos obtidos têm distribuição normal. De acordo com apresentação de Morgan/Reuters (1996), pode ser calculado como:

$$VaR = V_o (1 - e^{-c\sigma + \mu}) \quad (14)$$

em que  $VaR$  = valor em risco, em unidades monetárias;  $V_o$  = posição avaliada a preços de mercado de 1000 sacas de milho;  $e$  = exponencial;  $c$  = constante relativa ao número de desvios padrões para o intervalo de confiança desejado (conforme apresentado por Silva Neto, 1998, são: 99%=2,327; 97,5%=1,96; 95%=1,645 e 90%=1,28);  $\sigma$  = desvio padrão dos retornos da estratégia em análise;  $\mu$  = média dos retornos da estratégia em análise.

Linsmeier e Pearson (1996) afirmam que o **VaR**, via Método de **Simulação Histórica**, requer poucas suposições sobre as distribuições estatísticas dos fatores de mercado subjacentes. Em essência, elabora-se a distribuição potencial de lucros e perdas da posição em determinado ativo, usando mudanças históricas em taxas e preços de mercado. Aplicam-se os resultados percentuais de retornos obtidos no período histórico escolhido sobre a posição atual, ordena-se da maior perda para o maior ganho e obtém-se o VaR a partir do quantil correspondente ao nível de confiança escolhido.

Para o cálculo do VaR, via Método **Simulação de Monte Carlo**, seguindo metodologia apresentada por Souza (2001), pode-se trabalhar com a equação 15:

$$p_{t+h} = p_{t-1} + \sigma \sum_{j=1}^h Z_{t+j-1} \quad (15)$$

em que  $p_{t+h}$  = preço do ativo “h” períodos a frente;  $p_{t-1}$  = preço do ativo no período anterior;  $\sigma$  = desvio padrão dos retornos do ativo;  $Z_{t+j-1}$  = realizações aleatórias.

Dessa forma, a partir do último preço disponível para o ativo, de sua volatilidade e de realizações aleatórias de  $Z$ , é possível, a cada simulação, obter-se um preço para o ativo. Repetindo-se esse processo milhares de vezes é possível obter-se a distribuição inteira de suas perdas e tomar-se o quantil de  $\alpha\%$  como o seu VaR. Em essência, enquanto no método Simulação Histórica trabalha-se com os retornos ocorridos em períodos anteriores, na Simulação de Monte Carlo trabalha-se com os parâmetros (médias, desvios padrões) e tipos de distribuição obtidos anteriormente para então simular a partir de realizações aleatórias.

Neste trabalho serão reportados somente os resultados obtidos com o método Delta Normal. Os resultados com os outros métodos podem ser vistos em Leismann (2002).

### 3.3 Aplicação do Índice de Sharpe

Este trabalho utiliza o Índice de Sharpe para comparar os retornos ponderados pelo risco. O Índice de Sharpe é uma medida de seleção. Conforme apresentado por Riskmetrics Group (1999), o Índice de Sharpe mede o retorno de um ativo acima da taxa de juros livre de risco, dividido pelo risco do ativo, ou seja, seu desvio padrão:

$$IS = \frac{E(R_i) - R_f}{\sigma_i} \quad (16)$$

em que  $IS$  = Índice de Sharpe;  $E(R_i)$  é o retorno esperado do ativo “ $i$ ”;  $R_f$  é a taxa de juros livre de risco; e  $\sigma_i$  é o desvio padrão do retorno (risco) do ativo “ $i$ ”. Assim, o Índice de Sharpe mostra o retorno obtido por unidade de risco assumido pelo investidor.

Neste estudo adota-se uma versão modificada do  $IS$ , adaptando-o para considerar o VaR como fator de ponderação, no lugar do desvio padrão. Desta forma, o Índice de Sharpe adaptado, aqui chamado de  $IS_2$ , criado a partir do  $IS$ , tem a vantagem de demonstrar os retornos líquidos como uma medida probabilística. Assim, quando se utiliza um nível de confiança mais elevado para o cálculo do VaR, este assumirá maiores valores, o que significa que o  $IS_2$  apresenta o retorno em unidades monetárias por unidade monetária de risco assumido, com dada probabilidade.

A equação 17, apresentada a seguir, é utilizada para calcular o  $IS_2$ .

$$IS_2 = \frac{\left\{ \left[ \frac{MCESTouMCD}{(1+i)^n} \right] - MCCVS \right\}}{VaR_n} = \frac{VPL_{MC}}{VaR_n} \quad (17)$$

Em que  $VaR_n$  = *Value-at-Risk* para a estratégia e período em análise;  $i$  = taxa de juros;  $n$  = número de dias ou horizonte de tempo da estratégia;  $VPL_{MC}$  = Valor Presente da diferença entre as margens de contribuição, medido para cada 1.000 sacas de milho. O  $IS_2$  é calculado de forma a ser possível analisá-lo tomando-se como início qualquer semana do período de safra, utilizando-se o número de semanas subsequente desejado, até 52.

#### 4 Dados

Este trabalho utiliza os preços médios do milho do Estado do Paraná. As análises foram feitas a partir do período de safra (fevereiro a abril, para a safra de verão e entre julho e setembro para a safra de inverno) e dos períodos subsequentes (denominados de entressafra). Desta forma, partindo-se de cada semana da safra, analisam-se as estratégias de estocagem e venda a descoberto para períodos de tempo de 1 a 52 semanas subsequentes. Os preços foram obtidos na SEAB/PR (2001). Os dados utilizados na análise da Compra e Venda Simultânea das cerealistas e cooperativas referem-se ao período de julho de 1994 a setembro de 2001. No caso das estratégias de Estocagem e Venda a Descoberto, para as safras de inverno os dados referem-se aos períodos que se iniciam nas

safras de 1994 a 2000, e para as safras de verão referem-se aos períodos que se iniciam nas safras dos anos de 1995 até 2001.

## 5 Resultados e discussão

A seguir são apresentados os retornos líquidos das estratégias de comercialização de milho utilizadas, o *Value-at-Risk* [VaR] e o Índice de Sharpe Modificado ( $IS_2$ ). Os resultados foram obtidos por meio dos *softwares* Eviews 3.0, @Risk, BestFit e Microsoft Excel.

### 5.1 Análises das estratégias de comercialização para cerealistas e cooperativas

Os cálculos foram feitos considerando-se os descontos de *QbTD* e também com valor zero para esse tipo de taxa, visto que, na prática, ocorrem as duas formas. Conforme apresentadas no referencial analítico, são analisadas três situações típicas, a saber: a compra e venda simultânea (*CVS*); a venda a descoberto (*VD*) e a estocagem (*EST*). São apresentados os retornos obtidos, a partir dos períodos de safra de inverno e verão, com destaque para as comparações com os retornos obtidos na estratégia básica, que é a compra e venda simultânea. Após a apresentação dos retornos, seguem os resultados obtidos com a análise do VaR (*Value-at-Risk*) e o Índice de Sharpe Modificado ( $IS_2$ ).

#### 5.1.1 Retornos da Compra e Venda Simultânea (*CVS*)

Visando reduzir riscos, ou por necessitarem de recursos financeiros para comprar dos produtores, os agentes de comercialização procuram colocar no mercado, simultaneamente, volumes similares aos comprados, situação a partir da qual são calculadas as MC-CVS (Margens de Contribuição da Compra e Venda Simultânea).

Os resultados mostram que o retorno médio obtido pelas cooperativas nos oito anos, nas semanas de colheita das safras de inverno analisadas, foi 13,24%, e pelas cerealistas, 10,59%, com desvio padrão de 2,58%. A diferença dos retornos médios entre os dois tipos de agentes de comercialização mostra que os impostos impactam em -18,33% as margens das empresas cerealistas (Figura 1).

Nas safras de verão, o retorno médio das cooperativas foi 14,65%, e das empresas cerealistas, foi 12,00%, com desvio padrão comum de 5,21%. Esses valores evidenciam que, em média, os agentes de comercialização obtêm melhores retornos na safra de verão

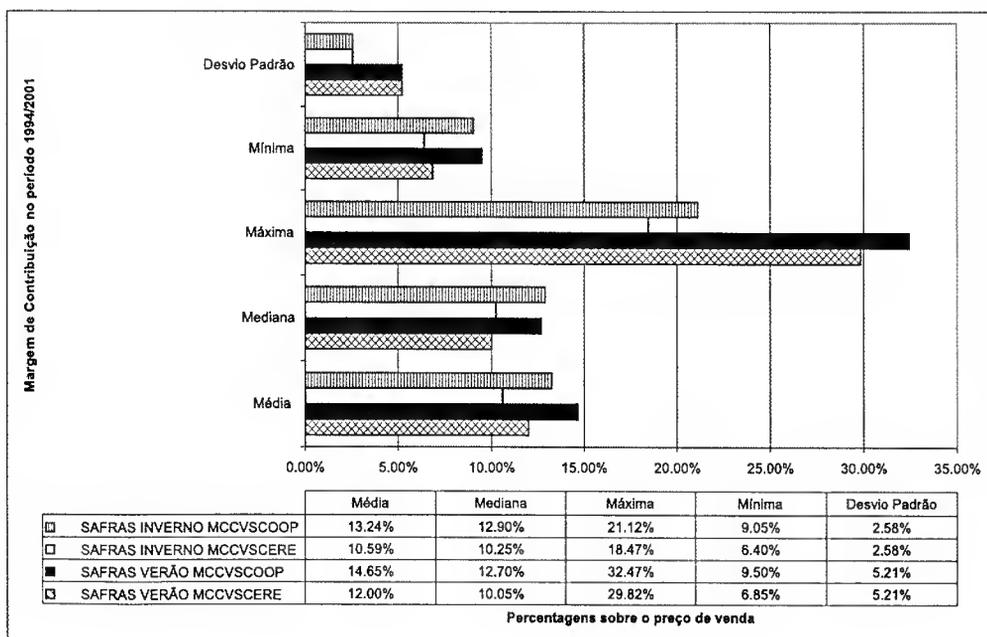
em relação à safra de inverno do milho. Outro aspecto a considerar é que o desvio padrão nas safras de verão é o dobro do que ocorre nas safras de inverno (Figura 1).

A safra de verão (na média das safras de 1997/2001) representa 76,5% do total de milho colhido no Estado do Paraná (SEAB/PR/2001). Assim, considerando-se um consumo eqüitativamente distribuído ao longo do ano, a maior concentração da oferta no primeiro semestre favorece os agentes de comercialização, em detrimento dos agricultores.

Vale destacar, ainda, que as margens de contribuição são maiores nas semanas iniciais da safra de verão e caem à medida que a colheita avança. Assim, os preços pagos aos produtores no início da safra caem com maior rapidez do que os preços praticados no atacado.

**Figura 1**

**Margem de Contribuição (MC) das Cerealistas e Cooperativas na Compra e Venda Simultânea (CVS), no Estado do Paraná, de Julho de 1994 a Setembro de 2001**



Fonte: Resultados da pesquisa.

Em síntese, por ser conhecida a margem de contribuição da *CVS* no momento da tomada de decisão, apesar de não ser estável no período analisado, esta estratégia é considerada sem risco para fins deste estudo. Ou seja, as margens obtidas nas estratégias de Estocagem (*EST*) e Venda a Descoberto (*VD*), a seguir analisadas, são contrapostas às margens obtidas na *CVS* e trabalha-se com os retornos líquidos<sup>4</sup> (retornos da *EST* ou *VD*). Assim, os valores a seguir apresentados são os prêmios obtidos por terem sido assumidas situações que envolviam riscos de mercado.

### 5.1.2 Retornos da Estocagem (*EST*)

A Tabela 1, para a safra de inverno, com resultados para períodos selecionados, tomando-se o período total das 7 safras, mostra que os retornos médios da estocagem foram estatisticamente iguais a zero para períodos até 15 semanas. A partir de 20 semanas, até 45 semanas, em média, foram negativos em patamares entre -6,70% e -23,51%.

**Tabela 1**  
**Retornos da Estocagem do Milho a Partir das Safras de Inverno no Estado do Paraná em Diferentes Períodos de Estocagem, nas Safras de 1994 a 2000**

Período de estocagem	Retorno Mínimo	Retorno Médio	Retorno Máximo	Desvio Padrão	t-observado	p-value
LESTCOP05	-16,04%	-0,41%	18,95%	6,05%	-0,651933	0,5161
LESTCOP10	-21,85%	-0,75%	24,84%	9,67%	-0,737049	0,4630
LESTCOP15	-39,40%	-2,06%	25,61%	14,94%	-1,215992	0,1915
LESTCOP20	-55,06%	-6,70%	27,00%	20,25%	-3,157561	0,0022
LESTCOP25	-67,61%	-13,22%	25,49%	24,42%	-5,164290	0,0000
LESTCOP30	-75,81%	-19,51%	22,31%	26,93%	-6,910486	0,0000
LESTCOP35	-76,11%	-22,65%	13,88%	28,76%	-7,513196	0,0000
LESTCOP40	-75,96%	-23,59%	13,10%	28,62%	-7,861600	0,0000
LESTCOP45	-84,25%	-23,51%	12,57%	26,46%	-8,476201	0,0000

Fonte: Resultados da Pesquisa.

<sup>4</sup> Resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2 por meio das séries: LESTCOP, que demonstram o retorno líquido (L) da estocagem (*EST*), obtidos pelas cooperativas (*CO*), com juros da caderneta de poupança como custo de oportunidade (*P*). Da mesma forma, nas Tabelas 3 e 4 as séries: LVDCOSQP demonstram o retorno líquido (L) da venda a descoberto (*VD*), obtidos pelas cooperativas (*CO*), sem descontar quebra técnica (*SQ*) e juros da caderneta de poupança (*P*). Estas séries são sempre seguidas do número de semanas em que a estratégia foi mantida.

Os retornos da estocagem a partir das **safras de verão**, apresentados na Tabela 2, mostram que os valores médios obtidos pelos agentes de comercialização são estatisticamente diferentes de zero para os nove períodos selecionados (ao nível de significância de 1%), assumindo valores médios negativos entre -2,02% e -16,73%, com desvio padrão crescente.

Os resultados mostram que não tem sido uma alternativa viável estocar a partir do início das safras. Os agentes de comercialização obtiveram melhores resultados quando procuraram vender todo produto adquirido nessas semanas iniciais de colheita, ou seja, quando adotaram a CVS em vez de comprar e estocar.

**Tabela 2**  
**Retornos da Estocagem do Milho a Partir das Safras de Verão no Estado do Paraná em Diferentes Períodos de Estocagem, nas Safras de 1995 a 2001**

Período de estocagem	Retorno Mínimo	Retorno Médio	Retorno Máximo	Desvio Padrão	t-observado	p-value
LESTCOP05	-18,90%	-2,02%	14,68%	5,73%	-3,37293	0,0011
LESTCOP10	-27,14%	-2,75%	15,03%	8,30%	-3,16576	0,0021
LESTCOP15	-35,64%	-3,00%	17,63%	9,44%	-3,03439	0,0032
LESTCOP20	-33,75%	-3,46%	19,26%	10,21%	-3,2279	0,0017
LESTCOP25	-24,69%	-4,62%	19,40%	9,43%	-4,5409	0,0000
LESTCOP30	-36,89%	-6,20%	17,96%	10,54%	-5,29486	0,0000
LESTCOP35	-39,25%	-7,62%	18,98%	12,13%	-5,5490	0,0000
LESTCOP40	-51,25%	-10,88%	17,37%	16,65%	-5,7724	0,0000
LESTCOP45	-66,35%	-16,73%	13,82%	21,46%	-6,8867	0,0000

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Os resultados mostram que, apesar de terem ocorrido retornos positivos em alguns anos, a estocagem sistemática, na média, foi inviável para os agentes de comercialização.

### 5.1.3 Retornos da Venda a Descoberto (VD)

Nesta estratégia o produtor deixa o produto depositado com preço a fixar e a empresa vende o produto a descoberto. Os resultados da venda a descoberto para as **safras de inverno** mostram que quando se desconta a taxa de quebra técnica (*QbTD*), os retornos mé-

dios da VD não são estatisticamente diferentes de zero até 15 semanas na posição, assumindo valores positivos crescentes a partir de então, atingindo 14,64% com 45 semanas.

A situação mais comum encontrada nos agentes de comercialização é sem o desconto da taxa de quebra técnica, cujos resultados são apresentados na Tabela 3. Neste caso, os retornos médios são estatisticamente iguais a zero até 20 semanas, assumindo valores positivos a partir de então.

Quando a Venda a Descoberto (com desconto de *QbTD*) ocorre a partir das safras de verão, até 20 semanas os retornos médios da posição não são estatisticamente diferentes de zero, assumindo valores crescentemente positivos a partir de 25 semanas.

**Tabela 3**  
**Retornos da Venda a Descoberto do Milho a Partir das Safras de Inverno, Sem Desconto de Quebra Técnica, no Estado do Paraná em Diferentes Períodos, nas Safras de 1994 a 2000**

Período na posição	Retorno Mínimo	Retorno Médio	Retorno Máximo	Desvio Padrão	t-observado	p-value
LVDCOSQP05	-18,05%	-0,85%	7,35%	4,72%	-1,7089	0,0909
LVDCOSQP10	-27,72%	-1,17%	17,98%	9,02%	-1,78495	0,0776
LVDCOSQP15	-30,78%	-1,34%	27,54%	14,16%	-0,90308	0,3689
LVDCOSQP20	-36,42%	1,28%	33,94%	18,45%	0,66269	0,5092
LVDCOSQP25	-37,72%	5,38%	36,09%	20,52%	2,50067	0,0142
LVDCOSQP30	-33,32%	8,10%	36,46%	20,54%	3,76215	0,0003
LVDCOSQP35	-22,94%	7,82%	37,66%	20,59%	3,62556	0,0005
LVDCOSQP40	-22,46%	7,52%	35,11%	19,49%	3,68161	0,0004
LVDCOSQP45	-20,17%	7,83%	34,71%	18,26%	4,09017	0,0001

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Na hipótese em que o agente de comercialização não desconta a taxa de *QbTD*, conforme mostra a Tabela 4, os retornos médios ficam muito próximos de zero, com leve tendência para valores médios negativos. Além disso, o desvio padrão é crescente, atingindo 17,50% com 45 semanas na posição VD.

**Tabela 4**  
**Retornos da Venda a Descoberto do Milho a Partir das Safras de Verão,**  
**Sem Desconto de Quebra Técnica, no Estado do Paraná em Diferentes**  
**Períodos, nas Safras de 1995 a 2001**

Período na posição	Retorno Mínimo	Retorno Médio	Retorno Máximo	Desvio Padrão	t-observado	p-value
LVDCOSQP05	-19,76%	-0,73%	18,33%	5,77%	-1,2034	0,2320
LVDCOSQP10	-27,97%	-1,73%	14,49%	7,53%	-2,19238	0,0309
LVDCOSQP15	-23,09%	-2,04%	13,33%	7,95%	-2,4505	0,0162
LVDCOSQP20	-26,50%	-2,64%	15,11%	9,69%	-2,5998	0,0109
LVDCOSQP25	-27,36%	-2,67%	9,95%	9,06%	-2,7302	0,0077
LVDCOSQP30	-24,36%	-2,30%	14,90%	9,07%	-2,2819	0,0252
LVDCOSQP35	-24,57%	-1,04%	25,34%	11,11%	-0,8232	0,4129
LVDCOSQP40	-30,10%	0,62%	33,26%	15,00%	0,3622	0,7182
LVDCOSQP45	-25,53%	3,93%	34,66%	17,50%	1,98156	0,0511

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Portanto, as conclusões são de que a venda a descoberto se apresenta, em média, com potencial de ganhos quando se desconta a taxa de *QbTD* e sendo possível mantê-la por períodos de tempo crescentes, e não se mostrou viável quando não se descontou a taxa de *QbTD*. Pode-se concluir, pois, que a estratégia de VD tem sido mais rentável que a estratégia de estocagem,<sup>5</sup> embora também apresente riscos, que serão dimensionados na seção seguinte.

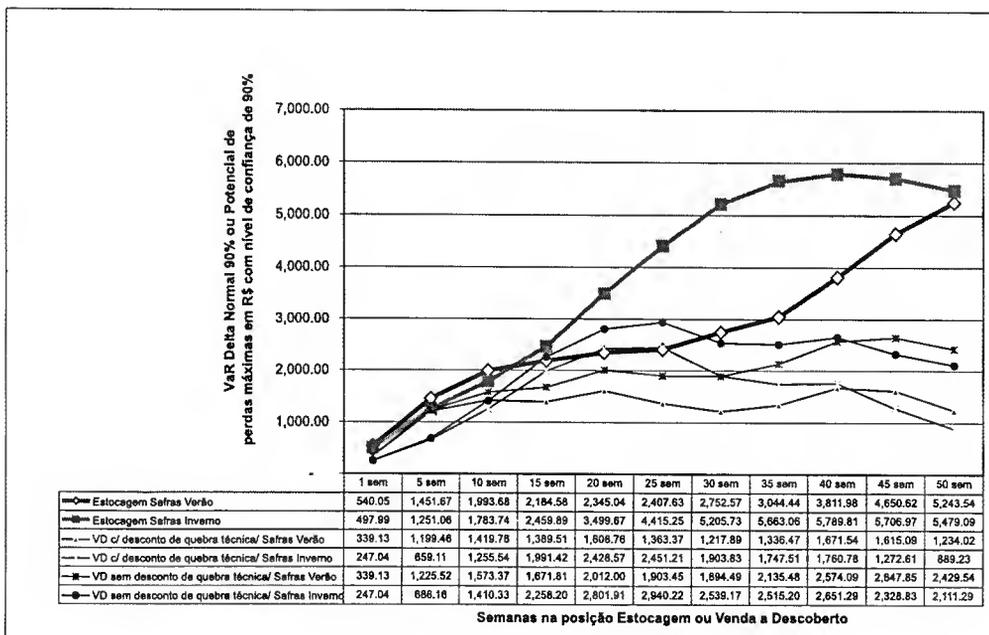
#### 5.1.4 Cálculo do VaR pelo método Delta Normal

Os resultados do estudo mostraram que as estimativas feitas por meio dos três métodos (Delta Normal, Simulação Histórica e Simulação de Monte Carlo) foram muito semelhantes. Como o método **Delta Normal** é muito mais fácil de ser calculado, optou-se por apresentar apenas os resultados desse método, os quais foram usados, com nível de confiança de 90%, para calcular os índices de Sharpe ( $IS_2$ ). Os resultados dos outros mé-

5 Deve-se ressaltar, no entanto, que esses resultados referem-se a uma análise *ex-post*. Assim, se muitos agentes passarem a agir de maneira diferente, como, por exemplo, reduzindo estoques, os resultados se alterariam, com a eliminação dos resultados médios positivos da VD.

todos podem ser encontrados em Leismann (2002). A Figura 2 mostra esses resultados para períodos selecionados para as duas estratégias.

**Figura 2**  
**VaRs Delta Normal Máximos com Nível de Confiança de 90% para Períodos Selecionados nas Estratégias de Estocagem e Venda a Descoberto a Partir das Safras de Verão e Inverno do Período 1994/2001**



Fonte: Resultados da Pesquisa.

Observa-se maior risco na estratégia de estocagem quando comparados com a estratégia de venda a descoberto. Também se mostra superior o risco da estocagem a partir das safras de inverno, notadamente a partir de 15 semanas na posição. O menor risco ocorre quando se desconta a quebra técnica e vende-se a descoberto. Após 20 semanas, o risco da estratégia reduz-se à medida que o tempo na posição aumenta.

A partir dos VaRs estimados e dos retornos calculados, obtém-se o  $IS_2$ , que representa os retornos ponderados pelos riscos.

### 5.1.5 Cálculo do Índice de Sharpe Modificado ( $IS_2$ )

O  $IS_2$  evidencia a relação entre o retorno líquido da estratégia adotada e o risco probabilístico (VaR). Quanto maior o nível de confiança, maior é o VaR e, portanto, menor é o  $IS_2$ .

Nas análises para cada ano do período analisado (1994/2000) os resultados da **estocagem** para os períodos selecionados das **safras de inverno** mostram que a estratégia somente foi viável para os horizontes de tempo de 10 a 25 semanas, no ano de 1999. Nos outros períodos e anos o  $IS_2$  apresenta-se abaixo de 1 e, em muitos casos, abaixo de zero. Assim, como somente em uma das sete safras analisadas ocorreram  $IS_2 > 1$ , em média, no período analisado, ocorreu inviabilidade da estocagem, a partir das safras de inverno. Assim, e por necessidade de simplificação, apresentam-se os resultados médios das 7 safras para períodos selecionados, por meio da Figura 3.

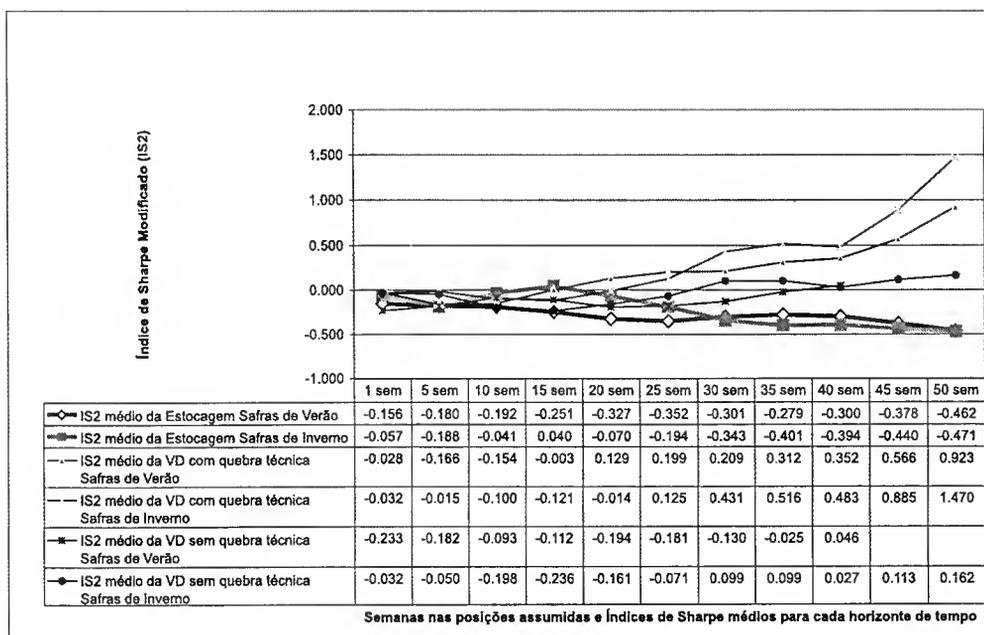
Da mesma forma, ao se analisar a estratégia *VD* (com desconto da taxa de *QbTD*), os resultados mostraram-se favoráveis à estratégia nos anos de 1994, 1996 e 2000 e exclusivamente para longos períodos na posição (acima de 35 semanas). Nesta estratégia ocorre grande concentração de resultados positivos, mas inferiores ao risco. Com isso, os  $IS_2$  encontram-se entre 0 e 1, com exceção do ano de 1999, que apresenta resultados negativos. Isso também fica evidenciado na análise dos resultados médios da Figura 3. A conclusão é que a estratégia apresenta resultados positivos, mas não suficientes para compensar os riscos envolvidos. Quanto maior o período de tempo que puder ser mantida a posição, maiores são as possibilidades do  $IS_2$  atingir patamares superiores a 1. No entanto, é importante lembrar que a prerrogativa de manter-se na posição *VD* não está sob controle do agente de comercialização, pois o produtor é quem decide o momento de vender o produto. No caso em que não se desconta a taxa de *QbTD*, praticamente todos os resultados ficaram abaixo de 1.

Em síntese, durante o período analisado, ao se assumir posições em *VD*, a partir das safras de inverno, estas proporcionaram retornos negativos (1997 e 1999) ou os retornos positivos não compensaram o risco de mercado envolvido.

Da mesma forma, nas análises do  $IS_2$  a partir das **safras de verão**, para a estocagem, o índice ficou acima de 1 em 1996 (5 a 15 semanas), 1999 (5, 10 e 40 semanas) e 2001 (15 a 25 semanas). No entanto, nestes mesmos anos, e para algumas semanas dos anos de 1997, 1998 e 2000, ficaram entre 0 e 1, e em outros períodos, principalmente em 1994,

ficaram abaixo de zero. Os resultados médios das 7 safras apresentados na Figura 3 retratam essa tendência para índices negativos.

**Figura 3**  
**Índice de Sharpe Modificado Médio para Períodos Seleccionados, Calculados a Partir do VaR Delta Normal com Nível de Confiança de 90% – Safras de Verão e Inverno – Estocagem e Venda a Descoberto, no Estado do Paraná no Período 1994 a 2001**



Fonte: Resultados da pesquisa.

Assim, a estocagem a partir das semanas das safras de verão foi inviável, na média dos 7 anos, quando o critério é ter  $IS_2$  acima de 1, ou seja, retornos mais que proporcionais ao risco.

Quando se analisa a estratégia VD (com desconto da taxa de  $QbTD$ ), destacam-se, positivamente, os anos de 1996 e 2000, só que para períodos acima de 35 semanas na posição. Nesses anos ocorreu alta concentração entre 0 e 1 e abaixo de zero. Quando não é descontada a taxa de quebra técnica, os resultados são praticamente todos abaixo de 1. Com isso, conclui-se pela inviabilidade dessa estratégia, em média. Assim, também para as safras de verão, seguindo o critério em que é viável somente a estratégia que apresente

retornos mais que proporcionais ao risco, a conclusão é que as estratégias de *EST* ou *VD* não deveriam ter sido adotadas, preferindo-se a estratégia *CVS*.

Em resumo, ao se levar em consideração os riscos, e não só os retornos, nota-se que nem a estocagem nem a venda a descoberto foram viáveis na maior parte do período analisado.

## 5.2 Estocagem do milho pelos produtores

Tal como apresentados aos agentes de comercialização, no caso dos agricultores os retornos de determinado período de estocagem foram ponderados pelo risco, gerando o Índice de Sharpe modificado. Os resultados mostraram a inviabilidade da estocagem por parte dos produtores rurais, mesmo na situação em que as cooperativas ou cerealistas não descontam a taxa de quebra técnica.

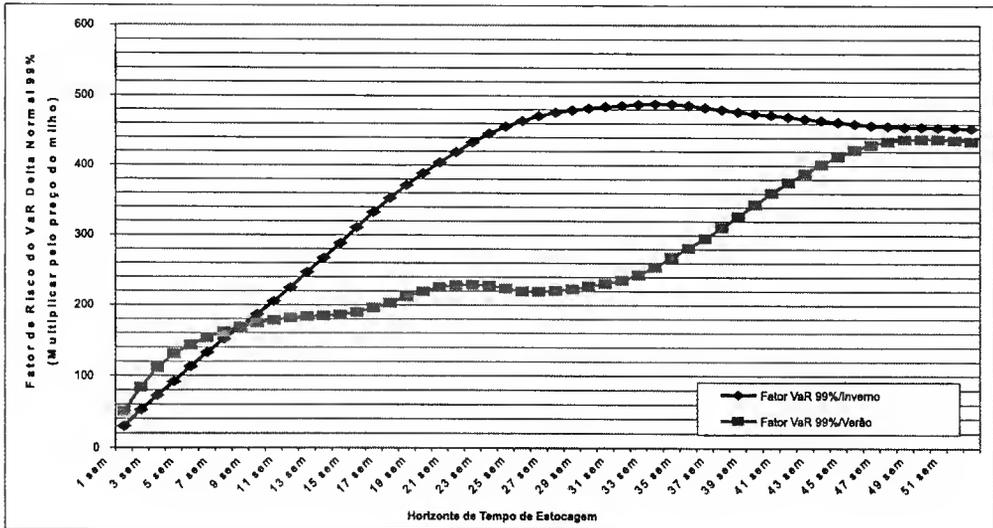
Dadas as características da fórmula de cálculo do VaR Delta Normal, torna-se possível apresentar o risco não em valor monetário, mas em fatores de risco, que multiplicados pelo preço do milho no momento atual informam o VaR para o período de estocagem desejado bem como a partir da safra em que se está tomando a decisão. Esses fatores, calculados com dados do período 1994/2001, são apresentados na Figura 4. Assim, multiplicando-se o fator do período escolhido pelo preço no momento do cálculo, obtém-se o VaR.

Os fatores de risco são uma simplificação do método VaR, que facilita sua utilização pelos produtores rurais. Assim, à medida que os preços variam, e a partir de cada preço diferente no momento do cálculo, obtém-se diferentes valores em risco (VaR).

A Figura 4 evidencia maiores riscos da estocagem a partir das safras de inverno, a partir de 11 semanas até 47 semanas de estocagem.

Figura 4

Fatores de Risco do VaR Delta Normal para Estocagem do Milho pelos Produtores do Estado do Paraná, Calculados a Partir dos Dados do Período 1994 a 2001



Fonte: Resultados da pesquisa.

## 6 Considerações finais

O enfoque utilizado neste trabalho, combinando o método VaR e o índice de Sharpe, mostra-se extremamente útil para avaliar estratégias de comercialização. Claramente, a inclusão de uma medida de risco na avaliação da viabilidade das estratégias alternativas permite comparações muito mais rigorosas das diversas estratégias do que a análise feita apenas a partir dos retornos.

Embora este estudo tenha sido realizado com dados passados, mostrando o que ocorreu em termos da relação retornos/riscos, de forma a identificar a viabilidade ou não das estratégias, com pequenas adaptações este método pode ser utilizado por tomadores de decisão de forma prospectiva. Para tal, bastaria que fossem usadas as expectativas de preços futuros. Evidentemente, é necessário que se estabeleçam critérios para a definição dos valores referentes às expectativas de preços futuros e se definam quais são as taxas de juros correspondentes ao custo de oportunidade da empresa. Além disso, embora a pesquisa só tenha feito o teste com o milho, o método de análise é diretamente aplicável a outros produtos agrícolas armazenáveis. Para os tomadores de decisão de comerciali-

zação, uma sugestão seria o estabelecimento de parâmetros de acordo com o perfil de exposição ao risco pretendido. Por exemplo, uma administração mais ousada poderia estabelecer níveis de confiança mais baixos (algo entre 80% e 90%) e exigir que o  $IS_2$  seja maior que 1. Uma administração mais cautelosa optaria por níveis de confiança mais elevados (95% a 99%), mantendo-se o  $IS_2 > 1$  como critério mínimo.

Em termos do método de cálculo, os resultados mostraram que eles apresentam valores similares. Caso este comportamento possa ser generalizado, a sugestão seria o uso do método Delta Normal, por ser este o de mais fácil aplicação.

No tocante ao mercado de milho, a grande variabilidade dos resultados, de ano para ano, mostra que não há uma estratégia que seja sempre a melhor, embora a estratégia de estocagem na safra tenha se mostrado, de modo geral, inferior. Esta constatação ressalta a necessidade de se utilizar instrumentos de análise de forma prospectiva, projetando-se os preços e utilizando-os para o cálculo dos VaRs e dos  $IS_2$ . Uma outra questão relevante é: qual seria a razão de se estocar o produto se, via de regra, a estocagem mostra-se inviável? Uma explicação para tal decorre do próprio modelo teórico de Brennan. Como o milho é um insumo importante na produção animal, a produtividade de conveniência da estocagem torna-se de grande relevância.

Os resultados do estudo, quanto à decisão do agricultor de estocar sua safra de milho para comercializar em momentos posteriores (na entressafra), mostraram que a alternativa apresentou-se inviável quando comparada com a venda no momento da safra. As análises de risco de estocagem pelo produtor a partir do VaR Delta Normal com nível de confiança de 90% evidenciaram que o método prevê adequadamente o risco para horizontes de tempo de estocagem de até 40 semanas.

Os resultados para as cooperativas e agentes de comercialização mostraram que, das três estratégias, teria sido preferível a compra e venda simultânea – CVS –, estratégia esta que é livre de risco. Os retornos da estocagem ficaram em torno de zero até a vigésima semana, declinando a partir de então e estabilizando-se em torno de -17% até a quinquagésima-segunda semana de estocagem. No caso da venda a descoberto – VD –, os retornos médios foram positivos para as safras de inverno e negativos ou próximos de zero nas safras de verão. Quanto ao risco, o modelo VaR Delta Normal mostrou que o risco da estocagem cresce à medida que o tempo de estocagem aumenta, sendo superior a partir das safras de inverno em relação às safras de verão. No caso da venda a descoberto, o risco é declinante a partir de 20 semanas na posição. Em síntese, no caso dos agentes de comercialização, quando os eventuais retornos positivos são ponderados pelo risco (VaR

Delta Normal), os resultados mostram-se insuficientes para sugerir a estocagem ou a venda a descoberto, a partir do conceito de Sharpe, isto é,  $IS_2 > 1$ .

No tocante às implicações dos resultados aqui encontrados para políticas públicas e privadas de estocagem, cabe salientar que as políticas públicas não foram enfocadas neste trabalho. Em relação às políticas privadas de estocagem, pode-se dizer que os resultados mostraram que, além dos custos normais de estocagem, existe um custo financeiro líquido superior ao custo de oportunidade das taxas de caderneta de poupança, e as empresas, em suas políticas de estocagem, devem comparar este custo com a produtividade de conveniência apresentada por Brennan, avaliando se os benefícios desta compensam os custos que foram evidenciados no período da pesquisa, e monitorando os resultados a cada ano-safra, melhorando, com isso, a tomada de decisão de estocagem.

Deve-se destacar também que a nova Lei da Armazenagem (Lei 9.973, de 29/05/2000) e o Decreto 3.855, de 03/07/2001, estabelecem que a comercialização do produto recebido em depósito requer a prévia concordância formal do depositante. Somente a partir dessa condicionante torna-se possível para a empresa cerealista ou cooperativa praticar a estratégia de venda a descoberta – VD –, descrita neste trabalho.

Apesar das inúmeras conclusões obtidas nesta análise, deve-se reconhecer que o presente estudo tem como fator limitante o pequeno número de observações, visto que se trabalha com períodos específicos dentro do ano (períodos subsequentes às semanas das safras) e optou-se por trabalhar com os preços do período pós-estabilização (Plano Real). Desta forma, à medida que novos dados vão surgindo para ampliar a amostra, os métodos podem ser melhorados em sua potencialidade de previsão dos riscos. Finalizando, sugere-se que novas pesquisas procurem avaliar o risco por meio do *Value-at-Risk* no contexto de multiprodutos, uma vez que as empresas de comercialização costumam comercializar mais de um tipo de produto.

## Referências bibliográficas

Aguiar, D. R. D. *Mercados futuros agropecuários*. Viçosa: UFV, 2001. Mimeografado, 31p.

Baker, T. G.; Gloy, B. A. A comparison of criteria for evaluating risk management strategies. In: 2000 AAEA ANNUAL MEETINGS, 2000, Tampa, Florida, EUA. *Selected Paper*. Tampa, Florida, EUA: AAEA, 2000.

- Barros, G. S. C. *Economia da comercialização agrícola*. Piracicaba: FEALQ, 1987, 306p.
- Bignotto, E. C. *Comunicação de risco financeiro e perspectivas de aplicação de VaR na agroindústria*. São Paulo: BM&F, 2001. (Resenha BM&F, 141). ([www.bmf.com.br](http://www.bmf.com.br)).
- Blank, S. C.; Carter, C. A.; Schmiesing, B. H. *Futures and options markets - trading in commodities and financials*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1991, 410 pp.
- Brennan, M. J. The supply of storage. *American Economic Review*, v. 48, p. 50-72, 1958.
- Decreto Nº 3.855, de 3 de julho de 2001 – Regulamenta Lei 9.973 de 29/05/2000 sobre o sistema de armazenagem de produtos agropecuários. ([www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)).
- Guimarães, V. D. A. *Análise do armazenamento de milho no Brasil com um modelo dinâmico de expectativas racionais*. 2001. 136p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ, Piracicaba.
- Jorian, P. *Value-at-risk - a nova fonte de referência para o controle do risco de mercado*. São Paulo: BM&F, 1998. 305p.
- Ju, X.; Pearson, N. D. *Using value-at-risk to control risk taking: how wrong can you be?* Champaign: University of Illinois at Urbana, 1998. (OFOR Paper, 8).
- Lei Nº 9.973, de 29 de maio de 2000 – Sistema de Armazenagem dos Produtos Agropecuários. ([www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)).
- Leismann, E. L. *Retornos e riscos na comercialização de milho no Estado do Paraná: uma aplicação do modelo value-at-risk*. 2002. 177p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada), Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa.
- Lima, I. S. *Contabilidade e controle de operações com derivativos*. São Paulo: Pioneira, 1999. 141p.
- Linsmeier, T. J.; Pearson, N. D. *Risk measuring: an introduction to value-at-risk*. 1996. 44p. (Office for Futures and Options Research Working Paper, 4).
- Manfredo, M. R.; Leuthold, R. M. *Agricultural applications of value-at-risk analysis: a perspective*. Champaign: University Of Illinois at Urbana, 1998. (OFOR Paper, 4).
- \_\_\_\_\_. *Market risk measurement and the cattle feeding margin: an application of value-at-risk*. Champaign: University Of Illinois at Urbana, 1999a. (OFOR Paper, 4).
- \_\_\_\_\_. *Value-at-risk analysis: a review and the potential for agricultural applications*. *Rev. Agr. Econ.*, v. 21, p. 99-111, 1999b.

- \_\_\_\_\_. Market risk and the cattle feeding margin: an application of Value-at-Risk. *Agribusiness*, v. 17, n. 3, p. 333-353, 2001.
- Morgan-Reuters, J. P. *Risk metrics – technical document*. 4.ed. New York, 1996. (<http://www.jpmorgan.com/RiskManagement/RiskMetrics/RiskMetrics.html>).
- Riskmetrics Group. *Risk management – a practical guide*. 1999. ([www.riskmetrics.com](http://www.riskmetrics.com)).
- Sanvicente, A. Z. *Administração financeira*. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1991, 480p.
- Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná - SEAB-PR. Departamento de Economia Rural. *Banco de dados*. [2001]. ([www.pr.gov.br/celepar/seab/index.html](http://www.pr.gov.br/celepar/seab/index.html)).
- Silva Neto, L. A. *Derivativos: definições, emprego e risco*. São Paulo: Atlas, 1998, 282p.
- Souza, L. A. R. *Metodologia de cálculo de VaR*. 2001. ([www.risktech.com.br](http://www.risktech.com.br)).
- Working, H. The theory of the price of storage. *American Economic Review*, v. 39, p. 1254-1262, 1949.

