

# **Estratégias de comercialização de arroz a partir da diversificação do período de venda\***

*Luís Davi Siqueira\*\**

*Economista, Mestre em Economia do  
Desenvolvimento, Doutorando em  
Ciências Sociais na PUCRS*

*Carlos Eduardo Lobo e Silva\*\*\**

*Professor do Programa de Pós-Graduação em  
Economia (PPGE-FACE-PUCRS)*

## **Resumo**

*Este artigo utiliza a teoria de carteiras como instrumental para analisar as estratégias de comercialização de arroz, considerando diferentes períodos de venda da safra como diferentes ativos do portfólio do produtor. Para essa tarefa, o trabalho utiliza dois modelos distintos: o modelo de Markowitz (1952) e o modelo do Capital Asset Pricing Model (CAPM), desenvolvido por Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossim (1966). Especificamente no caso do modelo de Markowitz (1952), os resultados confirmam os ganhos que a diversificação pode trazer em termos de risco e retorno. Além disso, os meses de março, abril e novembro foram os mais presentes nas carteiras eficientes, sendo que, quanto mais propenso ao risco for o produtor, maior será a participação do mês de novembro no seu portfólio. O Modelo CAPM encontra resultados similares, mas ressaltam também os meses de maio, dezembro e janeiro.*

## **Palavras-chave**

**Arroz; comercialização; teoria de carteiras.**

---

\* Revisora de Língua Portuguesa: Maria Inácia Flor Reinaldo.

Artigo recebido em nov. 2010 e aceito para publicação em jun. 2011.

\*\* *E-mail:* luis.davi@ibest.com.br

\*\*\* *E-mail:* carlos.silva@pucls.br

## ***Abstract***

*This work uses the portfolio theory to analyze the strategies of commercialization of rice in terms of risk and return, considering different periods of commercialization as different assets. Initially, this study builds an efficient frontier of portfolios as proposed by Markowitz (1952). Moreover, it uses the CAPM to analyze and compare those strategies mentioned previously. The results confirm the gains that diversification can bring in terms of risk and return. Specifically in the case of the Markowitz model (1952), March and November were the two periods more relevant for the portfolios belonging to the efficient frontier. CAPM model finds similar results and identifies May, December, and January as months with satisfactory returns as well.*

## ***Key words***

***Rice; trading; Portfolio Theory.***

**Classificação JEL: Q11, Q14.**

# **1 Introdução**

Em razão da sazonalidade natural da atividade agrícola, somada às incertezas quanto às condições climáticas, as estratégias de comercialização dos produtos agrícolas podem ser determinantes para o sucesso da atividade produtiva no campo. As variações dos preços pagos aos produtores exigem constantes movimentos por parte do setor em busca de soluções para minimizar os riscos e maximizar o retorno da produção.

Assim como em outras culturas, o preço do arroz também tem apresentado forte componente sazonal. Além disso, em uma perspectiva de mais longo prazo, os preços reais<sup>1</sup> pagos aos produtores vêm numa escalada declinante nos últimos 15 anos, chegando, em 2010, a patamares inferiores aos registrados no período 1995-99 (IRGA, 2010).

As características do arroz permitem ao produtor comercializar o produto fora da safra para buscar melhores preços, mas o armazenamento da colheita envolve riscos, uma vez que o preço futuro é desconhecido, e o

---

<sup>1</sup> Preços deflacionados pelo IGP-DI.

mercado financeiro não oferece ao produtor instrumentos tradicionais de proteção, como o mercado de opções e futuro.

Tendo como motivação central a busca por estratégias eficientes aos produtores de arroz e levando em conta a importância que o setor tem para a economia do Brasil — que é o nono maior produtor mundial — e, especialmente, para a economia gaúcha, cuja produção responde por mais de 60% da produção nacional, este trabalho tem como objetivo investigar a relação risco/retorno na comercialização de arroz e identificar estratégias de comercialização mais indicadas, a partir da utilização da teoria de carteiras. Para essa tarefa, o trabalho considera cada mês de comercialização como se fosse um ativo e, a partir dessa hipótese, utiliza dois modelos distintos: o modelo de Markowitz (1952) e o modelo do Capital Asset Pricing Model (CAPM), desenvolvido por Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossim (1966).

Os resultados permitem identificar não apenas períodos de comercialização do arroz que apresentam relação risco/retorno mais favoráveis, como também combinações desses períodos — que, na hipótese considerada, formariam portfólios de comercialização — que comporiam as estratégias de comercialização eficientes.

Este trabalho está dividido em quatro seções, além desta **Introdução**. O **Referencial teórico** compõe a próxima seção e precede a apresentação da metodologia e dos dados utilizados. A quarta seção traz a análise dos resultados, e as **Considerações finais** fecham o artigo.

## 2 Referencial teórico

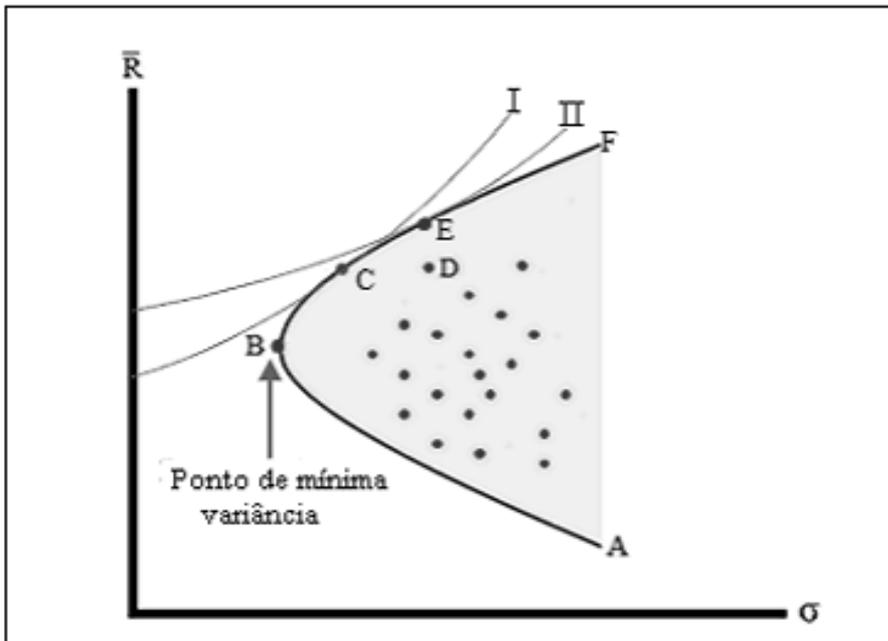
Ao desenvolver o trabalho **Portfolio Selection**, Markowitz (1952) criou a base da teoria de carteiras, ainda utilizada atualmente. O autor explorou a variância do retorno como elemento-chave para análise do risco, que é minimizado através da diversificação de ativos. De acordo com Tosta de Sá (Sá, 1999), no modelo de Markowitz, os investidores baseiam suas decisões somente em termos do retorno esperado e do risco do investimento. Todos os investidores elaboram suas projeções de rentabilidade para os ativos a partir da distribuição de probabilidades para as várias taxas de retorno, que podem ser alcançadas no período do investimento, enquanto o risco é proporcional à variabilidade das taxas de retorno dos ativos em análise. Finalmente, para qualquer nível de risco, os investidores preferem maiores retornos a menores retornos, ou ainda, para qualquer nível de retorno esperado, os investidores preferem menos riscos a mais riscos. Assim, o investidor procura maximizar sua utilidade através da seleção da carteira que oferece o maior retorno possível para um determinado grau de risco ou, de forma idêntica, da carteira que apresente o menor risco para um determinado nível de retorno esperado (Assaf Neto, 2005).

O conjunto de carteiras que apresentam maior retorno para um dado risco forma, em um gráfico risco *versus* retorno, a fronteira eficiente de Markowitz. Considerando um investidor que procura retorno e evita risco, suas escolhas recairão em carteiras que estejam sobre a curva e entre os pontos B e F (Figura 1). À direita da fronteira, as combinações de carteiras têm os mesmos retornos das carteiras situadas no traçado, porém com riscos maiores, como, por exemplo, a carteira D comparada com a C. As carteiras entre os pontos B e F representam a fronteira eficiente, pois combina o melhor retorno para determinado risco.

A escolha da carteira que está sob a fronteira eficiente depende da preferência do investidor. As curvas de indiferença I e II da Figura 1 mostram a utilidade para um investidor, respectivamente, mais e menos avesso ao risco. Se o investidor é menos avesso ao risco, ele escolheria, nesse exemplo, a carteira situada no ponto E, que lhe fornece um maior retorno associado a um risco também maior, quando comparada com a carteira C.

Figura 1

Fronteira eficiente de Markowitz



FONTE: HAUGEN, R. **Modern investment theory**. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1997. p. 93.

O modelo CAPM, criado por Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossim (1966), analisa o risco não diversificável de um investimento. Sanvicente (1996) cita como hipóteses do modelo as seguintes considerações: (1) os ativos são perfeitamente divisíveis; (2) há um ativo sem risco e os investidores podem comprá-lo e vendê-lo em qualquer quantidade; e (3) não há custo de transação ou impostos.

O CAPM utiliza um coeficiente de correlação linear ( $\beta$ ) entre um ativo e uma carteira de mercado<sup>2</sup>. Trata-se de uma medida de sensibilidade, que procura captar como o retorno dessa ação se movimenta em relação ao retorno médio do mercado.

$$\beta = \frac{COV_{RJ, RM}}{VAR_{RM}} \quad (1)$$

Onde:

$COV_{RJ, RM}$  representa a covariância dos retornos da ação  $j$  e da carteira de mercado;

$VAR_{RM}$  representa a variância da carteira de mercado.

Para uma carteira,  $\beta$  é uma ponderação média dos  $\beta$ s de cada ativo:

$$\beta_P = (w_1 \times \beta_1) + (w_2 \times \beta_2) + \dots (w_n \times \beta_n) = \sum_{j=1}^n w_j \times \beta_j \quad (2)$$

Onde:

$\beta_P$  = beta da carteira;

$w_j$  = proporção da carteira aplicada em  $j$ ;

$\beta_j$  = beta do ativo  $j$ .

Assim, para um ativo ou carteira, se seu  $\beta$  for maior que um (menor que um) significa que o risco não diversificável do ativo tem uma variação maior (menor) que o risco da carteira de mercado.

Para o investidor que aceitou uma carteira de maior risco, o retorno esperado também deveria ser maior. A compensação pelo risco é calculada no modelo CAPM como segue:

$$R_i = R_F + (R_M - R_F) \beta_i \quad (3)$$

Onde:

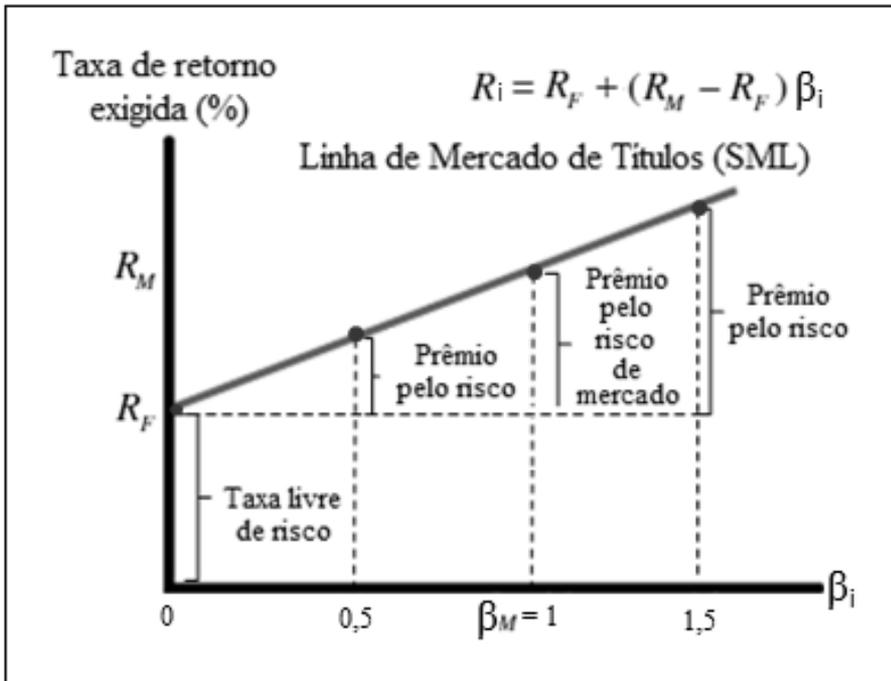
<sup>2</sup> Segundo Securato (1996, p. 214), uma carteira de mercado “[...] é uma combinação de todos os ativos com risco existentes, em proporções correspondentes aos seus valores de mercado [...]. Deve ser formada por todos os ativos de risco da economia”. No caso do Brasil, o índice Bovespa é utilizado como cálculo dos retornos de uma carteira de mercado.

$R_i$  = taxa de retorno esperada do ativo  $i$ ;  
 $R_F$  = taxa de retorno sem risco;  
 $R_M$  = taxa de retorno de uma carteira de mercado;  
 $\beta_i$  = parâmetro, risco sistemático do ativo  $i$ .

O termo  $(R_M - R_F)$  é também chamado de prêmio de risco sobre o mercado e, quando multiplicado por  $\beta$ , obtém-se o retorno adicional esperado superior à taxa livre de risco ( $R_F$ ), em razão do maior risco do ativo ou carteira (Brigham, 1999). Portanto, o modelo pode ser representado pela linha de mercado de títulos Security Market Line (SML), exposto na Figura 2.

Figura 2

Reta da SML



FONTE DOS DADOS BRUTOS: BRIGHAM, E. F. **Fundamentos da moderna administração financeira**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

$R_F$  (taxa livre de risco) é o intercepto da SML. Indica um  $\beta$  igual a zero, ou seja, o título não possui risco.  $\beta_M$  (beta de mercado) é o risco de mercado e corresponde à taxa de retorno esperada do mercado ( $R_M$ ).  $\beta$ s à direita de  $\beta_M$  indicam que o título possui um risco não diversificável maior que o risco do mercado.

O CAPM é de fácil compreensão e possibilita ao investidor selecionar carteiras de acordo com suas escolhas de risco e retorno. Embora seja muito utilizado, o modelo é contestado por alguns autores, isso porque o CAPM também é um modelo de risco retorno com variáveis que representam valores pretéritos, assumindo que a variabilidade do futuro pode ser representada pela variabilidade do passado<sup>3</sup>.

Além dessa limitação, deve-se acrescentar o fato de que, no modelo CAPM, os retornos requeridos dos ativos, dados os riscos de cada um deles ( $\beta$ s), são calculados a partir de uma relação linear entre risco e retorno (ver equação 3), o que impõe ao investidor/analista uma preferência específica, restringindo a validade dos resultados.

### 3 Metodologia e dados

Os dados utilizados para o presente artigo compreenderam o período de março de 1995 a fevereiro de 2010, totalizando 180 observações mensais. Quanto aos dados e suas fontes, os preços do arroz corresponderam aos valores pagos ao produtor do Rio Grande do Sul para uma saca de 50kg e disponibilizados pelo Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA). A inflação do período foi medida pelo IGP-DI, da Fundação Getúlio Vargas (FGV), enquanto a taxa do CDI e a taxa Selic foram obtidas junto ao Banco Central do Brasil (Bacen). Para o custo de armazenagem do arroz, foram utilizados os dados da Companhia Estadual de Silos e Armazéns do RS (CESA)<sup>4</sup>.

Adotou-se a mesma metodologia empregada por Barabach (2009) e Barabach e Silva (2010), que estudaram alternativas de negociação do café baseados na teoria de risco e retorno, considerando cada mês de comercialização do café como um ativo. Dessa forma, a comercialização do produto passa a ser efetuada em qualquer mês do ano, e uma carteira será a combinação de, no máximo, 12 ativos.

Neste trabalho, o cálculo do retorno e do risco da comercialização do arroz considerou períodos de 12 meses que iniciam em março, mês do início da colheita. Os ativos foram denominados da seguinte maneira:  $S_0$  (março),  $S_{+1}$  (abril),  $S_{+2}$  (maio),  $S_{+3}$  (junho),  $S_{+4}$  (julho),  $S_{+5}$  (agosto),  $S_{+6}$  (setembro),  $S_{+7}$  (outubro),  $S_{+8}$  (novembro),  $S_{+9}$  (dezembro),  $S_{+10}$  (janeiro) e  $S_{+11}$  (fevereiro).

---

<sup>3</sup> Sobre as vantagens e desvantagens da utilização do modelo, ver Fama e French (2004) e Bernstein (2008).

<sup>4</sup> Pela dificuldade de encontrar custos de armazenagem para períodos mais antigos, utilizou-se o custo atual, deflacionando-o até o mês de interesse.

Assim, o retorno do ativo  $S_{+6}$ , por exemplo, corresponde ao valor recebido pelo produtor referente à venda de uma saca de 50kg de arroz no mês de setembro, menos o custo de armazenagem, que totaliza do mês de colheita (março) até o mês de comercialização, aplicado à taxa de 95% de CDI acumulada até o final da temporada (fevereiro). Finalmente, todos os valores acumulados até fevereiro foram trazidos ao mês de março anterior — período da safra —, utilizando-se para isso o IGP-DI, para que a comparação entre os retornos não seja contaminada pela inflação do período<sup>5</sup>. Para o cálculo do risco, foram aplicadas as fórmulas estatísticas de variância e desvio padrão.

Assim, para cada ano, o retorno do ativo  $S_i$  foi calculado da seguinte forma (lembrando que  $S_0$  corresponde ao mês de março):

$$RS_i = [(p_i - c_{0-i}) \times \prod_{j=i}^{12} (1 + d_j)] / [\prod_{j=1}^{12} (1 + f_j)] \quad (4)$$

Onde:

$p_i$  representa o preço nominal da saca de 50kg no mês  $i$ ;

$c_{0-i}$  corresponde ao custo total de armazenagem relativo ao período de março até o mês  $i$  (os valores são corrigidos mês a mês pelo IGP-DI);

$d_j$  representa 95% do CDI do mês  $j$ ;

$f_j$  é a taxa de inflação (IGP-DI) do mês  $j$ .

A partir dos retornos e riscos de cada ativo, o programa Solver foi utilizado para a identificação da fronteira eficiente de Markowitz (1952), através da minimização da variância para cada retorno dado. Os retornos foram estabelecidos dentro de um intervalo, entre os extremos de mínimo e máximo retorno dos ativos. Dentro desse intervalo, além dos dois extremos, outros 48 retornos intermediários foram utilizados para identificar 50 carteiras da fronteira de eficiência.

Após a otimização pelo método de Markowitz (1952), também foram analisados os retornos e o riscos dos ativos, utilizando-se o CAPM. Vale ressaltar que, no CAPM, a média mensal da taxa Selic foi considerada a taxa de retorno sem risco ( $R_F$ ) (ver equação 3). Já a taxa empregada para o retorno de mercado ( $R_M$ ) foi a rentabilidade média dos ativos (5,78%).

## 4 Resultados

Baseado nos passos descritos na seção anterior, o retorno e o risco de cada ativo foram computados para o período compreendido entre março

<sup>5</sup> Note-se que a comparação deve ser feita entre retornos reais; caso contrário, um ano com alta inflação superdimensionaria a diferença entre os retornos dos ativos analisados.

de 1995 e fevereiro de 2010 (Tabela 1). O maior retorno foi obtido no ativo  $S_{+8}$  (comercialização de 100% da produção de arroz no mês de novembro), aplicando o valor recebido à taxa CDI até o final da temporada, já descontado o custo de armazenagem. O mês de novembro está no período de entressafra do arroz, onde há melhores preços pagos aos produtores. Além disso, a comercialização em novembro é aquela que apresenta o maior risco de todos os 12 ativos analisados.

Tabela 1

Retorno e risco médio da carteira composta  
por um único ativo — mar./95-fev./10

ATIVO	RETORNO	RISCO
$S_{+0}$ .....	8,70	8,30
$S_{+1}$ .....	5,49	9,98
$S_{+2}$ .....	7,70	19,91
$S_{+3}$ .....	4,44	19,94
$S_{+4}$ .....	6,71	17,94
$S_{+5}$ .....	6,24	19,47
$S_{+6}$ .....	8,05	22,43
$S_{+7}$ .....	10,26	25,36
$S_{+8}$ .....	10,55	26,16
$S_{+9}$ .....	8,95	25,03
$S_{+10}$ .....	8,40	23,96
$S_{+11}$ .....	2,04	21,51

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IRGA.

FGV.

Bacen.

CESA.

NOTA: O preço da saca do arroz foi obtido junto ao IRGA; o índice de inflação, junto à FGV; a taxa Selic, junto ao Bacen; e o custo de armazenagem, junto à CESA.

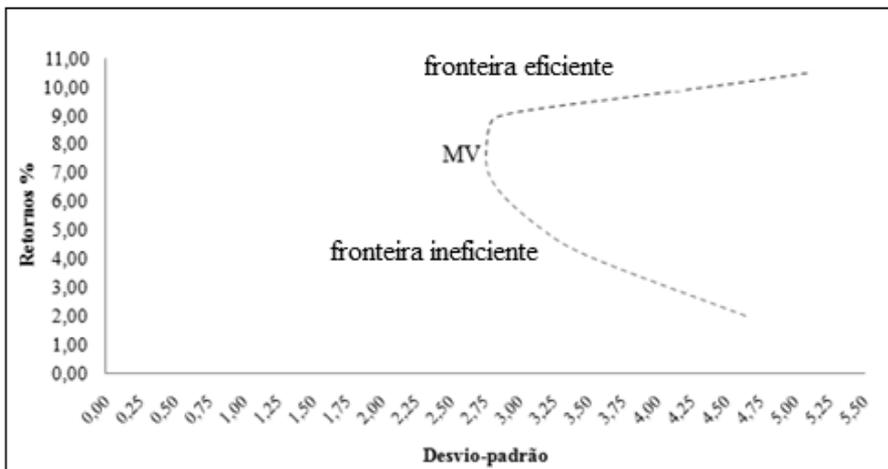
Os dados utilizados para o presente artigo compreenderam o período de março de 1995 a fevereiro de 2010, totalizando 180 observações mensais. Quanto aos dados e suas fontes, os preços do arroz corresponderam aos valores pagos ao produtor do Rio Grande do Sul para uma saca de 50kg e disponibilizados pelo Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA). A inflação do período foi medida pelo IGP-DI, da Fundação Getúlio Vargas (FGV), enquanto a taxa do CDI e a taxa Selic foram obtidas junto ao Banco Central do Brasil (Bacen). Para o custo de armazenagem do arroz, foram utilizados os dados da Companhia Estadual de Silos e Armazéns do RS (CESA).

O ativo  $S_{+11}$  (fevereiro) apresentou um elevado risco para um baixo retorno. Há uma grande volatilidade no mercado devido à expectativa do início da próxima colheita. O baixo retorno também está associado ao longo período de armazenagem necessário.

Na Figura 3, a fronteira eficiente de Markowitz é identificada. O ponto MV possui a mínima variância, carteira de maior retorno para o menor risco. A partir daí, tem-se a fronteira eficiente. Como mencionado, a partir da fronteira de eficiência, o produtor pode escolher a sua carteira ótima, de acordo com a sua aversão ao risco. O produtor mais avesso ao risco deve optar por carteiras mais à esquerda da curva.

Figura 3

Fronteira eficiente das carteiras otimizadas



A composição das carteiras eficientes é apresentada na Tabela 2. A combinação de mínima variância foi obtida na carteira de número 34, fornecendo um retorno de 7,77% para um desvio padrão de 7,61. Essa carteira corresponde a 71,9% da produção comercializada no mês de março, 20,5%, no mês de abril, e o restante, 7,6%, distribuído em outros meses. Essa comercialização de arroz concentrada nos meses de março e abril, período da safra com preços mais baixos, deve-se ao fato de que esses meses contam com uma baixa variância nos preços e, portanto, um risco menor.

Note-se que, das 50 carteiras encontradas pelo Solver, apenas 18 compuseram a fronteira eficiente. Todas as demais combinações risco/retorno (fronteira ineficiente na Figura 3) foram superadas por outra carteira que, apesar de apresentar mesmo risco, alcança maior retorno. Dos 12 meses do ano, apenas cinco participam da composição de, pelo menos,

uma carteira da fronteira eficiente. Em outras palavras, os meses de maio, junho, julho, agosto, setembro, dezembro e janeiro não participam de nenhuma carteira eficiente. Por outro lado, não há dúvida de que os meses de março, abril — que se destacam pelo baixo risco — e novembro — que apresenta o maior retorno — são os mais importantes para a composição das carteiras.

Comparando-se os resultados expostos na Tabela 2 com aqueles da Tabela 1, fica evidente o ganho advindo da diversificação. Enquanto, por exemplo, um retorno de 8,95% exige um risco de 25,03 ( $S_{+9}$ ) sem diversificação, a carteira eficiente 41 apresenta retorno de 8,99% e risco de 8,02.

Tabela 2

Composição das 18 carteiras pertencentes à fronteira eficiente — mar./95-fev./10

CARTEIRAS														RETOR- NO		RISCO
	$S_{+0}$	$S_{+1}$	$S_{+2}$	$S_{+3}$	$S_{+4}$	$S_{+5}$	$S_{+6}$	$S_{+7}$	$S_{+8}$	$S_{+9}$	$S_{+10}$	$S_{+11}$				
33	70,6	21,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	6,6	7,60	7,61		
34	71,9	20,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	4,9	7,77	7,61		
35	73,2	19,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	3,0	0,0	0,0	3,2	7,94	7,62		
36	74,6	18,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	4,0	0,0	0,0	1,6	8,12	7,63		
37	75,9	16,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	4,8	0,0	0,0	0,0	8,29	7,65		
38	75,9	16,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	4,8	0,0	0,0	0,0	8,47	7,68		
39	83,6	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	3,8	0,0	0,0	0,0	8,64	7,74		
40	87,4	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	3,6	0,0	0,0	0,0	8,81	7,81		
41	84,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,3	0,0	0,0	0,0	8,99	8,02		
42	75,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,8	0,0	0,0	0,0	9,16	8,90		
43	65,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,2	0,0	0,0	0,0	9,33	10,38		
44	56,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,6	0,0	0,0	0,0	9,51	12,24		
45	47,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,0	0,0	0,0	0,0	9,68	14,33		
46	37,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	62,5	0,0	0,0	0,0	9,86	16,57		
47	28,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	71,9	0,0	0,0	0,0	10,03	18,90		
48	18,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	81,3	0,0	0,0	0,0	10,20	21,29		
49	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,7	0,0	0,0	0,0	10,38	23,73		
50	-	-	-	-	-	-	-	-	100,0	-	-	-	10,55	26,16		

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IRGA.

FGV.

Bacen.

CESA.

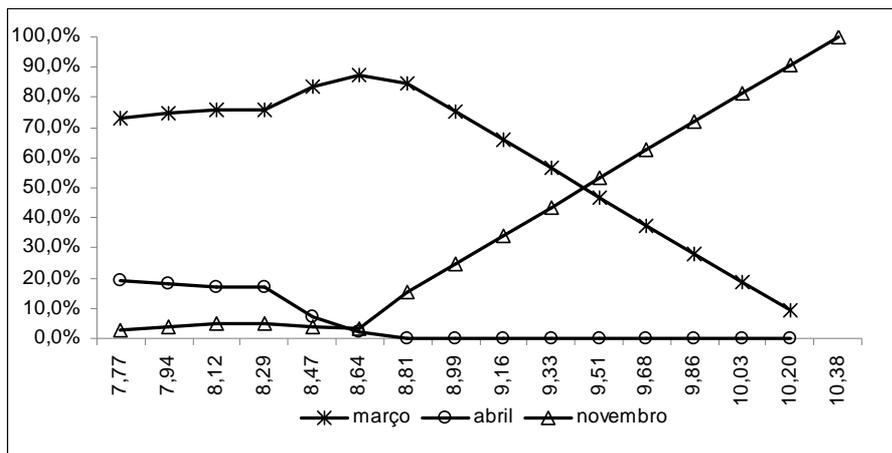
NOTA: O preço da saca do arroz foi obtido junto ao IRGA; o índice de inflação, junto à FGV; a taxa Selic, junto ao Bacen; e o custo de armazenagem, junto à CESA.

A Figura 4 traz os meses (ativos) mais utilizados nas carteiras pertencentes à fronteira eficiente. O mês de março apresenta o menor risco dos 12 ativos e rentabilidade satisfatória; por isso, as carteiras da fronteira eficiência com baixo risco têm forte presença do ativo “março” na sua composição. O mês de abril aparece como parceiro do mês de março para carteiras de baixo risco, mas logo sua utilização tende a zero. À medida que

o retorno e o risco aumentam, as quantidades de arroz comercializadas nesses meses diminuem, deslocando-se para novembro. Esse mês está na entressafra, período de melhores preços pagos aos produtores, apesar de risco mais elevado.

Figura 4

Participação dos ativos a partir da carteira de mínima variância — mar./95-fev./10



FORNTE DOS DADOS BRUTOS: IRGA.  
FGV.  
Bacen.  
CESA.

NOTA: O preço da saca do arroz foi obtido junto ao IRGA; o índice de inflação, junto à FGV; a taxa Selic, junto ao Bacen; e o custo de armazenagem, junto à CESA.

Antes de encerrar a análise dos resultados relativos ao modelo de Markowitz, vale uma comparação com as práticas mais comuns de comercialização empregadas pelos produtores. Para tanto, utiliza-se aqui o estudo de Rohr (2007)<sup>6</sup>, que examinou, entre os aspectos, as estratégias de comercialização dos produtores de Camaquã e Viamão, no RS. A autora ressalta que o período de comercialização do produto depende da necessidade de capital do agricultor. De uma maneira geral, os pequenos produtores têm uma necessidade maior de capital para pagar suas dívidas, o que os obriga a vender a produção durante a safra. Produtores maiores

<sup>6</sup> O trabalho de Rohr (2007) é bastante específico para dois municípios gaúchos e não pode ser utilizado como fonte única para uma análise completa sobre as estratégias de comercialização do arroz. Infelizmente, a escassez de dados a respeito dos períodos e respectivos volumes comercializados pelos produtores de arroz — tanto na literatura quanto nos institutos especializados — impede uma comparação mais detalhada entre os resultados do modelo e as estratégias dos produtores.

possuem, em geral, mais flexibilidade na decisão do período de venda e podem reservar parte da produção para vender em períodos de alta de preço.

Mais especificamente, 57% e 75% dos pequenos produtores de Camaquã e Viamão, respectivamente, vendem toda a produção em período de safra. Nesse caso, o produtor está fora da fronteira de eficiência, mas as oito carteiras menos arriscadas da fronteira de eficiência têm mais de 90% do total distribuídos entre os meses de março e abril. Portanto, a necessidade de capital não afasta tanto o pequeno produtor da fronteira de eficiência, mas os impede que adotem estratégias com maiores retornos e riscos. No caso dos grandes produtores de Camaquã, metade deles, segundo a série de entrevistas realizadas pela autora, comercializa 15% da produção durante a safra e o restante no mês de julho para quitar financiamento junto às instituições financeiras. Essa estratégia parece descolada da fronteira de eficiência, uma vez que julho não é um mês de alto retorno. Entretanto, a outra metade dos grandes produtores de Camaquã vende a produção a partir do mês de novembro, sinalizando que, nesse caso, eles optam pelas carteiras eficientes de maior risco.

Barata (2010)<sup>7</sup> acredita que a maior parte da produção é comercializada nos meses da safra: estima-se que, aproximadamente, 70% do total da produção são comercializados nos meses de março, abril e maio. Novamente, nesse caso, a produção estaria sendo comercializada em período de baixa volatilidade de preços, porém com retornos menores do que nos meses que precedem a safra seguinte.

Passando a análise para os resultados obtidos para o modelo CAPM, a primeira análise do risco e retorno foi identificar os  $\beta$ s dos 12 ativos, conforme cálculo apresentado na seção anterior. A partir do  $\beta$ , o CAPM indica qual deve ser a taxa de retorno esperada.

Assim como para níveis de riscos maiores são exigidos retornos maiores, a relação para o  $\beta$  é a mesma. Os 12 ativos da carteira composta por um único ativo possuíram  $\beta$  compreendidos de 0,0812 a 1,3718 (Tabela 3), ou seja, podendo ser tanto defensivos (menores que um) como agressivos (maiores que um). O  $\beta$  pode servir como parâmetro para decisões de acordo com o comportamento do produtor em relação ao risco. Os produtores mais avessos ao risco deverão optar por betas mais próximos a zero, comercializando o arroz no mês de março. Para os betas menores que a unidade, quando o retorno de mercado sofrer variação, os ativos terão uma oscilação menor do que a variação do mercado.

---

<sup>7</sup> Entrevista realizada com Tiago Barata, no IRGA, técnico do Instituto, no dia 13.04.2010, acerca das proporções de arroz comercializadas durante o ano.

Já os produtores mais propensos ao risco podem optar por  $\beta$  acima da unidade, comercializando o seu arroz a partir do mês de agosto. O maior  $\beta$  está associado ao mês de novembro ( $S_{+8}$ ).

Tabela 3

Betas da carteira composta por um único ativo — mar./95-fev./10

CARTEIRAS	BETA	CARTEIRAS	BETA
$S_{+0}$ .....	0,0812	$S_{+6}$ .....	1,2478
$S_{+1}$ .....	0,3723	$S_{+7}$ .....	1,3581
$S_{+2}$ .....	0,9354	$S_{+8}$ .....	1,3718
$S_{+3}$ .....	0,9389	$S_{+9}$ .....	1,3177
$S_{+4}$ .....	0,9540	$S_{+10}$ .....	1,2371
$S_{+5}$ .....	1,0742	$S_{+11}$ .....	1,1114

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IRGA.

FGV.

Bacen.

CESA.

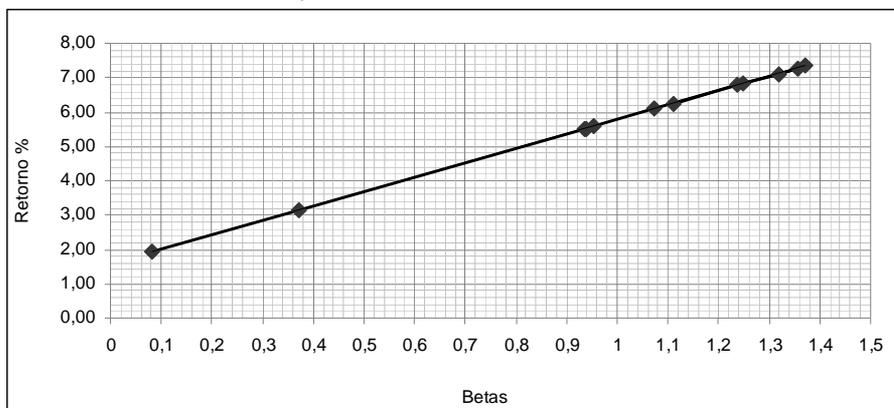
NOTA: O preço da saca do arroz foi obtido junto ao IRGA; o índice de inflação, junto à FGV; a taxa Selic, junto ao Bacen; e o custo de armazenagem, junto à CESA.

Recuperando-se a equação 3, pode-se relacionar o retorno esperado com o risco do ativo, mensurado aqui pelo parâmetro  $\beta$ . Assim, identificam-se os pontos risco/retorno na Figura 5, que determinam a reta da SML. Os pontos que estão sobre a reta da SML são as taxas que o modelo indicou, que devem ser requeridas no mercado.

Essas taxas requeridas podem ser comparadas com as taxas que o mercado oferece. Neste trabalho, para o retorno médio oferecido, foram usados os retornos calculados para cada mês (ou ativo) descritos na Tabela 1. A Figura 6 traz a comparação entre o retorno encontrado no método CAPM e o retorno médio de cada ativo analisado.

Figura 5

Reta da SML para os 12 ativos analisados — mar./95-fev./10

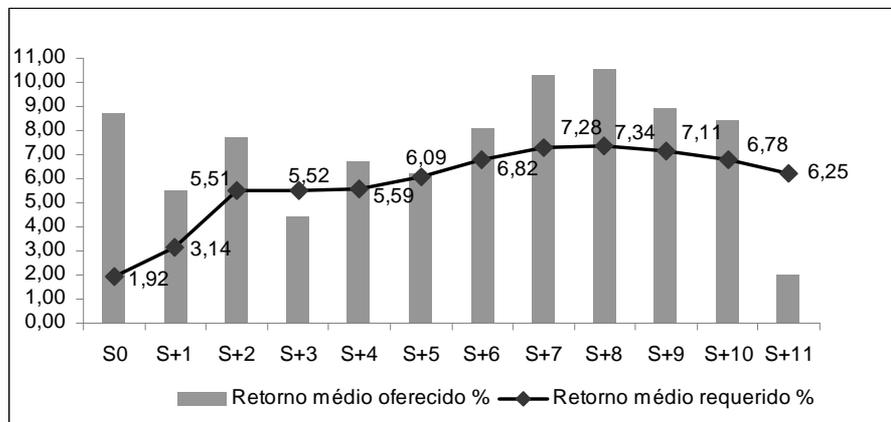


FONTE DOS DADOS BRUTOS: IRGA.  
 FGV.  
 Bacen.  
 CESA.

NOTA: O preço da saca do arroz foi obtido junto ao IRGA; o índice de inflação, junto à FGV; a taxa Selic, junto ao Bacen; e o custo de armazenagem, junto à CESA.

Figura 6

Taxas de retorno requeridas pelo CAPM e oferecidas pelo mercado — mar./95-fev./10



FONTE DOS DADOS BRUTOS: IRGA.  
 FGV.  
 Bacen.  
 CESA.

NOTA: O preço da saca do arroz foi obtido junto ao IRGA; o índice de inflação, junto à FGV; a taxa Selic, junto ao Bacen; e o custo de armazenagem, junto à CESA.

Note-se que, para os três principais meses de safra (março, abril e maio), o retorno médio observado fica acima da taxa que, segundo o modelo CAPM, compensaria o risco. Assim como no modelo de Markowitz, os meses de outubro e novembro apresentam retorno satisfatório e acima da taxa requerida. Recuperando-se os resultados de Rohr (2007), novamente a necessidade do pequeno produtor de vender o produto na época da safra não parece ser uma estratégia subótima; ao contrário, os três meses apresentam resultados acima do retorno esperado. A política comercial dos grandes produtores de vender o cereal a partir do mês de novembro também apresenta retorno satisfatório.

A comparação dos resultados dos dois modelos — mesmo tendo-se em mente que o CAPM não considera a possibilidade de combinar vários ativos em uma única carteira para mitigar o risco — revela conclusões comuns: os meses de março, abril, outubro e novembro são destaques nos dois casos. Maio, dezembro e janeiro apresentam retornos acima do calculado pelo CAPM, mas não participam das carteiras eficientes do Markowitz, uma vez que, nesse caso, a correlação dos retornos dos meses utilizados é fundamental para a diminuição do risco da carteira e, conseqüentemente, para a montagem das carteiras eficientes. Note-se, por exemplo, que os meses de dezembro e janeiro apresentam retornos satisfatórios, mas, nos dois casos, a correlação com o retorno do mês de novembro fica acima dos 0,9 (Tabela A.2 do **Apêndice**), ou seja, a combinação desses meses não tem efeito significativo na diminuição do risco e, portanto, é vantajoso concentrar a venda no mês que apresenta o maior retorno.

Comparando-se os resultados do modelo apenas com a sazonalidade dos preços nominais, e sem considerar o custo de armazenagem e a possibilidade de aplicar o valor da venda, percebe-se, claramente, a importância dos demais fatores, além do preço, na análise do modelo: enquanto os meses com os preços médios mais altos são aqueles que precedem o início da safra (novembro a fevereiro), os meses que se destacam nos resultados dos modelos são novembro e outubro (em particular no CAPM), especialmente pelo alto retorno, e março, período em que: (1) o baixo risco; (2) a ausência de custo de armazenamento; e (3) a possibilidade de rendimento financeiro da venda, agora incorporados à análise, compensam o valor mais baixo do preço médio da saca de arroz.

## 5 Considerações finais

O objetivo deste trabalho foi aplicar a teoria de carteiras para a comercialização de arroz, com o objetivo de analisar quais as melhores

estratégias, levando em conta risco e retorno, e considerando cada mês de venda como se fosse um ativo possível na carteira do produtor.

O benefício da diversificação exposto por Markowitz (1952) como possibilidade de aumentar o retorno e diminuir o risco foi comprovado no estudo. As carteiras eficientes, para o caso do arroz e do período analisado, concentraram-se nos meses de março, abril, outubro e novembro. Os dois primeiros destacam-se pelo baixo risco, enquanto os últimos, pelo retorno expressivo.

Quando a fronteira eficiente identificada pelo Solver é comparada com as práticas dos produtores de arroz, percebe-se que, em linhas gerais, os pequenos produtores adotam estratégia menos arriscada, muito em função da necessidade de capital no curto prazo. Já em relação aos grandes produtores, parte deles adota estratégia ineficiente, enquanto outros buscam carteiras eficientes de maior risco, com vendas a partir do mês de novembro.

Os resultados relativos ao CAPM mostram as taxas de retornos requeridas e oferecidas pelo mercado. Novamente, os meses de março, abril, outubro e novembro, além de maio, dezembro e janeiro, apresentaram retorno acima do requerido pelos cálculos propostos pelo CAPM.

Dois limitações, que dizem respeito tanto ao modelo de Markowitz quanto ao CAPM, devem ser destacadas. A primeira, já mencionada superficialmente na crítica da literatura ao CAPM, corresponde ao fato de os dados do passado serem utilizados para previsões futuras. Evidentemente, os resultados, por esta razão, devem ser considerados com cautela. Outra limitação é mais sutil: os resultados do trabalho indicam estratégias de comercialização em que os ativos são representados por períodos para a comercialização da safra. Sendo assim, a carteira escolhida pelo produtor no momento da safra pode ser alterada ao longo do ano, pois, se os preços estão surpreendentemente baixos em um mês previsto de venda por exemplo, o produtor pode adiar sua decisão. Em suma, os resultados trazem uma análise das estratégias de comercialização do arroz para o momento da safra, baseadas nos dados passados.

Finalmente, como extensão do trabalho, seria interessante ampliar a utilização desse referencial teórico, com o intuito de analisar o impacto sobre risco e retorno da introdução de instrumentos de comercialização mais sofisticados, como o mercado futuro e de opções.

## Apêndice

Tabela A.1

Matriz de variância dos retornos

	S <sub>+0</sub>	S <sub>+1</sub>	S <sub>+2</sub>	S <sub>+3</sub>	S <sub>+4</sub>	S <sub>+5</sub>	S <sub>+6</sub>	S <sub>+7</sub>	S <sub>+8</sub>	S <sub>+9</sub>	S <sub>+10</sub>	S <sub>+11</sub>
S <sub>+0</sub>	68,92	41,70	30,77	45,27	37,96	35,75	21,86	-4,60	-4,73	15,40	6,05	3,55
S <sub>+1</sub>	41,70	99,61	176,30	170,24	138,51	141,54	130,14	102,98	94,58	97,86	85,88	86,23
S <sub>+2</sub>	30,77	176,30	396,39	365,54	320,23	337,88	355,69	336,42	304,12	283,79	263,19	260,61
S <sub>+3</sub>	45,27	170,24	365,54	397,49	310,39	336,11	343,27	318,17	301,22	286,86	277,39	291,79
S <sub>+4</sub>	37,96	138,51	320,23	310,39	321,78	344,21	372,18	372,97	358,77	337,74	307,31	277,40
S <sub>+5</sub>	35,75	141,54	337,88	336,11	344,21	379,03	420,28	430,83	417,76	394,59	366,66	335,49
S <sub>+6</sub>	21,86	130,14	355,69	343,27	372,18	420,28	502,95	546,47	526,92	489,66	454,79	412,88
S <sub>+7</sub>	-4,60	102,98	336,42	318,17	372,97	430,83	546,47	643,34	639,23	586,69	539,03	470,04
S <sub>+8</sub>	-4,73	94,58	304,12	301,22	358,77	417,76	526,92	639,23	684,52	640,23	580,97	488,32
S <sub>+9</sub>	15,40	97,86	283,79	286,86	337,74	394,59	489,66	586,69	640,23	626,51	584,36	489,61
S <sub>+10</sub>	6,05	85,88	263,19	277,39	307,31	366,66	454,79	539,03	580,97	584,36	574,16	498,01
S <sub>+11</sub>	3,55	86,23	260,61	291,79	277,40	335,49	412,88	470,04	488,32	489,61	498,01	462,61

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IRGA.

FGV.

Bacen.

CESA.

NOTA: O preço da saca do arroz foi obtido junto ao IRGA; o índice de inflação, junto à FGV; a taxa Selic, junto ao Bacen; e o custo de armazenagem, junto à CESA.

Tabela A.2

Matriz de correlação dos retornos

	S <sub>+0</sub>	S <sub>+1</sub>	S <sub>+2</sub>	S <sub>+3</sub>	S <sub>+4</sub>	S <sub>+5</sub>	S <sub>+6</sub>	S <sub>+7</sub>	S <sub>+8</sub>	S <sub>+9</sub>	S <sub>+10</sub>	S <sub>+11</sub>
S <sub>+0</sub>	1,00	0,50	0,19	0,27	0,25	0,22	0,12	-0,02	-0,02	0,07	0,03	0,02
S <sub>+1</sub>	0,50	1,00	0,89	0,86	0,77	0,73	0,58	0,41	0,36	0,39	0,36	0,40
S <sub>+2</sub>	0,19	0,89	1,00	0,92	0,90	0,87	0,80	0,67	0,58	0,57	0,55	0,61
S <sub>+3</sub>	0,27	0,86	0,92	1,00	0,87	0,87	0,77	0,63	0,58	0,57	0,58	0,68
S <sub>+4</sub>	0,25	0,77	0,90	0,87	1,00	0,99	0,93	0,82	0,76	0,75	0,71	0,72
S <sub>+5</sub>	0,22	0,73	0,87	0,87	0,99	1,00	0,96	0,87	0,82	0,81	0,79	0,80
S <sub>+6</sub>	0,12	0,58	0,80	0,77	0,93	0,96	1,00	0,96	0,90	0,87	0,85	0,86
S <sub>+7</sub>	-0,02	0,41	0,67	0,63	0,82	0,87	0,96	1,00	0,96	0,92	0,89	0,86
S <sub>+8</sub>	-0,02	0,36	0,58	0,58	0,76	0,82	0,90	0,96	1,00	0,98	0,93	0,87
S <sub>+9</sub>	0,07	0,39	0,57	0,57	0,75	0,81	0,87	0,92	0,98	1,00	0,97	0,91
S <sub>+10</sub>	0,03	0,36	0,55	0,58	0,71	0,79	0,85	0,89	0,93	0,97	1,00	0,97
S <sub>+11</sub>	0,02	0,40	0,61	0,68	0,72	0,80	0,86	0,86	0,87	0,91	0,97	1,00

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IRGA.

FGV.

Bacen.

CESA.

NOTA: O preço da saca do arroz foi obtido junto ao IRGA; o índice de inflação, junto à FGV; a taxa Selic, junto ao Bacen; e o custo de armazenagem, junto à CESA.

## Referências

ASSAF NETO, A. **Finanças corporativas e valor**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2005.

BARABACH, G. **A eficiente diversificação comercial do café arábica: uma abordagem a partir da moderna teoria de carteiras**. Dissertação (Mestrado em Economia do Desenvolvimento). Porto Alegre: PUCRS, 2009.

BARABACH, G.; SILVA, C. E. L. **A eficiente diversificação comercial do café arábica: uma abordagem a partir da moderna teoria de carteiras**. Campo Grande: 48º Congresso da SOBER, 2010.

BARATA, T. **Entrevista**. Contato realizado no IRGA em 13 de abril de 2010.

BCB — Banco Central do Brasil. **Serviços ao cidadão**. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br>>. Acesso em: 04 abril 2010.

BERNSTEIN, P. L. **A história do mercado de capitais**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

BRIGHAM, E. F. **Fundamentos da moderna administração financeira**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

FAMA, E. F; FRENCH, K. R. **The CAPM: theory and evidence**. The Journal of Economic Perspectives, V. 18, n. 3, p. 25-46, 2004.

FGV — Fundação Getúlio Vargas. **FGVDADOS**. Disponível em: <<http://portalibre.fgv.br>>. Acesso em: 02 abril 2010.

HAUGEN, R. **Modern investment theory**. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1997.

IRGA — Instituto Rio Grandense do Arroz. **Dados de safra**. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br>>. Acesso em: 02 abril 2010.

LINTNER, J. **The Valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets**. The Review of Economic and Statistics, Vol. 47, n. 1, p. 13-37, 1965.

MARKOWITZ, H. **Portfolio Selection**. The Journal of Finance. v. 7, n. 1, p. 77-91, 1952.

MOSSIN, J. **Equilibrium in a capital asset market**. Econométrica, p. 768-783, 1966.

ROHR, P. V. **Comparação entre fatores que influenciam o produtor na comercialização de arroz dos municípios de Camaquã e Viamão**. Dissertação (Mestrado em Agronegócio). Porto Alegre: UFRGS, 2007.

SÁ, G. Tosta de. **Administração de investimentos**: teoria de carteiras e gerenciamento do risco. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

SANVICENTE, A. Z. **Mercado de capitais e estratégias de investimentos**. São Paulo: Atlas, 1996.

SECURATO, J. R. **Decisões financeiras em condições de risco**. São Paulo: Atlas, 1996.

SHARPE, W. F. **Capital Asset Prices**: A Theory of market equilibrium under conditions of risk. *Journal of Finance*, Boston, V. 19, n. 3, p. 425-442, 19.