Tekhne e Logos, Botucatu, SP, v.7, n.2, Agosto, 2016.
ISSN 2176 – 4808

DIVERSIFICAÇÃO DE RISCO/RETORNO PARA HORTALIÇAS NO MERCADO PRODUTOR DE JUAZEIRO (BA) VIA ABORDAGEM DA MÉDIA-VARIÂNCIA

RISK/RETURN DIVERSIFICATION FOR VEGETABLES IN JUAZEIRO PRODUCT MARKET (BAHIA, BRAZIL) BY MEDIUM-VARIANCE APPROACH

Tamires Oliveira Lago[1] Abdinardo Moreira Barreto de Oliveira[2]

RESUMO

O estudo avaliou a aplicabilidade da abordagem da Média-Variância (ANDERSON; DANTHINE, 1980, 1981) na diversificação do retorno/risco para as hortaliças comercializadas no Mercado Produtor de Juazeiro (MPJ-BA), como alternativa ao modelo de variância mínima de Markowitz (1952). Em termos teóricos, foi observado como o grau de aversão ao risco influencia no *trade-off* do portfólio otimizado. Em termos práticos, foi observado se os pesos calculados para os dados da amostra de estimação se aplicavam para os dados da amostra de validação, com vistas a testar a hipótese da ergodicidade. Foram coletados, junto ao MPJ, os preços mensais de 24 hortaliças, totalizando 168 preços por hortaliça, entre janeiro/2001 e dezembro/2014. Verificou-se que os graus de aversão ao risco presentes na Média-Variância trouxeram uma melhor proposta de otimização do portfólio que a da variância mínima, pois considera de fato o *trade-off* retorno/risco. Contudo, os pesos obtidos nos dados dentro da amostra se mostraram incompatíveis quando utilizados para dados fora da amostra. Logo, estes resultados indicaram apenas uma potencialidade de aplicação da abordagem da Média-Variância, dada a violação da hipótese da ergodicidade.

Palavras-chaves: Risco de preço. Aversão ao risco. Horticultura.

ABSTRACT

This study evaluated the applicability of Mean-Variance approach (ANDERSON; DANTHINE 1980, 1981) on return/risk diversification for vegetables sold in Juazeiro Product Market (JPM-BA, Brazil), as an alternative to the minimum variance model of Markowitz (1952). Theoretical observations showed how risk aversion degree influences optimized portfolio trade-off. In practice, it was observed whether the calculated weights for estimation sample data are applied to the validation sample data, in order to test ergodicity hypothesis. Twenty-four vegetables prices were monthly collected at JPM, totalizing 168 prices for vegetables between January/2001 to December/2014. It was observed that risk aversion degree present at Mean-Variance showed better portfolio optimization proposal than the minimum variance for risk/return tradeoff is considered. However, obtained weights from sampling data proved inconsistent when used for out-of-sample data. Therefore, these results indicated only potential application of the Mean-Variance approach, given the violation of the ergodicity hypothesis.

Keywords: Price risk. Risk aversion. Vegetables.

[1]Graduada em Engenharia de Produção pela UNIVASF. E-mail: tamireslago@hotmail.com
[2]Doutor em Administração (UFPE). Professor do curso de Engenharia de Produção da UNIVASF.

Recebido em Março de 2016 e Aceito em Junho de 2016.

Tekhne e Logos, Botucatu, SP, v.7, n.2, Agosto, 2016.
ISSN 2176 – 4808

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a agropecuária tem se mostrado um setor dinâmico que vem contribuindo de maneira significativa para o crescimento da economia brasileira. Ela é responsável por empregar expressiva parcela da população do país, e, de acordo com balanço feito pela Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (2015), a participação do setor no PIB passou de 21,4% para 23% entre 2014 e 2015, apesar da recessão econômica que o país enfrenta.

Nesse âmbito, são apresentados alguns dados das hortaliças brasileiras. Segundo a Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (2012), a área ocupada foi de 657 mil hectares envolvendo 18 segmentos, com uma produção de 19,62 milhões de toneladas e estimativa de dois milhões de empregos diretos. O consumo *per capita* anual brasileiro é de 27 kg, valor considerado baixo se comparado com Itália (158 kg), EUA (99 kg) ou Israel (73 kg), mesmo com todas as evidências científicas das benesses das hortaliças para a saúde humana.

Parte dessa extensão agrícola está situada no Vale do São Francisco, na divisa entre os estados da Bahia e Pernambuco que, através do Mercado Produtor de Juazeiro (MPJ-BA) onde é possível encontrar uma expressiva variedade de hortaliças, escoa 25% da sua produção (MATOS; OLIVEIRA; SOUZA, 2012).

Contudo, é importante relembrar que a atividade agropecuária apresenta riscos. Dentre eles, o risco de preço, o qual inflige uma dificuldade por parte dos produtores em precificar corretamente a sua produção. Adicionalmente, a horticultura, diferente das commodities agrícolas negociadas em Bolsa de Valores, não possui qualquer ferramenta financeira para proteção do risco de preço (ex: mercado de futuros ou de opções), o que faz aumentar a incerteza de sua atividade econômica.

Diante desta situação, Matos, Oliveira e Souza (2012) sugeriram o uso da Teoria do Portfólio de Markowitz (1952) (daqui em diante, TP) para, via diversificação da produção numa carteira eficiente, diminuir o risco de preço das hortaliças comercializadas no MPJ. Nessa esteira, estudos semelhantes também foram vistos para as frutas comercializadas no Vale do São Francisco (OLIVEIRA, SOUZA, MATOS, 2013; OLIVEIRA e SANTOS, 2014), os quais demonstraram a potencialidade da aplicação desta teoria pelo viés econômico-

Tekhne e Logos, Botucatu, SP, v.7, n.2, Agosto, 2016.
ISSN 2176 – 4808

financeiro [1], corroborando com pesquisas anteriores que tratam da aplicação da TP na agropecuária.

Todavia, a TP apresenta um entrave: ela não leva em consideração o retorno esperado da carteira durante a obtenção dos pesos dos ativos que a compõem para minimizar a sua variância (isto é, o risco). Logo, o agente "aceita" esse retorno encontrado, que pode não coincidir com o desejado. Curiosamente, o próprio Markowitz (1952) reconhece que os investidores querem, ao mesmo tempo, maximizar os retornos e minimizar os riscos.

Como alternativa, existe a abordagem da Média-Variância (ANDERSON; DANTHINE, 1980, 1981), já empregada em trabalhos sobre *hedging* (OLIVEIRA; SANTOS, 2015), que considera a maximização de uma dada função utilidade que simboliza o *trade-off* retorno/risco desse portfólio, ao invés de somente procurar minimizar a sua variância e aceitar o seu respectivo retorno. Ademais, esta abordagem incorpora o conceito de aversão ao risco, devidamente explicado por Kahneman e Tversky (1979) e Tversky e Kahneman (1992).

Portanto, o objetivo deste trabalho é analisar a aplicabilidade da abordagem da Média-Variância na diversificação do retorno/risco para as hortaliças comercializadas no MPJ. Em termos teóricos (objetivo específico 1), será observado como o grau de aversão ao risco influencia no *trade-off* do portfólio otimizado. Em termos práticos (objetivo específico 2), será observado se os pesos calculados para os dados da amostra de estimação se aplicam para os dados da amostra de validação, com vistas a testar a hipótese da ergodicidade (HERSCOVICI, 2005), cujo futuro pode ser previsto com dados passados numa evolução previsível e estável.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Teoria do Portfólio de Markowitz (1952)

O retorno observado dos ativos individuais ($\overline{\mathrm{R}}_\mathrm{i}$) é calculado a partir da média aritmética, $\overline{\mathrm{R}}_\mathrm{i} = \frac{\sum_{t=1}^{T} \mathrm{R}_\mathrm{n}}{\mathrm{N}}$, considerando o número (T) de retornos (R_n) observados no ativo em questão. Caso as probabilidades de ocorrência sejam diferentes, é empregada a equação $\overline{R}_i = \sum_{t=1}^{T} P_n * R_n$, que representa a média ponderada à probabilidade de ocorrência (P_n) do retorno (R_n). Então, o retorno esperado do portfólio é alcançado pela expressão $\overline{R}_c =$

[1] Para além do viés econômico-financeiro, esses estudos também informam que a *expertise*, o volume de investimentos e os canais de comercialização devem ser considerados ao se pôr em prática a TP nesses contextos, dado que originalmente ela foi criada para ativos financeiros (Nota dos autores).

Tekhne e Logos, Botucatu, SP, v.7, n.2, Agosto, 2016.
ISSN 2176 – 4808

$\sum_{n=1}^{N} X_n * \overline{R}_n$, onde ($X_n$) mostra, dentre os (N) ativos selecionados, a proporção do ativo investido $\overline{R}_n$ para obtenção do retorno esperado do portfólio $\overline{R}_c$.

Já a variância (risco) do portfólio é a expectância dos quadrados dos desvios dos retornos observados dos ativos individuais em torno do retorno esperado do portfólio destes ativos, cuja expressão pode ser escrita na seguinte forma: $\sigma_c^2 = \sum_{i=1}^{N} {X_i}^2 * \sigma_i^2 + \underbrace{\sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} X_i * X_j * \sigma_{ij}}_{i \neq j}$, a qual representa a matriz de variâncias-covariâncias: é uma matriz quadrada composta ao todo por N² elementos derivados da combinação entre os ativos. Nela surge o termo da covariância ($\sigma_{i,j}$) entre ativos, que mede como os retornos dos ativos variam em conjunto, cuja ordem dos ativos não interfere no seu cálculo ($\sigma_{i,j}, \sigma_{j,i}$).

Ao dividir a covariância pelo produto dos desvios-padrão dos ativos, obtêm-se um valor com as mesmas propriedades da covariância, mas padronizado dentro do intervalo [-1;+1], chamado coeficiente de correlação, ditado pela equação $\rho_{i,j} = \frac{\sigma_{i,j}}{\sigma_i * \sigma_j}$. Salienta-se que tal expressão não muda as propriedades da covariância, mas apenas normaliza seus valores no intervalo [-1;+1], facilitando o entendimento dos resultados.

Logo, a matriz de variâncias-covariâncias também pode ser escrita conforme equação (1).

$$\sigma_c^2 = \sum_{i=1}^{N} X_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^{N} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{N} X_i X_j \rho_{i,j} \sigma_i \sigma_j \qquad (1)$$

O objetivo da Teoria do Portfólio é minimizar σ_c^2, considerando as seguintes restrições:

- $\sum_{i=1}^{N} X_i = 1$ (1ª restrição);
- $X_i \geq 0$, para i = 1, 2, ... , N (2ª restrição);

2.2 Abordagem da Média-Variância (ANDERSON; DANTHINE, 1980, 1981)

A abordagem da Média-Variância procura a maximização de certa função utilidade quadrática[2] *U* que represente o *trade-off* risco [Var(U)] e retorno [E(U)] existente em certo portfólio. Portanto, esta abordagem é expressa pela equação (2):

[2] A função utilidade quadrática é frequentemente usada na literatura de economia e finanças por permitir que a análise média-variância seja expressa numa função de utilidade esperada (ELTON *et al.*, 2004).

Tekhne e Logos, Botucatu, SP, v.7, n.2, Agosto, 2016.
ISSN 2176 – 4808

$$Max\ E(U) - {}^{1}/_{2} * A * Var(U) \qquad (2)$$

Onde A é um número real positivo, que indica os graus de aversão ao risco. Se admitir que E(U) é a função de retorno do portfólio $\overline{R}_c$ e que Var(U) é a função de risco σ_c^2, é possível notar que o agente procurará uma composição ótima de ativos no portfólio que maximize essa diferença, a partir do parâmetro A. Nessa ótica, não existe apenas um único portfólio ótimo, mas um conjunto de portfólios ótimos em função dos graus de aversão ao risco percebidos pelos agentes.

Nesses termos, o objetivo da abordagem Média-Variância é alcançado a partir das seguintes condições:

- $Max\ \bar{R}_c - 0{,}5 * A * \sigma_c^2$
- $\sum_{i=1}^{N} X_i = 1$ (1ª restrição);
- $X_i \geq 0$, para i = 1, 2, ..., N (2ª restrição)
- $A > 0$;

Uma observação que precisa ser feita é que se $A \rightarrow \infty$ (máxima aversão ao risco), a abordagem da Média-Variância torna-se a Teoria do Portfólio de Markowitz (1952), revelando-se, portanto, como um caso especial da abordagem Média-Variância.

2.3 Coleta e procedimentos de análise dos dados

Esta é uma pesquisa descritiva e do tipo levantamento longitudinal. Foram coletados, junto à Administração do MPJ, os preços mensais de 24 hortaliças descritas no Quadro 1, entre janeiro de 2001 e dezembro de 2014, totalizando 168 preços mensais (T) por hortaliça. Não foi possível incluir na análise os dados de 2015 devido à sua indisponibilidade no instante em que aconteceu a coleta desses preços.

Quadro 1. Hortaliças comercializadas no MPJ-BA

HORTALIÇAS (N=24)			
1- Abóbora comum	7- Batata doce	13- Cenoura	19- Pepino
2- Abóbora jacarezinho	8- Batatinha	14- Chuchu	20- Pimentão
3- Aipim	9- Berinjela	15- Coentro	21- Quiabo
4- Alface	10- Beterraba	16- Feijão verde	22- Repolho
5- Alho	11- Cebola pera	17- Inhame	23- Tomate
6- Amendoim c/ casca	12- Cebola roxa	18- Jerimum	24- Vagem

Fonte: Dados da pesquisa.

Tekhne e Logos, Botucatu, SP, v.7, n.2, Agosto, 2016.
ISSN 2176 – 4808

Obtidos os preços mensais, calculou-se o retorno de cada hortaliça pela equação $R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$, onde R_t é o retorno em *t*; P_t é o preço mensal em *t*; e P_{t-1} é preço mensal imediatamente anterior. Disposto desses valores, foi realizada sua estatística descritiva.

Para atender o objetivo específico 1, foi calculado o retorno esperado $\bar{R}_c$ e o risco σ_c^2 do portfólio contendo as 24 hortaliças descritas no Quadro 1. Empregaram-se os procedimentos descritos na seção 2.2, atribuindo-se valores de risco para *A* entre 1 (máxima propensão) e 300 (máxima aversão), cujos pesos X_i das hortaliças foram encontrados via ferramenta de otimização Solver©, presente na planilha eletrônica MS Excel©, de acordo com as orientações de Gonçalves Júnior, Pamplona e Montevechi (2002), cujo algoritmo está no apêndice. Em seguida, foram construídos gráficos que evidenciaram a influência dos graus de aversão ao risco no *trade-off* dos portfólios otimizados, considerando toda a série entre janeiro de 2001 e dezembro de 2014.

Em relação ao objetivo específico 2, dividiu-se a série histórica em duas amostras: a *amostra de estimação* (janeiro/2001 a dezembro/2011) e a *amostra de validação* (janeiro/2012 a dezembro/2014). Repetiram-se em seguida os mesmos procedimentos descritos para o objetivo específico 1, somente para a máxima propensão (A = 1) e para a máxima aversão (A = 300) ao risco, de modo a verificar se os pesos X_i encontrados para a amostra de estimação foram semelhantes aos obtidos na amostra de validação, com vistas a testar a hipótese da ergodicidade e a sua aplicação prática na otimização desses portfólios.

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1 Estatística descritiva

A Tabela 1 mostra a estatística descritiva – média e desvio-padrão (DP) – para os retornos mensais dos preços das 24 hortaliças selecionadas. Os dados estão em ordem crescente de desvio-padrão, indo da hortaliça de menor risco até a de maior risco.

Tekhne e Logos, Botucatu, SP, v.7, n.2, Agosto, 2016.
ISSN 2176 – 4808

Tabela 1. Estatística descritiva das séries de retorno das hortaliças

HORTALIÇAS	DP	MÉDIA
Feijão verde	15,23%	1,91%
Pepino	16,85%	2,26%
Batata doce	17,28%	2,07%
Alho	18,01%	1,89%
Berinjela	19,40%	2,46%
Abóbora comum	20,25%	2,56%
Chuchu	22,48%	2,82%
Beterraba	22,95%	2,99%
Jerimum	23,01%	3,15%
Abóbora jacarezinho	24,01%	2,96%
Pimentão	25,27%	3,83%
Repolho	25,80%	4,20%
Vagem	25,83%	3,32%
Batatinha	28,31%	3,96%
Amendoim c/ casca	29,47%	4,01%
Aipim/macaxeira	32,01%	3,51%
Inhame	33,93%	3,93%
Quiabo	35,13%	6,37%
Cebola roxa	36,10%	6,08%
Cebola pera	40,67%	6,33%
Tomate	43,08%	8,97%
Cenoura	53,45%	6,72%
Alface	65,18%	14,40%
Coentro	80,48%	19,30%

Fonte: Dados da pesquisa.

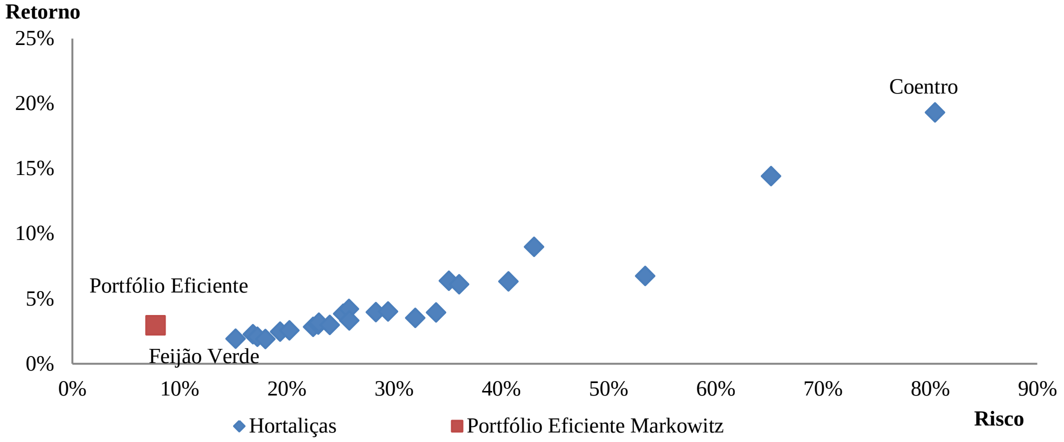
O feijão verde foi o que apresentou o menor risco de preço, enquanto que o coentro teve o maior risco. O risco de preço associado a esses produtos se dá, basicamente, pelo excesso ou escassez de oferta e demanda a eles associadas, conforme diz a teoria microeconômica (PINDYCK e RUBINFELD, 2013). Além disso, o preço (e suas variações) procura resumir, num único valor, toda a informação relevante para a efetivação da sua comercialização (ELDER, 1993).

3.2 Avaliação do *trade-off* retorno/risco via abordagem Média-Variância

Esta seção responde ao objetivo específico 1. A Figura 1 mostra, num gráfico de dispersão, a relação retorno/risco das hortaliças vistas na Tabela 1, em conjunto com o portfólio eficiente via Markowitz (1952), obtido conforme orientações da seção 2.1.

Tekhne e Logos, Botucatu, SP, v.7, n.2, Agosto, 2016.
ISSN 2176 – 4808

Figura 1. Relação retorno/risco para as hortaliças e o portfólio eficiente



Fonte: Dados da pesquisa.

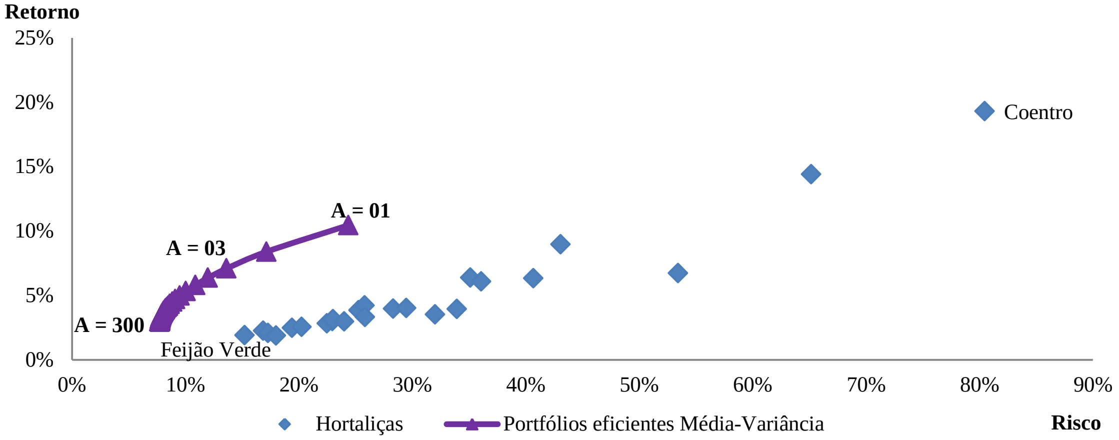
O portfólio eficiente possui um retorno de 2,94% e um risco de 7,76%, que nessas condições, oferece um retorno maior do que o obtido por sete hortaliças (29% do total), a um risco, pelo menos, 49% menor. Vale ressaltar que o modelo de Markowitz (1952) considera que o agente tem máxima aversão ao risco ($A \to \infty$).

A Figura 2 mostra, também num gráfico de dispersão, a mesma relação retorno/risco das hortaliças vistas na Tabela 1, agora em comparação com os portfólios eficientes obtidos via Média-Variância (MV), com valores de A entre 1 e 300. Nela, é visto que os graus de aversão ao risco deslocam o portfólio eficiente da situação de máxima aversão (representando o portfólio eficiente de Markowitz com A = 300) para a situação de máxima propensão ao risco, com A = 01.

Ainda na Figura 2, se for visto o portfólio com grau de aversão ao risco igual a três (A = 03), o retorno foi de 7,09%, sendo maior do que o conseguido individualmente por 20 hortaliças (83% do total), cujo risco foi de 13,61%, ainda permanecendo menor que o de todas elas.

Tekhne e Logos, Botucatu, SP, v.7, n.2, Agosto, 2016.
ISSN 2176 – 4808

Figura 2. Relação retorno/risco para as hortaliças e os portfólios eficientes via MV

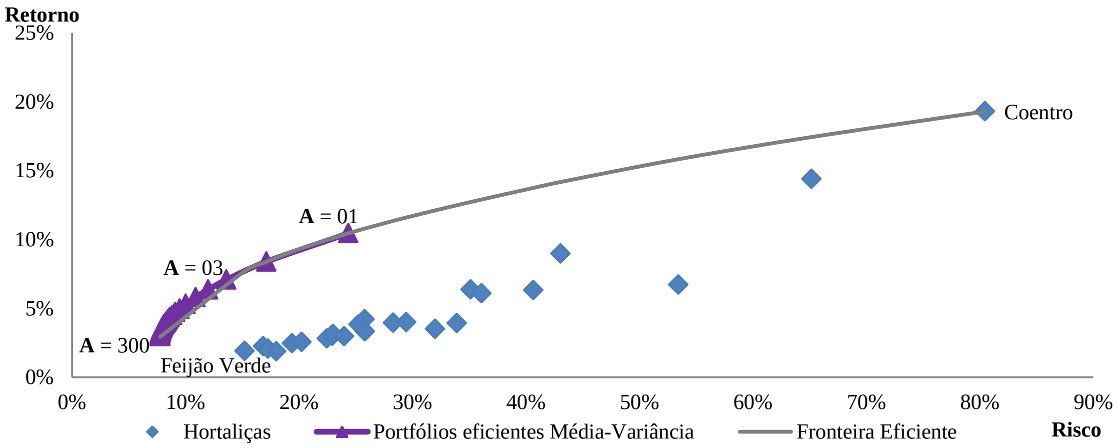


Fonte: Dados da pesquisa.

Logo, a introdução dos graus de aversão ao risco trouxe uma melhor proposta de otimização de carteiras de investimento que a Teoria do Portfólio (TP), porque consegue oferecer, ao mesmo tempo, uma solução com risco menor do que todos os ativos individuais, e retorno maior que o oferecido por Markowitz (1952).

Ademais, o deslocamento do portfólio eficiente pela abordagem da Média-Variância coincide, praticamente, com a Fronteira Econômica Eficiente (FEE), que representa as várias possibilidades de carteiras eficientes que, ao mesmo nível de risco (ou retorno) dos ativos individuais, proporcionam um maior retorno (ou menor risco), conforme é ilustrado na Figura 3.

Figura 3. Comparação entre a Fronteira eficiente e a abordagem da Média-Variância



Fonte: Dados da pesquisa.

Tekhne e Logos, Botucatu, SP, v.7, n.2, Agosto, 2016.
ISSN 2176 – 4808

Observando a Figura 3, também é visto que o portfólio com A = 01 tem um risco de 24,37%, que é menor do que o conseguido individualmente por 14 hortaliças. Esse mesmo portfólio tem um retorno de 10,46%, ficando somente abaixo dos retornos da alface e do coentro, que possuem maiores riscos.

Tabela 2. Pesos calculados para a TP (A = 300) e para a MV (A = 3)

HORTALIÇAS	PESOS A =300	PESOS A = 3
Abóbora Comum	14,1%	3,1%
Abóbora Jacarezinho	0,6%	1,3%
Aipim/macaxeira	-	4,5%
Alface	0,5%	5,8%
Alho	12,4%	-
Amendoim c/ casca	3,9%	12,6%
Batata doce	3,2%	-
Batatinha	-	-
Berinjela	13.5%	7,9%
Beterraba	4,2%	-
Cebola pera	-	-
Cebola roxa	3,3%	12,3%
Cenoura	-	4,6%
Chuchu	1,5%	-
Coentro	0,8%	8,3%
Feijão verde	17,2%	-
Inhame	1,1%	-
Jerimum	1,2%	3,0%
Pepino	12,7%	-
Pimentão	1,6%	-
Quiabo	2,5%	12,7%
Repolho	-	-
Tomate	1,2%	16,2%
Vagem	4,6%	7,6%

Fonte: Dados da pesquisa.

Por fim, a Tabela 2 mostra os pesos calculados para a obtenção dos portfólios ótimos via TP (A = 300) e via MV (A = 3).

3.3 Teste da Hipótese de Ergodicidade

Esta seção responde ao objetivo específico 2. A Tabela 3 mostra o resultado dos pesos X_i em função do grau de aversão (A = 300) ou propensão (A = 01) ao risco definido pelo agente, para as amostras de estimação (E) e de validação (V).

Tekhne e Logos, Botucatu, SP, v.7, n.2, Agosto, 2016.
ISSN 2176 – 4808

É notório perceber que, independente do grau de aversão ao risco, os pesos atribuídos para a amostra de estimação não se assemelham aos pesos definidos para a amostra de validação.

Logo, os pesos X_i calculados com dados passados não podem ser aplicados para a construção do portfólio eficiente com dados futuros, indicando a violação da hipótese da ergodicidade (HERSCOVICI, 2005) para uma previsão de risco e retorno futuros com as hortaliças comercializadas no MPJ.

Tabela 3. Pesos atribuídos para cada hortaliça, por grau de aversão ao risco

HORTALIÇA	**A = 300**		**A = 1**	
	E	**V**	**E**	**V**
Abóbora Comum	1,75%	16,08%	-	-
Abóbora Jacarezinho	1,90%	-	-	-
Aipim/macaxeira	7,18%	-	-	15,14%
Alface	0,55%	1,60%	11,43%	18,67%
Alho	30,26%	-	-	-
Amendoim c/ casca	-	15,55%	2,46%	-
Batata doce	2,95%	-	-	-
Batatinha	4,12%	0,88%	-	5,46%
Berinjela	7,42%	13,45%	-	-
Beterraba	4,24%	-	-	-
Cebola pera	-	-	-	-
Cebola roxa	0,67%	4,75%	11,89%	10,68%
Cenoura	-	-	7,16%	2,69%
Chuchu	3,88%	-	-	-
Coentro	0,01%	1,67%	18,32%	28,86%
Feijão verde	12,36%	7,77%	-	-
Inhame	10,89%	-	-	12,17%
Jerimum	4,06%	-	-	-
Pepino	5,63%	11,92%	-	-
Pimentão	1,08%	2,14%	-	-
Quiabo	0,32%	-	18,45%	-
Repolho	-	-	-	4,37%
Tomate	0,21%	-	30,30%	1,95%
Vagem	0,52%	24,18%	-	-

Fonte: Dados da pesquisa.

Algumas conjecturas são feitas para explicar a supracitada violação, como (BROOKS, 2008): (a) a ocorrência de quebras estruturais nas séries de retornos, as quais alteram significativamente o seu comportamento; (b) a ocorrência de heterocedasticidade na matriz de variâncias-covariâncias, haja vista que essa matriz nos modelos de Markowitz (1952) e

Tekhne e Logos, Botucatu, SP, v.7, n.2, Agosto, 2016.
ISSN 2176 – 4808

Média-Variância é estática; (c) o tamanho amostral, particularmente para os dados fora da amostra, que influencia no resultado da matriz de variâncias-covariâncias.

4 CONCLUSÃO

Este estudo analisou a aplicabilidade da abordagem da Média-Variância na diversificação do retorno/risco para as hortaliças comercializadas no MPJ, como alternativa à Teoria do Portfólio de Markowitz (1952), a fim de minimizar o risco de preço inerente dessas hortaliças, dada a importância do setor na agropecuária brasileira.

Em termos teóricos (objetivo específico 1), foi visto que, com a inserção dos graus de aversão ao risco, foi possível ter uma proposta de otimização de carteiras de investimento melhor que a Teoria do Portfólio, pois considera, *de fato*, o *trade-off* retorno/risco.

Em termos práticos (objetivo específico 2), a violação da hipótese da ergodicidade não validou o uso dos pesos obtidos na amostra de estimação para a construção de portfólios eficientes com dados futuros, isto é, na amostra de validação.

Portanto, a resposta para o objetivo geral é que, tanto a abordagem da Média-Variância como a Teoria do Portfólio, são propostas *potenciais* de gestão de risco de preço, cuja fragilidade está no caráter estático de suas matrizes de variâncias-covariâncias, que não conseguem capturar as novas informações econômicas advindas da horticultura.

Para estudos futuros, é recomendado o uso de modelos que tratam do efeito da heterocedasticidade na matriz variância-covariância, como os da família ARCH (BERA; HIGGINS, 1993), ou de possíveis quebras estruturais nas séries históricas (HAMILTON, 1990), com vistas a validar a hipótese da ergodicidade e, nesse sentido, tornar prático a sua aplicação para o gerenciamento do risco de preço no MPJ.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, R. W.; DANTHINE, J. P. Hedging and joint Production: theory and illustrations. **The Journal of Finance**, Malden, v.35, n.2, p.487-498, May, 1980.
______. Cross Hedging. **Journal of Political Economy**, Chicago, v.89, n. 6, p.1182-1196, Dec., 1981.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS. **2º Levantamento de Dados Socioeconômicos da Cadeia Produtiva de Hortaliças no Brasil**. Campinas: ABCSEM, 2012. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/imagens_noticias/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20completa%20dos%20dados%20da%20cadeia%20produtiva%20de%20hortali%C3%A7as%20-%2029MAIO2014.pdf >. Acesso em: 18/03/2015.

Tekhne e Logos, Botucatu, SP, v.7, n.2, Agosto, 2016.
ISSN 2176 – 4808

BERA, A. K.; HIGGINS, M. L. ARCH models: properties, estimation and testing. **Journal of Economic Surveys**, Oxford, v.7, n.4, p.305-366, Dec., 1993.

BROOKS, C. **Introductory econometrics for finance**. 2. ed. New York: Cambridge University Press, 2008. p.451-468.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Agropecuária lidera os números da economia brasileira em 2015**. Brasília: CNA, 2015. Disponível em: <http://www.canaldoprodutor.com.br/comunicacao/noticias/agropecuaria-lidera-os-numeros-da-economia-brasileira-em-2015>. Acesso em: 04/01/2016.

ELDER, A. **Trading for a living**: psychology, trading tactics, money management. New York: John Wiley & Sons, 1993.

ELTON, E. J.; GRUBER,M. J.; BROWN, S. J.; GOETZMANN, W. N. **Moderna teoria das carteiras e análise de investimentos**. São Paulo: Atlas, 2004.

GONÇALVES JÚNIOR, C.; PAMPLONA, E. O.; MONTEVECHI, J. A. Seleção de carteiras através do modelo de Markowitz para pequenos investidores (com o uso de planilhas eletrônicas). In: **IX SIMPEP**, Bauru, Anais... Bauru: UNESP, 2002.

HAMILTON, J. D. Analysis of time series subject to changes in regime. **Journal of Econometrics**, London, v.45, n.1-2, p.39-70, Jul.-Aug., 1990.

HERSCOVICI, A. Historicidade, entropia e não-linearidade: algumas aplicações possíveis na Ciência Econômica. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v.25, n.3, p.277-294, jul-set, 2005.

KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. Prospect theory: an analysis of decision under risk. **Econometrica**, Malden, v.47, n.2, p.263-292, Mar. 1979.

MARKOWITZ, H. Portfolio selection. **The Journal of Finance**, Malden, v. 7, n.1., pp. 77-91, Mar. 1952.

MATOS, J. G.; OLIVEIRA, A. M. B.; SOUZA, B. S. G. Diversificação de risco e retorno via Teoria do Portfólio nas hortaliças comercializadas no Mercado Produtor de Juazeiro-BA. In: **VII SOBER Nordeste**, Ilhéus, *Anais*... Ilhéus: UESC, 2012.

OLIVEIRA, A. M. B.; SOUZA, B. S. G.; MATOS, J. G. Diversificação de risco e retorno via teoria do portfólio das frutas comercializadas no Mercado Produtor de Juazeiro-BA. In: **VIII SEPRONe**, Juazeiro do Norte, *Anais*... Juazeiro do Norte: URCA, 2013.

OLIVEIRA, A. M. B.; SANTOS, J. F. Diversificação de risco e retorno via teoria do portfólio na fruticultura do Vale do São Francisco. **Qualitas Revista Eletrônica**, Campina Grande, v.15, n.1, p. 1-14, 2014.

______. Simulações de razões ótimas de hedge para a uva exportada brasileira. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v.17, n.1, p.101-118, 2015.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia.** 8. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

Tekhne e Logos, Botucatu, SP, v.7, n.2, Agosto, 2016.
ISSN 2176 – 4808

TVERSKY, A.; KAHNEMAN, D. Advances in prospect theory: cumulative representation of uncertainty. **Journal of Risk and Uncertainty**, London, v.5, n.4, p.297-323, Oct. 1992.

Tekhne e Logos, Botucatu, SP, v.7, n.2, Agosto, 2016.
ISSN 2176 – 4808

APÊNDICE – Algoritmo em VBA para o cálculo dos pesos eficientes na abordagem Média-Variância

```
Sub Media_Variancia()
Dim i As Integer

Worksheets("Variância").Activate

Cells(37, 2) = 0

For i = 1 To 300

 Cells(37, 2) = i

   SolverReset
   SolverOptions
   SolverOK SetCell:=Range("B39"), _
          MaxMinVal:=1, _
          ByChange:=Range("B29:Y29")

   SolverAdd cellRef:=Range("Z29"), _
           Relation:=2, _
           formulaText:=1

   SolverAdd cellRef:=Range("B29:Y29"), _
           Relation:=3, _
           formulaText:=0

   SolverSolve UserFinish:=True

   Cells(i + 2, 28) = Cells(37, 2)
   Cells(i + 2, 29) = Cells(32, 2)
   Cells(i + 2, 30) = Cells(33, 2)


Next i

End Sub
```