

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
ESCOLA DE ECONOMIA DE SÃO PAULO

HUGO LEONARDO FREITAS DE MORAES RÊGO

UM ESTUDO SOBRE ALOCAÇÃO DE ATIVOS CLÁSSICA E BAYESIANA NO
MERCADO ACIONÁRIO BRASILEIRO

SÃO PAULO
2012

HUGO LEONARDO FREITAS DE MORAES RÊGO

UM ESTUDO SOBRE ALOCAÇÃO DE ATIVOS CLÁSSICA E BAYESIANA NO
MERCADO ACIONÁRIO BRASILEIRO

Dissertação apresentada à Escola de Economia
de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas,
como requisito para obtenção do título de
Mestre em Economia.

Campo de conhecimento:
FINANÇAS

Orientador: Prof. Dr. Pedro Luiz Valls Pereira

SÃO PAULO
2012

Rêgo, Hugo Leonardo Freitas de Moraes.

Um Estudo sobre Alocação de Ativos Clássica e Bayesiana no Mercado Acionário Brasileiro / Hugo Leonardo Freitas de Moraes Rêgo. – 2012.
56 f.

Orientador: Pedro Luiz Valls Pereira

Dissertação (mestrado) - Escola de Economia de São Paulo.

1. Ações (Finanças). 2. Mercado financeiro. 3. Alocação de ativos. 4. Teoria bayesiana de decisão estatística. I. Valls, P. (Pedro). II. Dissertação (mestrado) - Escola de Economia de São Paulo. III. Título.

CDU 336.76

HUGO LEONARDO FREITAS DE MORAES RÊGO

UM ESTUDO SOBRE ALOCAÇÃO DE ATIVOS CLÁSSICA E BAYESIANA NO
MERCADO ACIONÁRIO BRASILEIRO

Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia.

Campo de conhecimento:
FINANÇAS

Data de aprovação:
__/__/__

Banca examinadora:

Prof. Dr. Pedro Luiz Valls Pereira (Orientador)
FGV-EESP

Prof. Dr. João Filipe Bernardes Volkmann de
Mendonça Mergulhão
FGV-EESP

Prof. Dr. Emerson Fernandes Marçal
Universidade Presbiteriana Mackenzie

Agradecimentos

Aos meus pais, os maiores responsáveis por todas minhas conquistas e que sempre me deram apoio incondicional em toda minha vida.

À minha namorada, Bruna, pelo companheirismo e pela enorme compreensão durante os dois anos de Mestrado.

Aos meus amigos do Mestrado, em especial ao Rodrigo e à Vanessa, pela amizade e pelo convívio durante o curso.

Ao meu orientador, professor Pedro Valls, pelas oportunidades que me proporcionou e pela confiança.

À EESP, pelo excelente ensino, ótima estrutura e brilhante equipe que tive o prazer de encontrar na Escola.

Resumo

Este trabalho teve como objetivo comparar duas metodologias de alocação ótima de ativos, a metodologia clássica e a metodologia bayesiana. O modelo utilizado foi o de Meucci (2005). Foram realizados diversos exercícios empíricos de montagem de carteiras de ativos seguindo essas metodologias, utilizando para isso dados do mercado acionário brasileiro. Os resultados encontrados indicam uma superioridade de desempenho, tanto em termos de retorno quanto de volatilidade, da carteira bayesiana em relação à clássica e desta em relação ao índice de mercado. Ademais, o trabalho também compreende modificações na *prior* utilizada na estimação bayesiana.

Palavras-chave: alocação de ativos, estimação bayesiana, mercado acionário brasileiro

Abstract

The goal of this work was to compare two different asset allocation methodologies, the classic and the Bayesian one. The utilized model was that of Meucci (2005). In order to reach this goal, empirical exercises were performed, utilizing data from the Brazilian financial market. The results found indicate that the Bayesian asset portfolio outperformed the classic one in terms of return and volatility, whereas the classic portfolio outperformed the market index. Moreover, this work also comprises modifications in the prior utilized in the Bayesian estimation.

Keywords: asset allocation, Bayesian estimation, Brazilian financial market

Sumário

1. Introdução e Justificativa.....	1
2. Metodologia.....	4
2.1 Alocação Clássica	4
2.2 Arcabouço Teórico da Alocação Bayesiana Robusta	6
3. Estatísticas Descritivas dos Dados.....	11
4. Resultados.....	15
4.1 Estimação Clássica.....	15
4.1.1 Exercício Empírico Somente com Ativos do Ibovespa	15
4.1.2 Exercício Empírico com Ativos do Ibovespa, Dólar e CDI.....	17
4.2 Estimação Bayesiana.....	21
4.2.1 Exercício Empírico Somente com Ativos do Ibovespa	21
4.2.2 Exercício Empírico com Ativos do Ibovespa, Dólar e CDI.....	25
4.2.3 Modificando a confiança na <i>prior</i>	28
4.2.4 Modificando a <i>prior</i> do investidor	30
5. Conclusão	35
6. Referências Bibliográficas.....	37
GLOSSÁRIO	38
APÊNDICE A – TABELAS	39

Lista de Gráficos

3.1 Retorno Diário Ibovespa.....	13
3.2 Desvio Padrão Móvel Ibovespa	13
3.3 Retorno Acumulado Ibovespa	14
4.1 Retorno Acumulado da Carteira da Subseção 4.1.1.....	16
4.2 Retornos Diários da Carteira da Subseção 4.1.1.....	16
4.3 Desvio Padrão Móvel da Carteira da Subseção 4.1.1	17
4.4 Retorno Acumulado da Carteira da Subseção 4.1.2.....	19
4.5 Retornos Diários da Carteira da Subseção 4.1.2.....	20
4.6 Desvio Padrão Móvel da Carteira da Subseção 4.1.2	20
4.7 Retorno Acumulado da Carteira da Subseção 4.2.1.....	23
4.8 Retornos Diários da Carteira da Subseção 4.2.1.....	24
4.9 Desvio Padrão Móvel da Carteira da Subseção 4.2.1	24
4.10 Retorno Acumulado da Carteira da Subseção 4.2.2.....	26
4.11 Retornos Diários da Carteira da Subseção 4.2.2.....	27
4.12 Desvio Padrão Móvel da Carteira da Subseção 4.2.2	28
4.13 Retorno Acumulado da Carteira da Subseção 4.2.3.....	29
4.14 Retorno Acumulado das Carteiras da Subseção 4.2.4.....	32
4.15 Desvio Padrão Móvel da Carteira Bayesiana Convencional da Subseção 4.2.4	33
4.16 Desvio Padrão Móvel da Carteira Bayesiana CCC da Subseção 4.2.4	33
4.17 Desvio Padrão Móvel da Carteira Bayesiana DCC da Subseção 4.2.4.....	34

Lista de Tabelas

3.1 Entradas e Saídas do Ibovespa em 2011	12
3.2 Taxa de Mudança dos Pesos dos Ativos do Ibovespa.....	12
3.3 Estatísticas Descritivas do Ibovespa	13
4.1 Evolução Mensal de Δw^2	15
4.2 Estatísticas Descritivas da Carteira da Subseção 4.1.1	17
4.3 Evolução Mensal de Δw^2	18
4.4 Estatísticas Descritivas da Carteira da Subseção 4.1.2	20
4.5 Evolução Mensal de Δw^2	22
4.6 Estatísticas Descritivas da Carteira da Subseção 4.2.1	25
4.7 Evolução Mensal de Δw^2	26
4.8 Estatísticas Descritivas da Carteira da Subseção 4.2.2	28
4.9 Evolução da Alocação em CDI.....	30
4.10 Estatísticas Descritivas da Carteira Bayesiana CCC da Subseção 4.2.4.....	34
4.11 Estatísticas Descritivas da Carteira Bayesiana Convencional da Subseção 4.2.4 ..	34
4.12 Estatísticas Descritivas da Carteira Bayesiana DCC da Subseção 4.2.4.....	34
A.1 Composição da Carteira da Subseção 4.1.1.....	39
A.2 Composição da Carteira da Subseção 4.1.2.....	40
A.3 Composição da Carteira da Subseção 4.2.1.....	41
A.4 Composição da Carteira da Subseção 4.2.2.....	43
A.5 Composição da Carteira Bayesiana Convencional da Subseção 4.2.4.....	45
A.6 Composição da Carteira Bayesiana CCC da Subseção 4.2.4	45
A.7 Composição da Carteira Bayesiana DCC da Subseção 4.2.4	46

1. Introdução e Justificativa

Desde a publicação do trabalho seminal de Markowitz (1952), a resolução do problema de alocação ótima de ativos do investidor foi tema de diversos trabalhos da literatura econômica. Em seu trabalho, Markowitz (1952) formalizou o modelo da média-variância para a otimização do portfólio de investidores. Este modelo é estático e trata do problema da alocação dos ativos em apenas um período, isto é, o portfólio é montado no início de determinado período de tempo e o retorno do portfólio é obtido ao final deste período. A partir da década de 1970, modelos multiperíodos dinâmicos foram adicionados à literatura econômica, incorporando à otimização considerações sobre flutuações na renda e necessidades de consumo dos investidores no ínterim entre a montagem da carteira e a aferição de lucros. Entretanto, como citam Avramov e Zhou (2010), o arcabouço da média-variância ainda é largamente utilizado na academia e na prática de Finanças, sendo o objeto de estudo desta dissertação.

As principais obras da literatura econômica sobre o tema citam duas abordagens para a montagem de uma carteira ótima de ativos a partir de uma análise de média-variância: a clássica, que utiliza apenas dados históricos dos ativos para a estimação dos parâmetros usados na otimização e a estimação bayesiana, que modela também o conhecimento prévio do investidor para realizar esta estimação, de modo a diminuir o risco inerente à estimação.

Se por um lado a estimação clássica é mais usual e sua aplicação é tratada em diversas referências da literatura econômica, como no modelo de Meucci (2005), que será utilizado nesta dissertação, por outro a estimação bayesiana é menos usual, ainda que trabalhos recentes da literatura abordem o assunto.

Dentre esses trabalhos, podemos citar Avramov e Zhou (2010), que fazem uma revisão de estudos sobre a alocação bayesiana dividindo-os em três grupos; aqueles que assumem retornos independentes e identicamente distribuídos dos retornos dos ativos, os que tratam os retornos como previsíveis a partir de variáveis macroeconômicas e os que modelam os retornos dos ativos utilizando modelos de mudança de regime e de volatilidade estocástica.

Os autores tratam da metodologia utilizada para a estimação dentro de cada um desses grupos e apontam que enquanto a abordagem bayesiana inclui

funcionalidades que podem lhe conferir desempenho superior ausentes na abordagem clássica, ela permanece inexplorada para determinados tipos de aplicação, o que cria espaço para bastante evolução do tema. Cabe ressaltar essa observação dos autores na medida em que ela fornece uma justificativa para a presente dissertação.

Um exemplo de aplicação da metodologia bayesiana modelando os retornos dos ativos utilizando modelos de volatilidade estocástica é o trabalho de Bade, Frahm e Jaekel (2009). Os autores utilizam um modelo GARCH para os retornos diários dos índices de ações de sete países e seguem para uma estimação bayesiana do portfólio ótimo. Segundo eles, a utilização da *prior* na estimação bayesiana tem real impacto na carteira ótima, produzindo resultados diferentes daqueles obtidos com a estimação clássica, notadamente uma carteira mais diversificada na comparação com aquela obtida na estimação clássica.

Meucci (2011) também realiza um exercício empírico utilizando o arcabouço bayesiano. O modelo do autor, que servirá de base para as estimações bayesianas deste trabalho e será apresentado na seção a seguir, pertence ao primeiro grupo do trabalho de Avramov e Zhou (2010), isto é, assume que os retornos dos ativos são independentes e identicamente distribuídos no tempo. A atividade empírica de Meucci (2011) consiste em montar uma carteira ótima para o S&P 500 para um horizonte de uma semana e compará-la com a carteira montada seguindo a abordagem clássica. O autor obtém resultados mais conservadores e menos rentáveis para a carteira bayesiana em comparação com a clássica; o retorno total da carteira clássica é superior, mas sua volatilidade no período de tempo analisado também o é.

Como último exemplo, pode ser mencionado o trabalho de Tu e Zhou (2008), que traz uma inovação em relação aos trabalhos anteriormente citados. Neste artigo, os autores desenvolvem uma metodologia para incorporar a função-objetivo do investidor à *prior* bayesiana. Empiricamente, verificam que esta metodologia apresenta resultados superiores à metodologia bayesiana padrão.

A proposta desta dissertação é realizar um estudo empírico da aplicação das duas metodologias, clássica e bayesiana, para o mercado financeiro brasileiro, comparando os resultados obtidos com cada uma das metodologias. Em particular, no que tange a estimação bayesiana, este trabalho fará dois exercícios diferentes que se encaixam nos grupos um e três do estudo de Avramov e Zhou (2010); um exercício em que será assumido que os retornos dos ativos são independentes e

identicamente distribuídos e seguem uma distribuição normal e outro modelando-os com modelos de volatilidade estocástica.

A atividade empírica consiste na montagem de duas carteiras com ativos transacionados no mercado brasileiro. Os pesos de cada ativo nas carteiras serão determinados segundo a abordagem clássica para uma delas e segundo a bayesiana para a outra. A seguir, como forma de comparação das carteiras, serão medidos os desempenhos que as mesmas teriam tido no mercado financeiro em período de tempo subsequente àquele utilizado para a estimação das carteiras ótimas. O modelo utilizado neste trabalho será aquele proposto por Meucci (2005).

Como ressaltado por Campbell e Viceira (2002), a literatura econômica sobre alocação de ativos e escolha de portfólio encontra sua justificativa de existência ao cumprir o papel de orientar os agentes econômicos a respeito das diversas decisões de alocação que estes devem tomar. Muitas vezes, este é um exercício dentro da “economia normativa”, isto é, um exercício de melhorar decisões econômicas imperfeitas tomadas pelos agentes. A justificativa deste trabalho é estender a literatura de alocação de ativos e escolha de portfólio, bem como cumprir o mesmo papel que esta cumpre dentro da literatura econômica dentro do contexto brasileiro, constituindo-se em uma contribuição para esta literatura e para o entendimento do funcionamento do mercado financeiro nacional.

Após esta introdução, na seção 2 deste trabalho são apresentados os modelos propostos por Meucci (2005) para a estimação clássica e para a estimação bayesiana, na seção 3 estão presentes estatísticas descritivas dos dados utilizados na estimação, na seção 4 os resultados das estimações são mostrados e, a seguir, a seção 5 conclui o trabalho.

2. Metodologia

2.1 Alocação Clássica

Seguindo a metodologia proposta por Meucci (2005), consideremos w_0 a alocação inicial dos ativos, isto é, o peso inicial de cada um deles e P_T o vetor de preços desses ativos no tempo T . Os ativos em questão são ações.

A otimização começa estabelecendo o objetivo do investidor, que é maximizar sua riqueza ao final de um horizonte de tempo τ , dado certo nível de risco. A expressão da riqueza do investidor é dada por:

$$\Psi_w \equiv w' P_{T+\tau} \quad (1)$$

Considerando w' um vetor linha e $P_{T+\tau}$ um vetor coluna, o produto entre ambos gera um escalar que denota a riqueza do investidor.

Utilizando-se uma função utilidade do investidor do tipo power (equação 2 abaixo), teremos sua satisfação definida como em (3):

$$u(x) = x^{1-\frac{1}{\gamma}} \quad (2)$$

$$S(w) \equiv \left(\gamma E \left\{ \frac{\Psi_w^\gamma}{\gamma} \right\} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \quad (3)$$

Onde γ representa o parâmetro de aversão ao risco do investidor. A satisfação do investidor dada pela equação 3 representa o equivalente certo da sua utilidade esperada, isto é:

$$S(w) \equiv u^{-1}(E\{u(\Psi_w)\}) \quad (4)$$

O problema do investidor que se deseja resolver é maximizar sua satisfação (problema 5), isto é, encontrar o vetor alocação w^* que, dentro de um conjunto \mathcal{C} de restrições, oferece a maior satisfação ao investidor.

$$w^* \equiv \underset{w \in \mathcal{C}}{\operatorname{argmax}} \{S(w)\} \quad (5)$$

As equações 6 e 7 abaixo detalham as restrições presentes no problema de alocação do investidor e que compõem o conjunto \mathcal{C} . A primeira restrição enfrentada por ele é orçamentária; considerando que o produto entre o vetor que contém os pesos dos ativos e o vetor que contém os preços dos mesmos em um determinado período T do tempo (representado pela expressão $w'p_T$) denota o custo de determinada alocação, tem-se que o máximo que o investidor pode pagar por determinada alocação é limitado pela diferença entre sua dotação inicial (ω) e o custo de transação existente na montagem da carteira ótima. No modelo de Meucci (2005), a principal idéia por trás do custo de transação é refletir o impacto no mercado que grandes mudanças nos pesos dos ativos causam. Nesse sentido, ele utiliza uma matriz diagonal D com entradas positivas que confere a característica de crescimento quadrático aos custos de transação, denotados por $w'Dw$. Esta restrição orçamentária \mathcal{C}_1 é expressa na equação 6. A outra restrição do investidor, \mathcal{C}_2 , está expressa na equação 7. Ela estabelece pesos estritamente não-negativos para os ativos. Quando fazemos isso estamos excluindo a montagem de posições vendidas.

$$\mathcal{C}_1: w'p_T \leq \omega - w'Dw \quad (6)$$

$$\mathcal{C}_2: w \geq 0 \quad (7)$$

O problema 5 pode ser resolvido numericamente mediante a consideração de que, para determinado nível de variância, um valor esperado maior na satisfação do investidor é sempre melhor. Diante desta hipótese, Meucci (2005) mostra que resolver o problema 5 equivale a resolver ao problema 8 abaixo.

$$w(v) \equiv \underset{w \in \mathcal{C}}{\operatorname{argmax}} \quad E\{\Psi_w\} \quad (8)$$

$$\operatorname{Var} \{\Psi_w\} = v$$

A solução numérica deste problema é obtida estabelecendo um conjunto de variâncias $\{v^{(1)}, \dots, v^{(i)}\}$ e maximizando a riqueza do investidor para cada uma dessas variâncias. Este processo equivale ao problema 9 abaixo, que representa o problema 8 reescrito à luz das equações 1, 6 e 7:

$$w^{(i)} \equiv \underset{w}{\operatorname{argmax}} w' E\{P_{T+\tau}\} \quad (9)$$

$$\text{s. t.} \begin{cases} w' \operatorname{Cov}\{P_{T+\tau}\} w \leq v^{(i)} \\ w' p_T \leq \omega - w' D w \\ w \geq 0 \end{cases}$$

Este é problema de programação linear com restrição quadrática que pode ser resolvido em softwares como o MATLAB. Para cada i , teremos uma alocação eficiente que gerará ao investidor um nível de satisfação $\tilde{S}(w^{(i)})$. A solução para o problema será i^* tal que:

$$i^* \equiv \underset{i}{\operatorname{argmax}} \{\tilde{S}(w^{(i)})\} \quad (10)$$

Logo, a alocação ótima será dada por:

$$w^* = w^{(i^*)} \quad (11)$$

2.2 Arcabouço Teórico da Alocação Bayesiana Robusta

A principal inovação advinda da estimação bayesiana reside na estimação da distribuição da variável de mercado, que, no caso das ações como ativos alocados, trata-se dos retornos dos ativos. Enquanto na abordagem clássica a estimação dos parâmetros da distribuição é feita utilizando apenas as ocorrências passadas dessa variável, a abordagem bayesiana incorpora o conhecimento prévio do investidor (*prior*) acerca dessa variável para a estimação dos parâmetros de sua distribuição.

Em linhas gerais, além da distribuição das informações passadas dos retornos, é modelado o que a literatura chama de experiência do investidor sobre aquela que deveria ser a distribuição verdadeira dos parâmetros da distribuição da variável. Com essas duas informações, chega-se ao que Meucci (2005) chama de distribuição posterior dos parâmetros da distribuição da variável. É importante notar que, diferente da abordagem clássica onde chega-se a estimadores para os parâmetros da variável de mercado, na abordagem bayesiana o que se obtém é uma distribuição de probabilidade para os parâmetros da distribuição da variável.

Essa distribuição será tão mais próxima do valor atribuído pela experiência do investidor quanto maior for a confiança deste na sua experiência. As principais propriedades da distribuição posterior que se deseja saber são os parâmetros de localização e dispersão do elipsóide que a forma.

Retomando o problema clássico da média-variância mostrado na subseção anterior, Meucci mostra que o problema 8 pode ser reescrito da seguinte forma:

$$w^{(i)} \equiv \underset{w}{\operatorname{argmax}} w' \mu \quad (12)$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} w \in \mathcal{C} \\ w' \Sigma w \leq v^{(i)} \end{cases}$$

No problema acima, novamente temos um vetor w de pesos relativos de cada ativo no portfólio, um conjunto \mathcal{C} de restrições a esses pesos (definido pelo investidor e que nesta subseção será igual ao conjunto da subseção anterior) e um contínuo de variâncias $v^{(i)}$ dos retornos dos ativos, sendo o problema do investidor resolvido para cada uma dessas variâncias. Considerando um investimento inicial no período de tempo t , após um horizonte τ , o retorno de cada ativo será dado por $R_{t,\tau} = P_t/P_{t-\tau} - 1$. As variáveis μ e Σ representam, respectivamente, as médias e as covariâncias dos retornos dos ativos no portfólio, ou seja, $E\{R_{T+\tau,\tau}\}$ e $Cov\{R_{T+\tau,\tau}\}$.

Dentro do arcabouço bayesiano robusto, o problema do investidor acima torna-se:

$$w^{(i)} \equiv \underset{w}{\operatorname{argmax}} \min \{w' \mu\} \text{ em relação a } \mu \in \widehat{\Theta}_\mu \quad (13)$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} w \in \mathcal{C} \\ \max\{w' \Sigma w\} \leq v^{(i)} \text{ em relação a } \Sigma \in \widehat{\Theta}_\Sigma \end{cases}$$

As variáveis $\widehat{\Theta}_\mu$ e $\widehat{\Theta}_\Sigma$ representam regiões de incerteza para μ e Σ , respectivamente. Essas regiões são definidas pelos elipsóides da distribuição posterior de μ e Σ , dados pelas equações 14 e 15, respectivamente:

$$\widehat{\Theta}_\mu \equiv \{ \mu : (\mu - \widehat{\mu}_{ce})' S_\mu^{-1} (\mu - \widehat{\mu}_{ce}) \leq q_\mu^2 \} \quad (14)$$

$$\widehat{\Theta}_\Sigma \equiv \{ \Sigma : \text{vech}(\Sigma - \widehat{\Sigma}_{ce})' S_\Sigma^{-1} \text{vech}(\Sigma - \widehat{\Sigma}_{ce}) \leq q_\Sigma^2 \} \quad (15)$$

Para obter os valores acima, precisamos da distribuição posterior de μ e Σ e para computá-la, como dito anteriormente, é necessário modelar as informações de mercado acerca dos retornos passados dos ativos e a *prior* do investidor. As informações do mercado são basicamente a média e a variância amostral das realizações passadas dos retornos dos ativos, isto é:

$$\hat{\mu} = 1/T \sum_{t=1}^T R_{t,\tau} \quad (16)$$

$$\hat{\Sigma} = 1/T \sum_{t=1}^T (R_{t,\tau} - \hat{\mu})(R_{t,\tau} - \hat{\mu}) \quad (17)$$

A *prior* do investidor é modelada por Meucci (2005) como uma distribuição normal Wishart-invertida, computando-se a distribuição conjunta de μ e Σ para o cálculo da distribuição μ condicional em Σ e da distribuição marginal de Σ . Assim, temos:

$$\mu | \Sigma \sim N \left(\mu_0, \Sigma / T_0 \right) \quad (18)$$

E a distribuição marginal de Σ é modelada através de sua inversa, que terá distribuição Wishart:

$$\Sigma^{-1} \sim W \left(v_0, \Sigma_0^{-1} / v_0 \right) \quad (19)$$

Um resultado importante mostrado por Meucci (2005) é que a distribuição marginal de μ é dada por:

$$\mu \sim St \left(v_0, \mu_0, \Sigma_0 / T_0 \right) \quad (20)$$

A partir desse resultado, obtêm-se duas equações fundamentais para o entendimento da estimação bayesiana, quais sejam:

$$E\{\mu\} = \mu_0 \quad (21)$$

$$Cov\{\mu\} = v_0 \Sigma_0 / T_0 (v_0 - 2) \quad (22)$$

Deste modo, conclui-se que a variável μ_0 reflete a expectativa do investidor quanto à média μ dos retornos do ativo em questão e T_0 reflete a confiança dele quanto a sua previsão, já que altos valores desta variável implicam covariância reduzida e, portanto, baixa incerteza quanto a sua previsão.

Analogamente, a partir da distribuição marginal de Σ^{-1} , obtêm-se:

$$E\{\Sigma^{-1}\} = \Sigma_0^{-1} \quad (23)$$

$$Cov\{vec[\Sigma^{-1}]\} = 1/v_0 (\mathbf{I}_{N^2} + \mathbf{K}_{NN})(\Sigma_0^{-1} \otimes \Sigma_0^{-1}) \quad (24)$$

Onde \mathbf{I} é a matriz identidade e a matriz \mathbf{K} é uma matriz de comutação, que satisfaz à equação:

$$vec[A_{NK}] = \mathbf{K}_{NK} vec[A'_{KN}] \quad (25)$$

A conclusão obtida a respeito dos parâmetros Σ_0 e v_0 é similar àquela obtida para μ_0 e T_0 , isto é, a variável Σ_0 reflete a expectativa do investidor quanto à dispersão da variância dos retornos do ativo e v_0 é a confiança dele quanto a essa expectativa, já que baixos valores de v_0 significam pouca incerteza quanto ao valor que o investidor prevê para a variância dos retornos do ativo.

Com isso, a *prior* do investidor será dada a partir desses quatro parâmetros: μ_0 e Σ_0 , representando, respectivamente, a média e a variância esperadas pelo investidor para os retornos compostos e T_0 e v_0 , representando a confiança do investidor para essas previsões sobre a média e a variância, respectivamente. Todos esses parâmetros são definidos pelo investidor. Com eles, podemos definir $\widehat{\mu}_{ce}$, S_{μ}^{-1} , S_{Σ}^{-1} e $\widehat{\Sigma}_{ce}$ como nas equações abaixo:

$$\widehat{\mu}_{ce} = \mu_1 \quad (26)$$

$$S_{\mu} = \frac{1}{T_1} \frac{v_1}{v_1 - 2} \Sigma_1 \quad (27)$$

$$S_{\Sigma} = \frac{2v_1^2}{(v_1 + N + 1)^3} (D'_N (\Sigma_1^{-1} \otimes \Sigma_1^{-1}) D_N)^{-1} \quad (28)$$

$$\widehat{\Sigma}_{ce} = \frac{v_1}{(v_1 + N + 1)} \Sigma_1 \quad (29)$$

Onde D_N é uma matriz de duplicação e:

$$T_1 \equiv T_0 + T \quad (30)$$

$$\mu_1 \equiv \frac{1}{T_1} [T_0 \mu_0 + T \hat{\mu}] \quad (31)$$

$$v_1 \equiv v_0 + T \quad (32)$$

$$\Sigma_1 \equiv \frac{1}{v_1} \left[v_0 \Sigma_0 + T \widehat{\Sigma} + \frac{(\mu_0 - \widehat{\mu})(\mu_0 - \widehat{\mu})'}{\frac{1}{T} + \frac{1}{T_0}} \right] \quad (33)$$

O cálculo da matriz D_N é feito da maneira a seguir. Seja uma matriz simétrica quadrada Ω . Então D_N é tal que: $\text{vec} [\Omega] = D_N \text{vech} [\Omega]$. Ademais, T representa o número de observações da variável de mercado disponíveis.

Meucci (2005) resolve o problema da alocação bayesiana para os pesos relativos dos ativos, dados pelo vetor w^i . Dentro do arcabouço da média-variância e retomando o conjunto de restrições definido na subseção anterior, o autor prova que o problema da alocação bayesiana para os pesos relativos torna-se:

$$w^{(i)} \equiv \underset{w}{\text{argmax}} \{w' \mu_1 - \gamma_\mu \sqrt{w' \Sigma_1 w}\} \quad (34)$$

$$s. t. \begin{cases} w' p_T \leq \omega - w' D w \\ w' \Sigma_1 w \leq \gamma_\Sigma^i \\ w \geq 0 \end{cases}$$

Onde:

$$\gamma_\mu \equiv \sqrt{\frac{q_{\mu}^2}{T_1} \frac{v_1}{v_1 - 2}} \quad (35)$$

$$\gamma_\Sigma^i \equiv \frac{v^{(i)}}{\frac{v_1}{(v_1 + N + 1)} + \sqrt{\frac{2q_\Sigma^2 v_1^2}{(v_1 + N + 1)^3}}} \quad (36)$$

Este é um problema de programação cônica de segunda ordem e também pode ser resolvido numericamente.

3. Estatísticas Descritivas dos Dados

Os ativos que compõem as carteiras ótimas estimadas no exercício empírico da seção 4 deste trabalho são aqueles que compuseram o índice da Bolsa de Valores de São Paulo (Ibovespa) durante o ano de 2011¹. O que motiva a escolha desses ativos para a montagem das carteiras é a facilidade de comparação de desempenho que os mesmos proporcionam. Na medida em que esses ativos compõem o Ibovespa, isto é, o índice de mercado, torna-se possível tirar conclusões sobre a eficácia das estimações clássica e bayesiana comparando o desempenho das carteiras geradas por esses métodos com o desempenho do índice de mercado, já que tanto as carteiras quanto o índice são compostos pelas mesmas ações.

O período de análise vai de 07/10/2009, data inicial da série mais jovem dos ativos que compõem o índice, até 15/12/2011. Com os dados até 2011, estima-se a carteira ótima para janeiro/2011 e a partir daí a carteira é rebalanceada mensalmente, sempre incorporando os dados do mês recém finalizado na estimação. O período de avaliação das carteiras ótimas vai de janeiro/2011, mês inicial de estimação das mesmas, até dezembro/2011.

O Ibovespa tem composição quadrimestral e a cada mudança na composição do índice, os ativos utilizados na estimação da carteira ótima também são modificados. No total, são utilizados 69 ativos para a montagem das carteiras ótimas. O glossário ao final do trabalho mostra quais são esses ativos.

Apenas quatro ativos não fizeram parte do índice durante todos os quadrimestres de 2011 (BRML3, HGTX3, TCSL4, VIVO4). Entretanto, apenas os dois primeiros significaram adições de novos ativos ao índice, já que as mudanças nos outros dois ativos vieram de reestruturações nas empresas que fizeram com que VIVO4 fosse incorporado ao papel já existente VIVT4 e TCSL4 fosse incorporado à ação TIMP3. A tabela 3.1 abaixo mostra as entradas e saídas do Ibovespa durante 2011. Com efeito, o Ibovespa é um índice que apresenta apenas tênues mudanças de composição entre os quadrimestres, como se pode observar pela taxa de mudança dos pesos dos ativos a cada quadrimestre (Δw^2), calculada pela soma total das mudanças mensais percentuais individuais nos pesos de cada ativo na composição geral da

¹ Exceto os ativos ALLL3 (que compôs o Ibovespa durante 2011 todo) e PRTX3 (que compôs o Ibovespa durante o 1º quadrimestre de 2011). Os ativos foram retirados por indisponibilidade de dados. Sua ausência não traz grandes transtornos aos resultados deste trabalho, pois a participação de ambos no índice era diminuta, oscilando num patamar abaixo de 1%.

carteira do Ibovespa. Do primeiro para o segundo quadrimestre, essa variável foi apenas 0,0181% e do segundo para o terceiro 0,05%, dando conta que este é um índice cuja composição permaneceu praticamente estável ao longo de 2011. A tabela 3.2 traz esse resultado.

Tabela 3.1 – Entradas e Saídas do Ibovespa em 2011

Entrada(+)/Saída(-)	Ação	Trimestre
+	BRML3	3º
+	HGTX3	3º
-	TCSL4	1º
-	VIVO4	1º

Fonte – O Autor

Tabela 3.2 – Taxa de Mudança dos Pesos dos Ativos do Ibovespa

	1º/2º Quadrimestre	2º/3º Quadrimestre
Δw^2	0,0181%	0,05%

Fonte – O Autor

O gráfico 3.1 mostra a evolução do retorno diário do Ibovespa durante o período de avaliação deste trabalho (o ano de 2011) e o gráfico 3.2 traz o desvio padrão móvel dos retornos diários em uma janela de 30 dias, que será usado para denotar a volatilidade das carteiras estudadas neste trabalho. O segundo semestre de 2011 é notadamente um período de alta volatilidade, sobretudo a partir de agosto, quando é registrada a maior queda (-8,09% em 08/agosto) da amostra. Este fato pode ser explicado pela eclosão da crise do Euro e a conseqüente contaminação do mercado financeiro brasileiro.

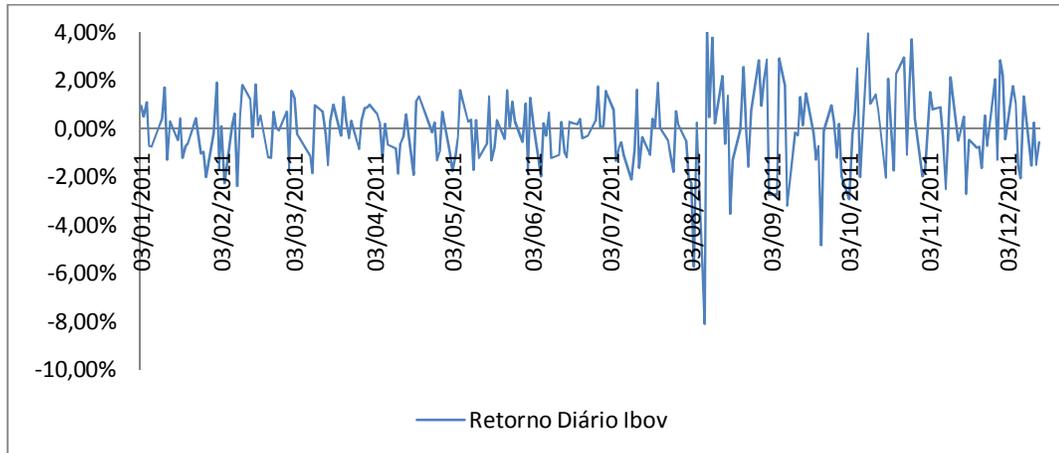
A tabela 3.3 traz estatísticas descritivas dos retornos diários e da volatilidade diária (média dos quadrados dos retornos diários, assim como será usada nas tabelas das próximas seções do trabalho) do Ibovespa em 2011. Destacam-se um excesso de curtose dos retornos e a média negativa dos retornos diários. Como se pode ver no gráfico 3.3, durante o período de avaliação das carteiras ótimas, sobretudo no segundo semestre de 2011, o índice inicia uma trajetória de queda que se estende até o final do ano, ocasionando essa média negativa dos retornos.

Tabela 3.3 – Estatísticas Descritivas do Ibovespa

	Média	Desvio Padrão	Assimetria	Curtose
Retornos Diários	-0,07%	0,0156	-0,5300	3,3348
Volatilidade Diária	0,0243	0,0563	7,2997	70,5569

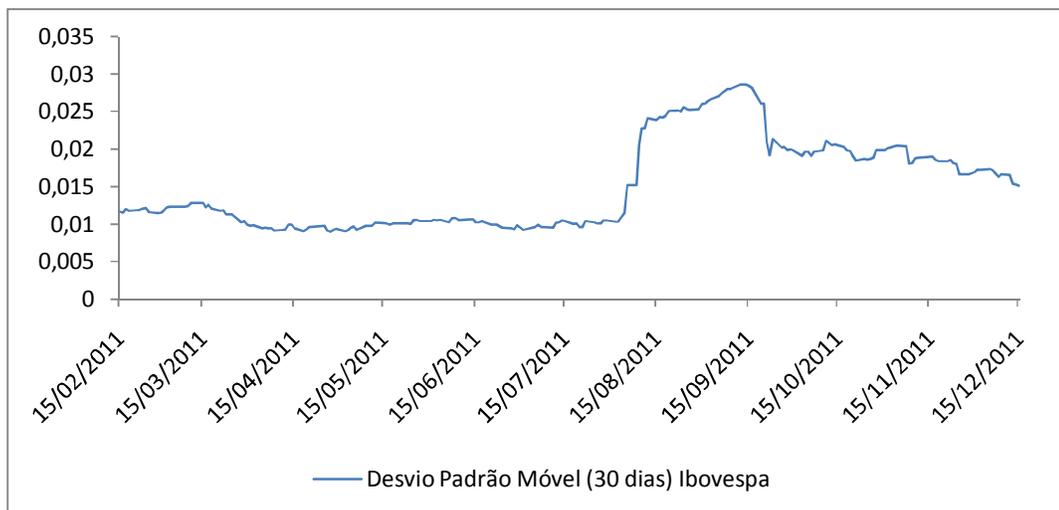
Fonte – O Autor

Gráfico 3.1 – Retorno Diário Ibovespa



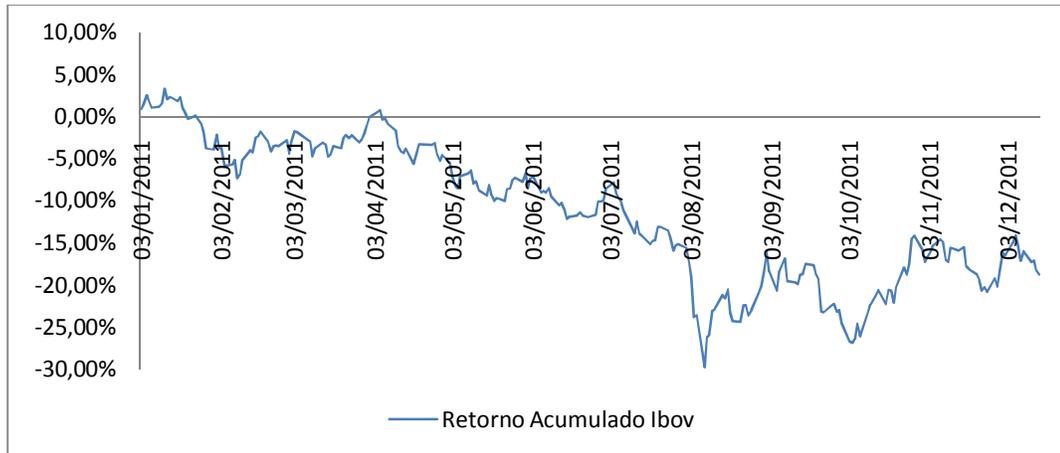
Fonte – O Autor

Gráfico 3.2 – Desvio Padrão Móvel Ibovespa



Fonte – O Autor

Gráfico 3.3 – Retorno Acumulado Ibovespa



Fonte – O Autor

4. Resultados

4.1 Estimação Clássica

4.1.1 Exercício Empírico Somente com Ativos do Ibovespa

Nesta subseção são apresentados os resultados da carteira ótima clássica, gerada a partir do arcabouço apresentado em 2.1. Como observado anteriormente, utilizando dados desde o início da amostra (outubro/2009) até dezembro/2010 estimou-se a carteira com horizonte mensal para janeiro/2011. A partir daí, ao final de cada mês incorporava-se os dados do mês finalizado na amostra e estima-se a carteira para o mês seguinte. Das 69 ações que compuseram o Ibovespa ao longo de 2011, apenas 23 tiveram peso positivo em algum dos meses do ano e dessas somente a ação AMBV4 teve alocação positiva em todos os meses. A tabela completa com as alocações mensais encontra-se no apêndice A do trabalho.

Apesar disso, a taxa de variação dos pesos dos ativos a cada mês (Δw^2) da carteira clássica foi bastante superior do que aquela observada para o Ibovespa. Esta característica torna-se ainda mais pertinente quando observa-se que o Ibovespa muda de composição apenas a cada quatro meses, enquanto que a carteira ótima clássica muda mensalmente. A tabela 4.1 a evolução mensal de Δw^2 .

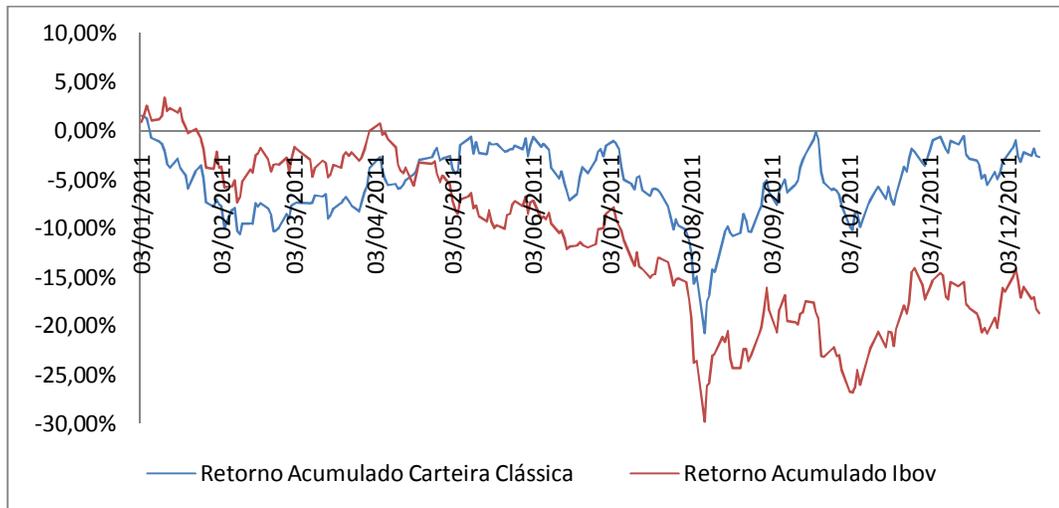
Tabela 4.1 – Evolução Mensal de Δw^2

	Jan/Fev	Fev/Mar	Mar/Abr	Abr/Mai	Mai/Jun	Jun/Jul	Jul/Ago	Ago/Set	Set/Out	Out/Nov	Nov/Dez
Δw^2	5,72%	2,19%	1,73%	15,19%	3,01%	2,03%	3,39%	53,78%	2,65%	0,47%	0,32%

Fonte – O Autor

Quanto ao desempenho mensal, a carteira clássica mostra-se bastante superior ao Ibovespa. O gráfico 4.1 mostra a evolução do retorno acumulado da carteira clássica em comparação com o retorno acumulado do índice. A partir de abril/2011, o retorno acumulado da carteira clássica ultrapassa o do Ibovespa e a diferença entre ambos aumenta durante o ano. Ao final do período de avaliação, a carteira clássica apresenta um retorno de -2,71% em 2011, resultado significativo quando comparado ao universo de ativos ao qual a carteira pertence, que registra -18,72% de performance no mesmo período.

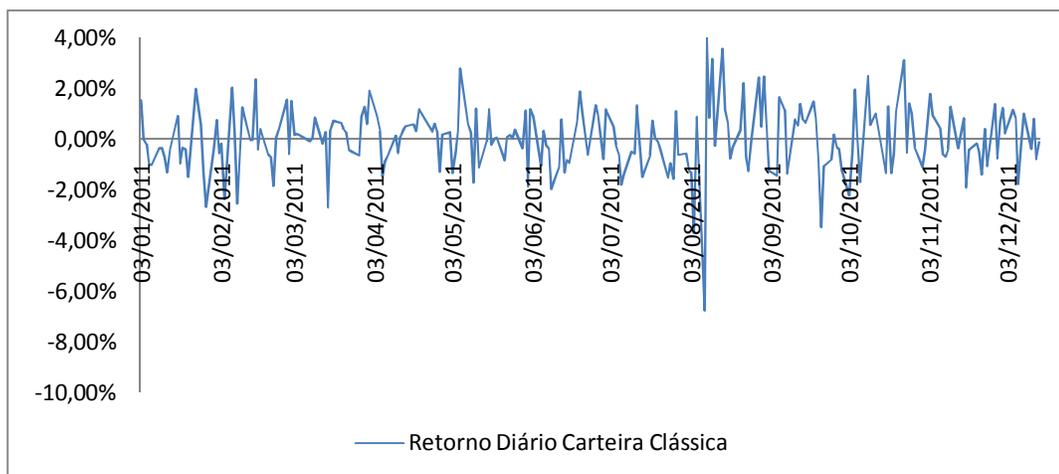
Gráfico 4.1 – Retorno Acumulado da Carteira da Subseção 4.1.1



Fonte – O Autor

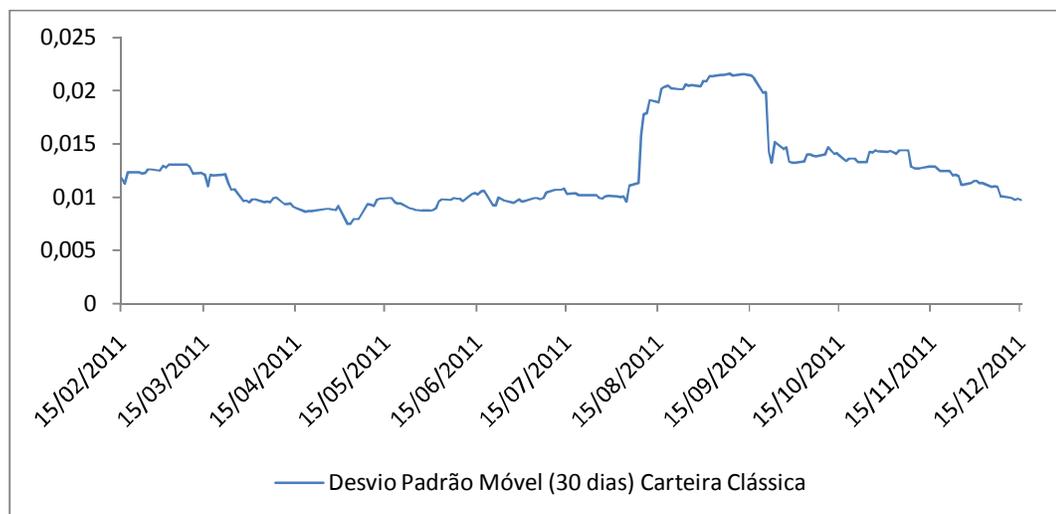
A solidez dos resultados da carteira clássica é ressaltada pela comparação da sua volatilidade com a do Ibovespa. Além de apresentar desempenho superior ao longo de 2011, a carteira clássica foi também menos volátil que o índice. O gráfico 4.3 mostra que ela teve o mesmo pico de volatilidade que o índice em agosto/2011, mas que no restante do segundo semestre não houve uma volatilidade especialmente pronunciada nos retornos diários da carteira, ao contrário do que mostrou o gráfico 3.2. O gráfico 4.2 mostra os retornos diários da carteira clássica.

Gráfico 4.2 – Retornos Diários da Carteira da Subseção 4.1.1



Fonte – O Autor

Gráfico 4.3 – Desvio Padrão Móvel da Carteira da Subseção 4.1.1



Fonte – O Autor

A tabela 4.2 confirma a conclusão advinda da observação dos gráficos de volatilidade, isto é, a volatilidade diária média da carteira clássica foi inferior à do índice de mercado. O retorno diário médio da carteira também foi superior ao do Ibovespa, o que está em linha com o desempenho superior apresentado por ela.

Tabela 4.2 – Estatísticas Descritivas da Carteira da Subseção 4.1.1

	Média	Desvio Padrão	Assimetria	Curtose
Retornos Diários	0,00%	0,0125	-0,4679	3,5961
Volatilidade Diária	0,0157	0,0369	8,0909	88,4522

Fonte – O Autor

4.1.2 Exercício Empírico com Ativos do Ibovespa, Dólar e CDI

A escolha dos ativos que compõem o Ibovespa para a realização dos exercícios empíricos deste trabalho pautou-se na possibilidade de comparar diretamente o desempenho das carteiras ótimas com o desempenho do índice. Ao acrescentar às estimações dois novos ativos que não compõem o índice, essa possibilidade é perdida, já que não existe um índice de mercado composto exatamente pelos ativos do Ibovespa mais dólar e CDI. Entretanto, os resultados obtidos nessa nova estimacão são interessantes num contexto mais prático de Finanças, já que a maioria dos investidores tem como opção o investimento também nesse tipo de ativo.

Nesse sentido, esta subseção aborda a composição da carteira clássica ótima obtida em uma estimação idêntica a da subseção 4.1.1, senão pela inclusão do dólar e do CDI entre os ativos que podem receber alocação. A nova carteira clássica ótima obtida aloca peso positivo em ao menos um dos meses do período de avaliação para 21 dos 71 ativos disponíveis. Desses, 17 também receberam alocação positiva na carteira da subseção 4.1.1. Dos novos ativos incluídos, dólar recebe alocação positiva duas vezes e CDI quatro vezes. Os resultados completos da alocação encontram-se no apêndice A deste trabalho. Com isso, o comportamento apresentado por esta carteira não se diferencia radicalmente da carteira da subseção anterior. Com efeito, a tabela 4.3 traz os resultados da variável Δw^2 para esta nova carteira e seu padrão de comportamento é parecido com o Δw^2 da tabela 4.1, isto é, a taxa de variação dos pesos é mais acentuada que a do Ibovespa.

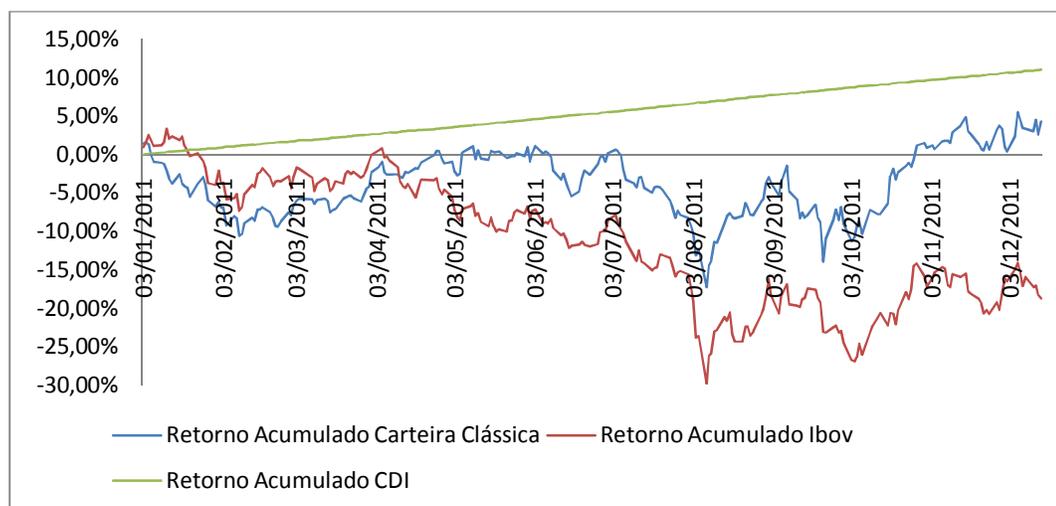
Tabela 4.3 – Evolução Mensal de Δw^2

	Jan/Fev	Fev/Mar	Mar/Abr	Abr/Mai	Mai/Jun	Jun/Jul	Jul/Ago	Ago/Set	Set/Out	Out/Nov	Nov/Dez
Δw^2	5,72%	2,21%	2,12%	2,85%	3,02%	2,07%	5,12%	50,28%	3,57%	1,70%	0,82%

Fonte – O Autor

Com a possibilidade de alocação em um ativo de renda fixa, o CDI, e outro que destoou do Ibovespa em 2011, o dólar, o retorno acumulado pela carteira ótima dessa subseção é superior ao da carteira da subseção anterior. Mais uma vez, a carteira clássica supera o Ibovespa em abril/2011 e a partir daí mantém-se sistematicamente acima do índice. Como essa nova carteira clássica é uma carteira multimercado, diferentemente da carteira da subseção anterior que era exclusivamente de ações, convém compará-la também com o CDI. Neste caso, o desempenho da carteira fica bem abaixo ao do deste índice, terminando o período de avaliação registrando ganho de 4,27% contra 11,05% do índice. O gráfico 4.4 traz o comparativo de retornos acumulados.

Gráfico 4.4 – Retorno Acumulado da Carteira da Subseção 4.1.2

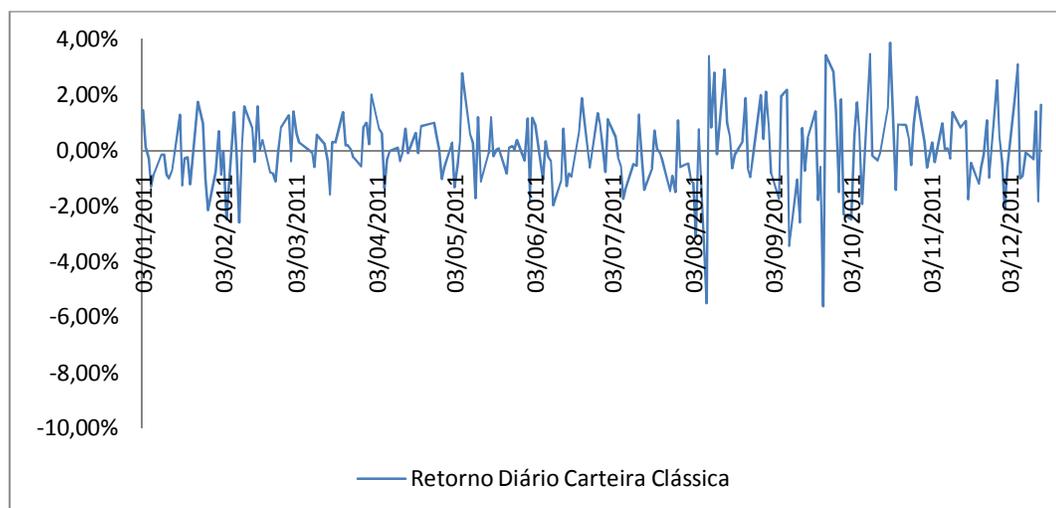


Fonte – O Autor

O desempenho superior entregue pela nova carteira clássica, entretanto, tem como custo uma volatilidade ligeiramente superior. Os gráficos 4.5 e 4.6 mostram o comportamento do retorno e do desvio padrão móvel da carteira, respectivamente, e a tabela 4.4 detalha esses resultados. De acordo com essa tabela, a volatilidade diária média da nova carteira clássica foi ligeiramente superior a da carteira clássica da subseção anterior, ainda que dessa vez houvesse um ativo sem risco a ser alocado. Isso é compensado pelo já debatido aumento no retorno acumulado e o subsequente aumento do retorno diário médio da carteira, que deixa de ser nulo para atingir 0,03%. Ainda assim, a volatilidade diária média da carteira manteve-se sensivelmente abaixo da do Ibovespa mostrada na tabela 3.3.

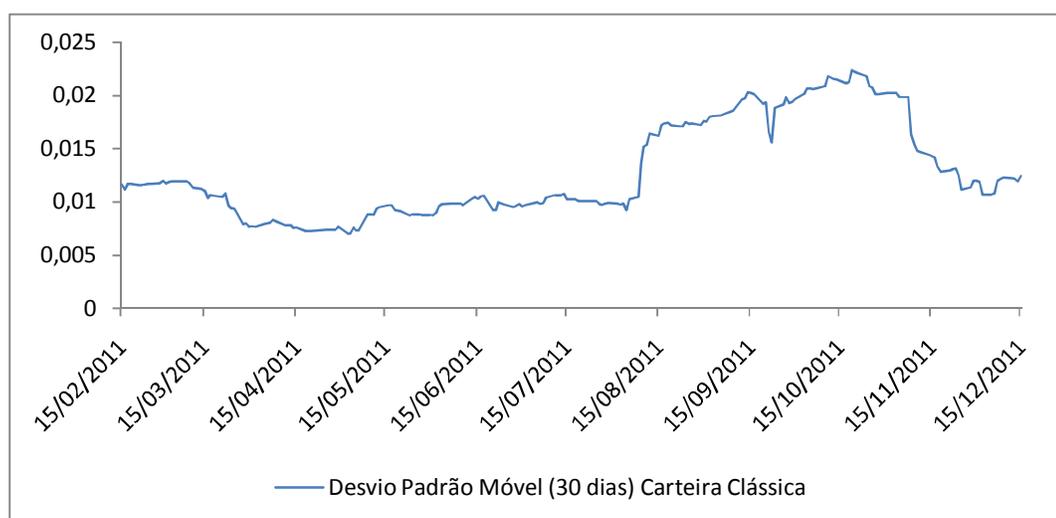
O comportamento da volatilidade da carteira clássica é semelhante ao da carteira clássica da subseção anterior. Ambas sofrem um pico de volatilidade no segundo semestre de 2011, depois de terem um primeiro semestre sem grandes altas na volatilidade diária. A principal diferença é que esta carteira também apresenta períodos seguidos de alta volatilidade em setembro. Isso se deve ao fato que a ação HGTX3 compunha mais de 60% da carteira nesse mês e chegou a apresentar quedas diárias de até -8% no período, sendo a grande responsável por este resultado.

Gráfico 4.5 – Retornos Diários da Carteira da Subseção 4.1.2



Fonte – O Autor

Gráfico 4.6 – Desvio Padrão Móvel da Carteira da Subseção 4.1.2



Fonte – O Autor

Tabela 4.4 – Estatísticas Descritivas da Carteira da Subseção 4.1.2

	Média	Desvio Padrão	Assimetria	Curtose
Retornos Diários	0,03%	0,0134	-0,3313	2,1941
Volatilidade Diária	0,0178	0,0361	5,2462	36,1516

Fonte – O Autor

4.2 Estimação Bayesiana

4.2.1 Exercício Empírico Somente com Ativos do Ibovespa

A *prior* do investidor utilizada para a estimação bayesiana são os últimos 12 meses de observações anteriores ao período de estimação. Dessa forma, quando são utilizados dados desde o início da amostra até dezembro/2010 para estimar a carteira de janeiro/2011 (perfazendo um total de 303 observações para cada ativo), tem-se como parâmetros da distribuição posterior:

$$T = 303 \quad (37)$$

$$\hat{\mu} = 1/303 \sum_{t=1}^{303} R_{t+1,1} \quad (38)$$

$$\hat{\Sigma} = 1/303 \sum_{t=1}^{303} (R_{t+1,1} - \hat{\mu})(R_{t+1,1} - \hat{\mu}) \quad (39)$$

Já como parâmetros da *prior*, lembrando que nos 12 meses anteriores a dezembro/10 (incluindo este mês) há 247 observações, tem-se:

$$\mu_0 = 1/247 \sum_{t=1}^{247} R_{t+1,1} \quad (40)$$

$$\Sigma_0 = 1/247 \sum_{t=1}^{247} (R_{t+1,1} - \mu_0)(R_{t+1,1} - \mu_0) \quad (41)$$

Os parâmetros de confiança na *prior*, T_0 e v_0 , são utilizados como Meucci (2005) utiliza em suas estimações, isto é:

$$T_0 = v_0 = 2T \quad (42)$$

A partir desses parâmetros, obtêm-se uma carteira bayesiana com diferenças significativas para a carteira clássica previamente obtida. Das 69 ações candidatas a compor a carteira ótima bayesiana, um total de 60 teve alocação positiva em algum dos meses do período de avaliação, número muito acima dos 23 ativos da primeira carteira clássica e que indica maior diversificação na carteira bayesiana. Em linha com esse resultado, 10 ações tiveram alocação positiva em todos os meses e a maior alocação obtida por um único ativo foi 20,83% da ação CPFE3 na carteira de fevereiro/2011. Na primeira carteira clássica, o ativo VALE5 chegou a responder por 62,18% da carteira em setembro/2011 e nas quatro oportunidades em que teve alocação positiva, este ativo respondeu por mais de 50% da carteira. Os resultados completos dos ativos alocados na carteira bayesiana estão no apêndice A do trabalho.

A tabela 4.5 traz os resultados da variável Δw^2 para a carteira bayesiana. Além de ser mais diversificada, a carteira bayesiana apresenta mudanças menos drásticas nos pesos dos ativos a cada mês do que a primeira carteira clássica. Apenas nas três últimas estimações da amostra tem-se uma taxa de variação dos pesos dos ativos superior àquela da carteira clássica. Ademais, enquanto na carteira clássica essa variável chega a um pico de 53,78% na mudança de carteira de agosto para setembro (sobretudo devido ao ativo VALE5, que sai de uma alocação nula em agosto para cerca de 62% da carteira em setembro), na carteira bayesiana o máximo valor de Δw^2 é de 3,08% na mudança de setembro para outubro. Ainda assim, os valores da taxa de variação para a carteira bayesiana ficam muito acima daqueles registrados para o Ibovespa e apresentados na tabela 3.2.

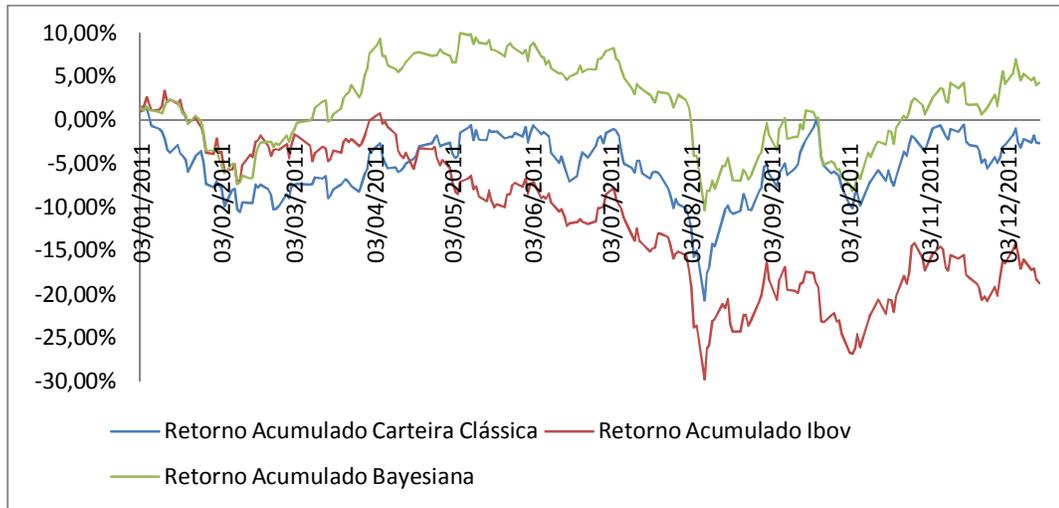
Tabela 4.5 – Evolução Mensal de Δw^2

	Jan/Fev	Fev/Mar	Mar/Abr	Abr/Mai	Mai/Jun	Jun/Jul	Jul/Ago	Ago/Set	Set/Out	Out/Nov	Nov/Dez
Δw^2	2,20%	0,32%	0,54%	0,75%	0,46%	1,35%	0,67%	0,47%	3,08%	2,05%	1,25%

Fonte – O Autor

No gráfico 4.7, está a evolução mensal do retorno acumulado pela carteira bayesiana, em comparação com o Ibovespa e a primeira carteira clássica. A carteira bayesiana começa o período de avaliação bem atrelada à carteira clássica, mas já a partir de fevereiro/2011 há um descolamento entre as duas, com a carteira bayesiana apresentando retorno acumulado sistematicamente superior ao da carteira clássica. Em setembro/2011, os retornos acumulados de ambas voltam a se aproximar para logo a seguir a carteira bayesiana voltar a abrir um *spread* positivo em relação à clássica. O retorno final da carteira bayesiana é um sólido 4,28%, resultado extremamente expressivo frente ao -18,72% do Ibovespa no mesmo período.

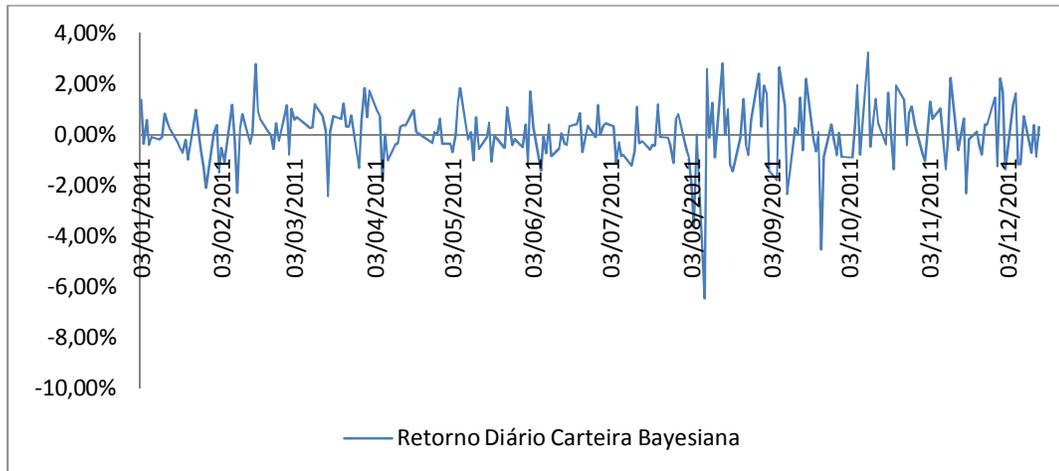
Gráfico 4.7 – Retorno Acumulado da Carteira da Subseção 4.2.1



Fonte – O Autor

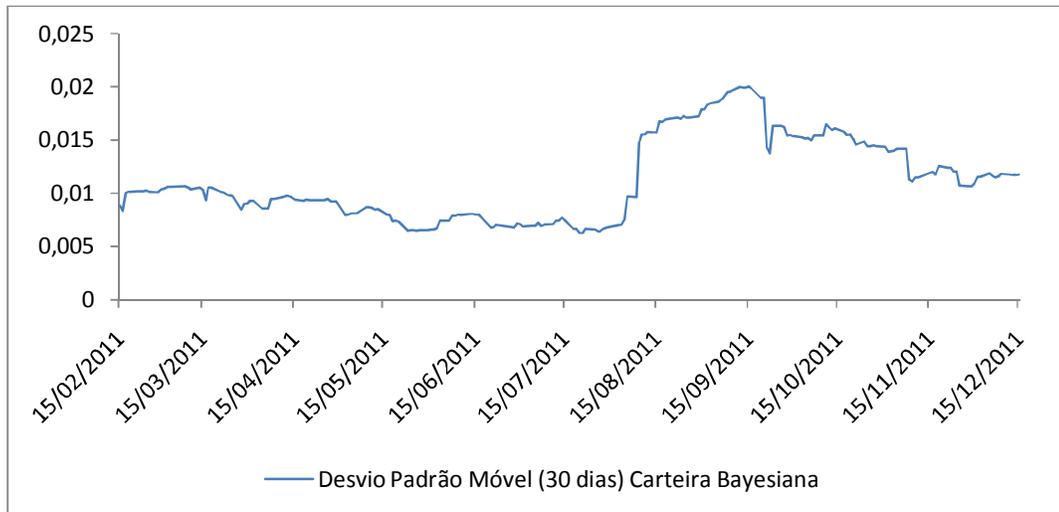
O comportamento dos retornos e do desvio padrão móvel da carteira bayesiana, apresentados nos gráficos 4.8 e 4.9 respectivamente, aponta para uma solidez dos resultados da carteira bayesiana também no quesito volatilidade. Os picos e vales dos retornos diários bayesianos parecem menos pronunciados que os da carteira clássica, mostrados no gráfico 4.2, e a volatilidade da carteira bayesiana também aparenta ser menor que a clássica, sobretudo no primeiro semestre de 2011. No entanto, há uma clara contaminação da volatilidade bayesiana a partir da deterioração econômica no cenário externo durante o segundo semestre de 2011, fenômeno também observado na volatilidade diária do Ibovespa (gráfico 3.2) e da carteira clássica (gráfico 4.3).

Gráfico 4.8 – Retornos Diários da Carteira da Subseção 4.2.1



Fonte – O Autor

Gráfico 4.9 – Desvio Padrão Móvel da Carteira da Subseção 4.2.1



Fonte – O Autor

A tabela 4.6 confirma a impressão passada pelos gráficos 4.8 e 4.9. A volatilidade diária média da carteira bayesiana é inferior à da clássica, bem como o desvio-padrão dos retornos diários clássicos são superiores aos dos retornos bayesianos, indicando retornos bayesianos menos voláteis que os clássicos.

Tabela 4.6 – Estatísticas Descritivas da Carteira da Subseção 4.2.1

	Média	Desvio Padrão	Assimetria	Curtose
Retornos Diários	0,02%	0,0116	-0,8209	4,7705
Volatilidade Diária	0,0133	0,0342	8,2869	88,8089

Fonte – O Autor

Quando é feita uma comparação entre esses resultados da carteira bayesiana com aqueles da seção 3 deste trabalho pertinentes ao Ibovespa, consolida-se um panorama muito favorável à estimação bayesiana, no sentido que ela foi capaz de entregar retorno superior e volatilidade inferior ao do índice de mercado utilizando o mesmo universo de ativos que este.

4.2.2 Exercício Empírico com Ativos do Ibovespa, Dólar e CDI

Este exercício repete o que foi feito na subseção 4.2.1 exceto pela inclusão de dólar e CDI entre os ativos que podem receber alocação. A carteira bayesiana deste exercício repete um padrão já observado no exercício bayesiano anterior; diferentemente das carteiras clássicas, a estimação bayesiana confere alocação positiva a um número mais elevado de ativos. Dessa vez, um total de 40 ativos recebe alocação positiva em pelo menos um dos meses do período de avaliação. Entretanto, há uma diferença ainda mais pronunciada entre esta carteira bayesiana e a segunda carteira clássica. Enquanto a segunda carteira clássica negligenciou os novos ativos em vários dos meses do período de avaliação, a carteira bayesiana apresentou foco absoluto em ambos. A dupla CDI e dólar recebeu alocação positiva em todos os meses avaliados e o valor mínimo da soma da alocação de ambos foi de 92%. Em particular, esta carteira bayesiana é uma carteira basicamente de CDI, já que respondeu por mais de 90% da carteira em diversas ocasiões e sua alocação nunca esteve abaixo de 88%. A alocação mês a mês completa desta carteira está no apêndice A deste trabalho.

Em linha com essa predominância de CDI e dólar, a taxa de variação dos pesos dos ativos é muito pequena para esta carteira. Pela primeira vez, uma carteira deste trabalho apresenta um Δw^2 semelhante ao do Ibovespa, abaixo da primeira carteira bayesiana e muito abaixo das carteiras clássicas. Esta é uma carteira que manteve basicamente estável durante o período de avaliação.

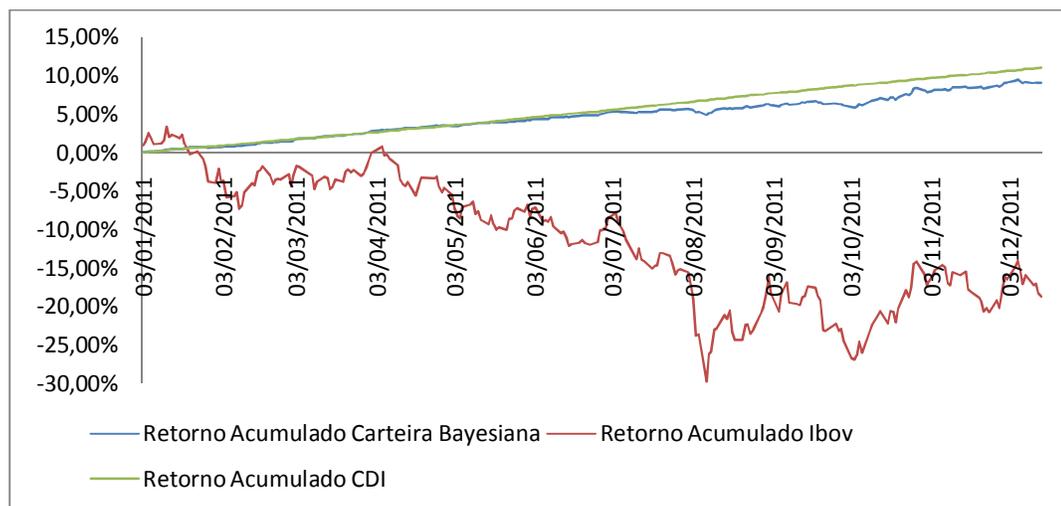
Tabela 4.7 – Evolução Mensal de Δw^2

	Jan/Fev	Fev/Mar	Mar/Abr	Abr/Mai	Mai/Jun	Jun/Jul	Jul/Ago	Ago/Set	Set/Out	Out/Nov	Nov/Dez
Δw^2	0,03%	0,03%	0,15%	0,04%	0,03%	0,01%	0,01%	0,03%	0,06%	0,31%	0,05%

Fonte – O Autor

A evolução dos retornos acumulados desta nova carteira bayesiana segue basicamente os retornos do CDI. A carteira bayesiana mantém-se basicamente colada ao CDI até o segundo semestre de 2011 e a partir daí fixa-se num patamar ligeiramente inferior a ele. O motivo desse descolamento pode ser atribuído ao mau desempenho dos ativos de renda variável que compõem a carteira no segundo semestre. Assim, a carteira encerra o período de avaliação com um retorno de 9,11% contra 11,05% do CDI. Apesar do resultado inferior, convém também comparar esta carteira ao Ibovespa, já que trata-se de uma carteira com ativos de renda fixa e variável. Esta é uma comparação altamente favorável à carteira bayesiana. Desde o primeiro mês de avaliação de desempenho, a carteira bayesiana apresenta retorno acumulado muito superior ao do Ibovespa, que encerra o período com um retorno de -18,72%. O gráfico 4.10 mostra essa evolução nos retornos acumulados.

Gráfico 4.10 – Retorno Acumulado da Carteira da Subseção 4.2.2

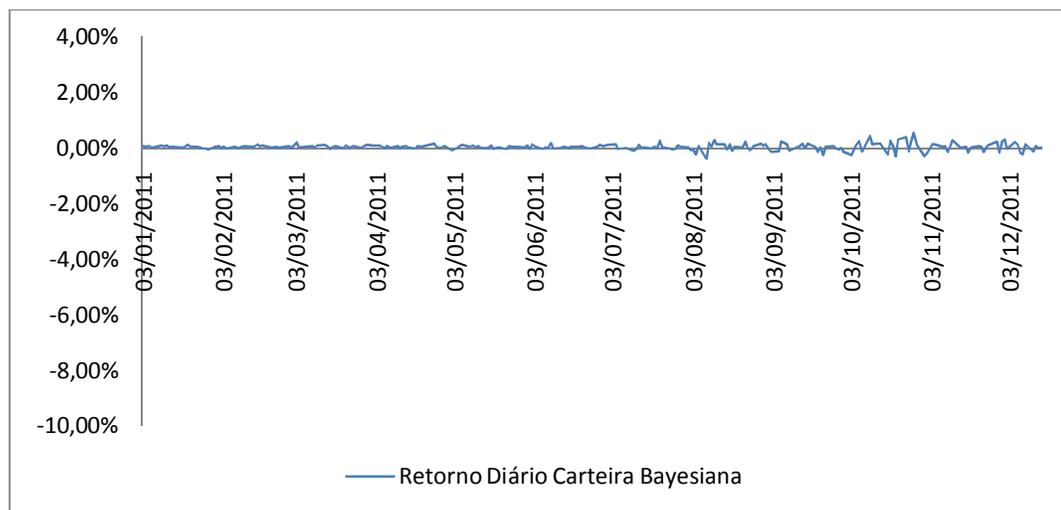


Fonte – O Autor

Os gráficos 4.11 e 4.12 mostram os retornos e o desvio padrão móvel desta nova carteira bayesiana, respectivamente. É visível já a partir dos gráficos dos

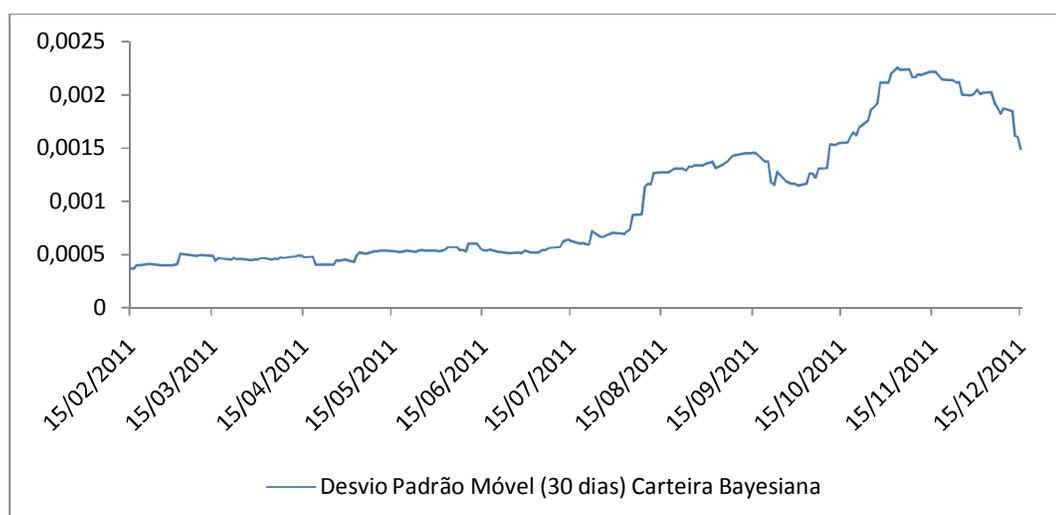
retornos diários que esta é uma carteira com baixíssima volatilidade e essa impressão é confirmada pelo gráfico de desvio padrão móvel, que precisa ser colocado numa escala 10 vezes maior que os gráficos anteriores para que possa ser visto. Com efeito, a tabela 4.8 confirma que esta é uma carteira com volatilidade baixíssima. A volatilidade diária média da carteira não passou de 0,0001 no período e o retorno diário médio foi de 0,04%, o maior dentre todas as carteiras analisadas até aqui. Tendo em vista que quase a totalidade da carteira estava em um ativo de renda fixa e que os ativos de renda variável tiveram performance muito ruim no período em questão, estes resultados para os retornos e a volatilidade diários da carteira eram totalmente esperados.

Gráfico 4.11 – Retornos Diários da Carteira da Subseção 4.2.2



Fonte – O Autor

Gráfico 4.12 – Desvio Padrão Móvel da Carteira da Subseção 4.2.2



Fonte – O Autor

Tabela 4.8 – Estatísticas Descritivas da Carteira da Subseção 4.2.2

	Média	Desvio Padrão	Assimetria	Curtose
Retornos Diários	0,04%	0,0011	0,1147	3,2960
Volatilidade Diária	0,0001	0,0003	4,8685	31,8398

Fonte – O Autor

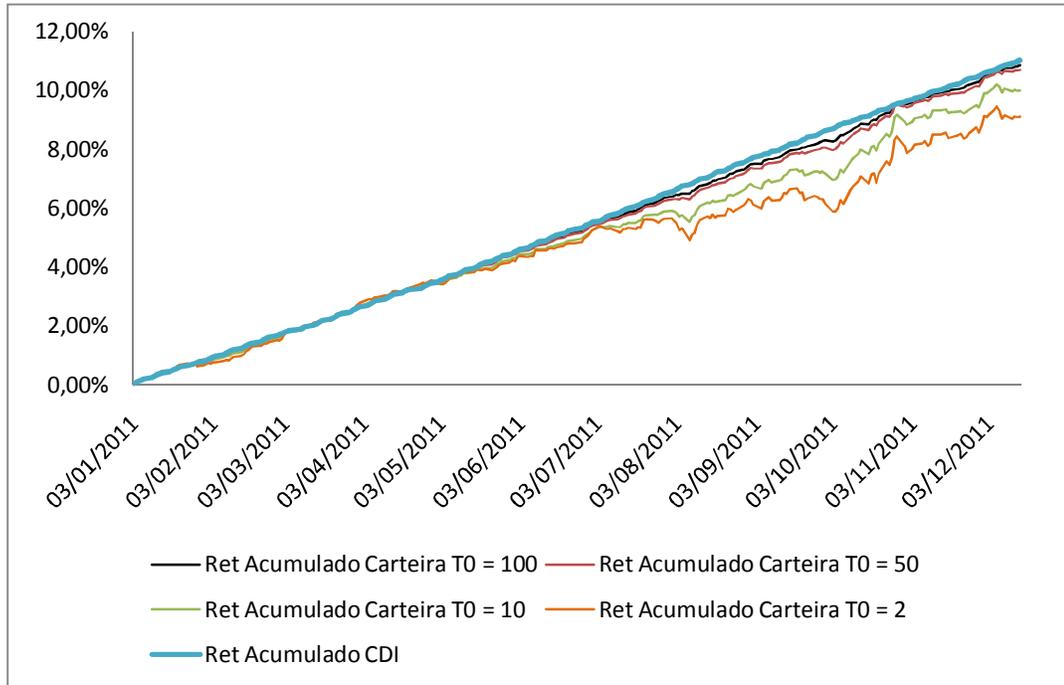
4.2.3 Modificando a confiança na *prior*

Como observado por Meucci (2005), quando a confiança na *prior* do investidor, denotada pelos parâmetros T_0 e v_0 , cresce, a distribuição posterior se aproxima da distribuição da *prior*. Com efeito, a análise das equações 13 e 16 da seção 2 deste trabalho mostra que conforme T_0 e v_0 crescem, os valores de μ_1 e Σ_1 se aproximam dos valores de μ_0 e Σ_0 .

No exercício bayesiano deste trabalho, onde os parâmetros da *prior* são obtidos a partir dos últimos 12 meses de observações, seria esperado que um aumento na confiança do investidor da *prior* refletisse uma aproximação da carteira bayesiana para a melhor carteira dos últimos 12 meses. Assim, em um ano em que os ativos de renda variável tiveram performance muito ruim, a escolha da carteira ótima deveria tender sempre em direção ao CDI, que apresenta retorno positivo e volatilidade quase nula, quanto maior peso se desse aos últimos 12 meses.

Realizando um exercício em que T_0 e v_0 são definidos como 10, 50 e 100 vezes o valor de T (em contraponto ao valor prévio de duas vezes T), os resultados encontrados estão completamente em linha com o esperado pela teoria, como mostra o gráfico 4.13 abaixo. Quanto maior o valor da confiança na *prior* dos últimos 12 meses, mais perto o desempenho da carteira fica do CDI.

Gráfico 4.13 – Retorno Acumulado da Carteira da Subseção 4.2.3



Fonte – O Autor

Com efeito, a tabela 4.9 abaixo mostra o percentual de alocação no CDI, mês a mês, para os quatro valores de T_0 e v_0 em questão. Em todos os meses, percebe-se um aumento da alocação em CDI conforme aumenta-se o valor dos parâmetros de confiança na *prior*.

Tabela 4.9 – Evolução da Alocação em CDI

	$T_0 = 2$	$T_0 = 10$	$T_0 = 50$	$T_0 = 100$
Jan	95,03%	97,69%	99,21%	99,49%
Fev	93,93%	97,43%	99,10%	99,38%
Mar	92,95%	96,91%	98,89%	99,27%
Abr	90,38%	96,18%	98,81%	99,21%
Mai	88,96%	95,31%	98,42%	98,99%
Jun	89,99%	95,26%	98,35%	98,99%
Jul	90,16%	95,41%	98,46%	99,08%
Ago	89,39%	94,65%	98,18%	98,93%
Set	88,52%	93,79%	97,68%	98,60%
Out	87,89%	91,90%	96,15%	97,54%
Nov	92,20%	94,46%	97,57%	98,47%
Dez	91,40%	93,40%	96,80%	97,95%

Fonte – O Autor

4.2.4 Modificando a *prior* do investidor

Retomando o trabalho previamente citado de Avramov e Zhou (2010), existem alguns estudos na literatura econômica que realizam exercícios empíricos de otimização bayesiana de portfólio modelando os retornos dos ativos através de modelos de volatilidade estocástica. Esta subseção realiza o mesmo exercício para os ativos do mercado brasileiro que vêm sendo tratados no trabalho até aqui.

A ideia deste exercício é utilizar uma *prior* do investidor diferente daquela utilizada nas seções anteriores (últimos 12 meses de observações) e comparar seus resultados com os dessa *prior* “convencional”. Para isso, foram utilizados dois modelos GARCH multivariados, um de Correlação Condicional Constante (CCC) e outro de Correlação Condicional Dinâmica de Engle (DCC) para modelar os retornos dos ativos, assim como feito por Bade, Frahm e Jaekel (2009).

Depois de calculados os modelos, é feita a previsão dos mesmos para a média e para a matriz de variância-covariância dos retornos dos ativos. Dessa forma, o parâmetro μ_0 da *prior* será o vetor da previsão do modelo GARCH para a média dos retornos dos ativos e o parâmetro Σ_0 será a matriz de variância-covariância prevista pelo mesmo modelo. Os parâmetros T_0 e v_0 de confiança na *prior* são mantidos no nível original do modelo de Meucci (2005), isto é, ambos tem valor igual a $2T$.

Uma dificuldade encontrada para realizar esse exercício é a limitação computacional de se estimar um modelo GARCH multivariado com os mais de 70 ativos dos exercícios anteriores. Todas as tentativas de estimar esse modelo com mais de 70 variáveis em tempo hábil mostraram-se infrutíferas. A alternativa encontrada foi selecionar um número reduzido de ativos dentre esse grupo de 70 e modelar somente eles. Assim, foram escolhidas 10 dentre as ações que compõem o Ibovespa, sendo as cinco de melhor e as cinco de pior desempenho de todo o índice em 2011. As ações escolhidas para compor a carteira seguindo esse critério foram: AMBV4, BTOW3, CIEL3, CRUZ3, VAGR3, FIBR3, GFSA3, HYPE3, RDCD3 e TIMP3. O desempenho médio desse grupo de ações em 2011 foi de -9,36%.

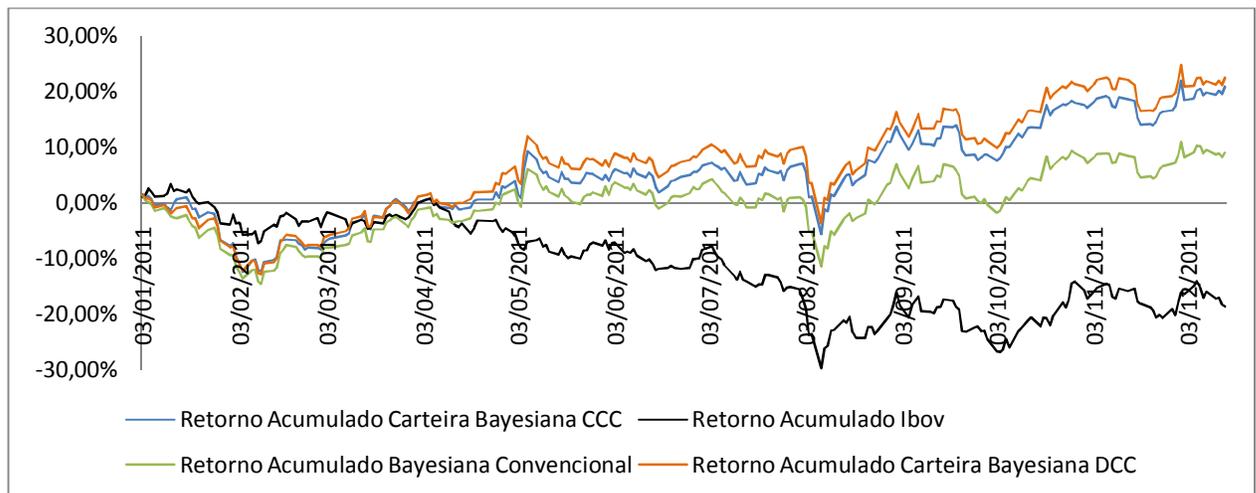
Se por um lado a não utilização de todos os ativos do índice tira um pouco do poder de comparação entre a carteira estimada e o Ibovespa, por outro, a escolha de ações com boa e má performance tenta eliminar vieses de comportamento sobre a carteira estimada, de modo que um bom ou um mau desempenho da mesma não seja fruto exclusivo dos ativos previamente escolhidos para ela.

No que tange a diversificação da carteira ótima, as carteiras bayesianas CCC e DCC tiveram um comportamento semelhante entre elas, comportamento este que seguiu o padrão da carteira bayesiana convencional. Nesse sentido, a diferença mais pronunciada entre as carteiras é que, enquanto na estimação utilizando a *prior* convencional todos os ativos tiveram alocação positiva em ao menos um dos meses, tanto na estimação CCC quanto na estimação DCC, houve um ativo (FIBR3) que não recebeu alocação positiva em nenhum dos meses da análise. A tabela completa com as alocações dessas carteiras encontra-se no apêndice A.

Na comparação de desempenho, a carteira bayesiana DCC mostrou-se ligeiramente superior à carteira CCC e esta significativamente superior à carteira de *prior* convencional. O gráfico 4.14 abaixo traz a evolução do retorno acumulado das três carteiras em comparação ao do Ibovespa no período. Repete-se o padrão observado em gráficos anteriores, isto é, as carteiras estimadas ultrapassam o índice a partir de abril/2011 e iniciam trajetória ascendente a partir de então, contra uma trajetória descendente dele. As carteiras estimadas com as novas *priors* mantêm retorno acumulado superior ao da *prior* convencional durante praticamente todo o período, terminando com uma vantagem de retorno significativa sobre esta. A carteira CCC acumula 20,87% de retorno contra 8,91% da *prior* convencional e

22,46% da carteira DCC ao final do período. Esses três retornos são bem superiores ao do universo ao qual seus ativos pertencem (média de -9,36%) e a diferença entre a carteira bayesiana de *prior* convencional para o universo dos ativos pode ser considerada proporcional aos resultados encontrados anteriormente, já que aqui tem-se 8,91% contra -9,36% quando antes se tinha 4,28% (exercício da subseção 4.2.1) contra -18,72% do Ibovespa, que era o universo ao qual os ativos daquele exercício pertenciam.

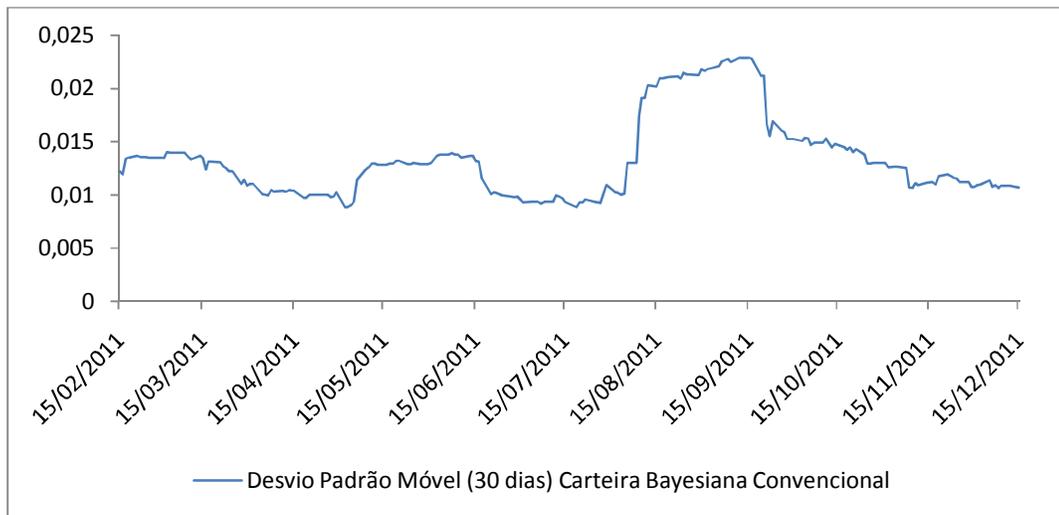
Gráfico 4.14 – Retorno Acumulado das Carteiras da Subseção 4.2.4



Fonte – O Autor

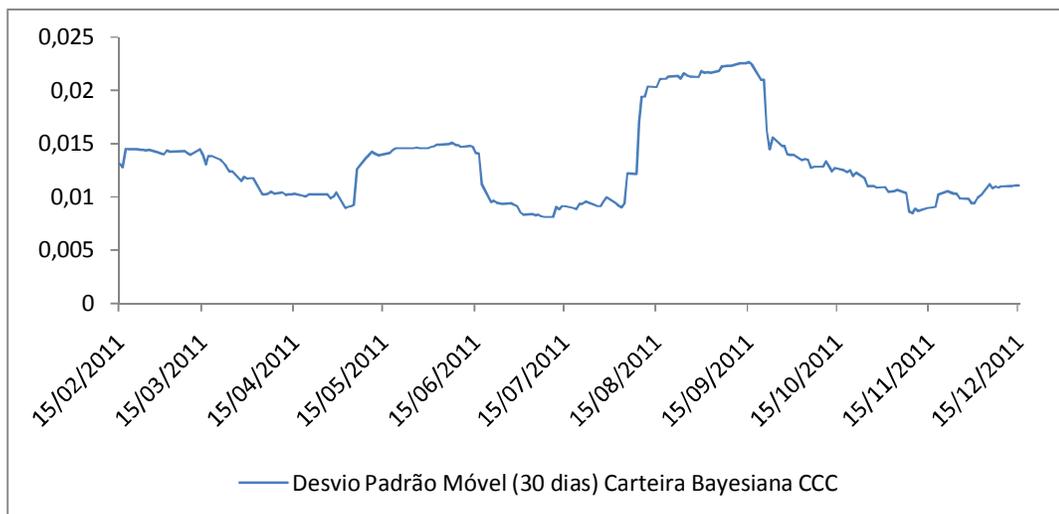
A volatilidade entregue pelas três carteiras é bastante semelhante, como atestam os gráficos 4.15, 4.16 e 4.17 abaixo. Com efeito, as tabelas 4.10, 4.11 e 4.12 comprovam esses resultados. As volatilidades diárias médias das carteiras foram praticamente iguais, assim como o desvio-padrão do retorno diário médio delas.

Gráfico 4.15 – Desvio Padrão Móvel da Carteira Bayesiana Convencional da Subseção 4.2.4



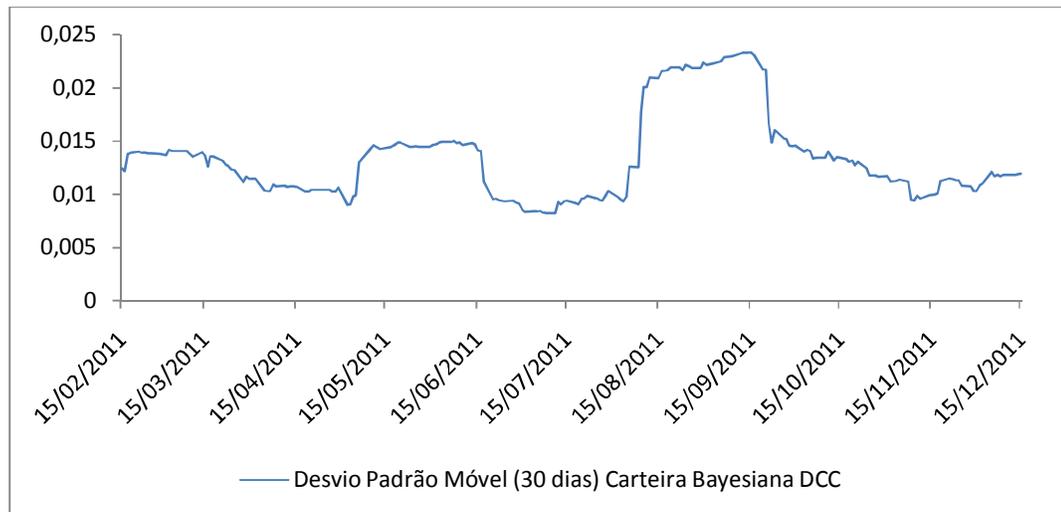
Fonte – O Autor

Gráfico 4.16 – Desvio Padrão Móvel da Carteira Bayesiana CCC da Subseção 4.2.4



Fonte – O Autor

Gráfico 4.17 – Desvio Padrão Móvel da Carteira Bayesiana DCC da Subseção 4.2.4



Fonte – O Autor

Tabela 4.10 – Estatísticas Descritivas da Carteira Bayesiana CCC da Subseção 4.2.4

	Média	Desvio Padrão	Assimetria	Curtose
Retornos Diários	0,09%	0,0133	-0,2767	3,6982
Volatilidade Diária	0,0178	0,0418	6,3098	52,8181

Fonte – O Autor

Tabela 4.11 – Estatísticas Descritivas da Carteira Bayesiana Convencional da Subseção 4.2.4

	Média	Desvio Padrão	Assimetria	Curtose
Retornos Diários	0,04%	0,0134	-0,4373	2,8651
Volatilidade Diária	0,0179	0,0390	6,6180	62,0684

Fonte – O Autor

Tabela 4.12 – Estatísticas Descritivas da Carteira Bayesiana DCC da Subseção 4.2.4

	Média	Desvio Padrão	Assimetria	Curtose
Retornos Diários	0,09%	0,0136	-0,3827	3,7614
Volatilidade Diária	0,0186	0,0438	6,7506	60,8048

Fonte – O Autor

5. Conclusão

Este trabalho teve como objetivo comparar duas metodologias de alocação ótima de ativos, a metodologia clássica e a metodologia bayesiana. Ambas utilizam o arcabouço da média-variância consagrado por Markowitz (1952) e a principal diferença entre elas reside na forma de estimação da distribuição da variável de mercado. A abordagem clássica faz uso somente de dados históricos da variável, enquanto a abordagem bayesiana utiliza também uma *prior* na estimação. O modelo utilizado nesta dissertação é o modelo proposto por Meucci (2005).

Como forma de comparação das metodologias, foram montadas carteiras clássicas e bayesianas utilizando ativos negociados no mercado acionário brasileiro. Os ativos em questão foram as ações que compuseram o Ibovespa no ano de 2011, cujas séries de preços diários foram obtidas para o período entre out/2009 (mês inicial da série mais jovem) e dez/2011. O período de avaliação do desempenho das carteiras foi de jan/2011 a dez/2011. A carteira de cada mês desse período foi montada utilizando todos os dados disponíveis entre out/2009 e o início do mês em questão. Na estimação bayesiana, a *prior* utilizada foi a série de preços diários dos 12 meses anteriores ao mês em que a carteira estava sendo avaliada.

Os resultados obtidos indicaram uma superioridade de desempenho da carteira bayesiana em relação à carteira clássica e maior ainda desta em relação ao Ibovespa. No primeiro exercício realizado, a carteira clássica obteve retorno acumulado de -2,71% ao final de 2011, considerando um investimento com início em jan/2011. Este resultado é bastante superior ao do Ibovespa, que obteve -18,72% no mesmo período. O retorno acumulado pela carteira bayesiana no período de avaliação foi de 4,28%, superior ao da carteira clássica e muito superior ao do Ibovespa. Além de superiores em retorno, os desempenhos das carteiras clássica e bayesiana também foram superiores em volatilidade, na medida em que a volatilidade diária média da carteira bayesiana foi menor que a da clássica e a volatilidade desta foi menor do que a do índice de mercado no período em questão.

Outro exercício realizado foi a adição de dólar e CDI ao universo dos ativos utilizados na estimação das carteiras. A carteira bayesiana continuou a apresentar retorno acumulado superior ao da carteira clássica nesta nova estimação (9,11% contra 4,27%).

Foram realizados também exercícios compreendendo modificações na *prior* da estimação bayesiana. Primeiramente, foi feito um exercício de estimação de carteira bayesiana para ativos do Ibovespa mais dólar e CDI em que a confiança na *prior* foi gradualmente aumentada. Como o período entre out/2009 e dez/2011 foi marcado por um desempenho fraco dos ativos de renda variável e a *prior* utilizada foi a série dos últimos 12 meses dos preços diários dos ativos, era esperado que um aumento da confiança na *prior* captasse esse mau desempenho dos ativos de renda variável, refletindo uma maior alocação no ativo de renda fixa disponível, no caso, o CDI. Este resultado foi alcançado, na medida em que, para todos os meses do período de avaliação, um aumento na confiança na *prior* resultou em um aumento do percentual alocado em CDI.

No segundo exercício de modificação da *prior*, foram utilizados dois modelos GARCH multivariados, um de Correlação Condicional Constante (CCC) e outro de Correlação Condicional Dinâmica de Engle (DCC) para modelar os retornos dos ativos. A partir dessa modelagem, a *prior* utilizada na estimação bayesiana foi composta pelas previsões dos modelos para a média e a matriz de variância-covariância dos retornos dos ativos. A carteira obtida a partir do modelo DCC obteve desempenho superior ao daquela obtida pelo modelo CCC e esta, por sua vez, teve performance superior a da carteira bayesiana de *prior* convencional.

O estudo da alocação ótima de ativos, sobretudo utilizando uma abordagem bayesiana, é um campo com diversas possibilidades de exploração, principalmente para dados do mercado brasileiro. Uma possível extensão do presente trabalho seria a inclusão de derivativos na carteira ótima ou a repetição dos exercícios aqui realizados para modelos dinâmicos.

6. Referências Bibliográficas

Attilio Meucci, “**Risk and Asset Allocation**” ed. Springer, 2005

Attilio Meucci, “**Robust Bayesian Allocation**” working paper, 2011

Avramov, D.; Zhou, G.; “**Bayesian Portfolio Analysis**” Annual Review of Financial Economics, n. 2, p. 25-47, 2010

Bade, A.; Frahm, G.; Jaekel, U., “**A general approach to Bayesian portfolio optimization**” Mathematical Methods of Operations Research, n. 70, p. 337-356, 2009

Campbell, John Y.; Viceira, Luis M., “**Strategic Asset Allocation**” Oxford University Press, 2002

Harry Markowitz, “**Portfolio Selection**” The Journal of Finance, n. 1, vol. 1, p. 77-91, 1952

Tu, J.; Zhou, G., “**Incorporating Economic Objectives into Bayesian Priors: Portfolio Choice Under Parameter Uncertainty**” working paper, 2008

GLOSSÁRIO

Ação	Empresa	Ação	Empresa
AMBV4	Ambev	ITUB4	Itaú Unibanco
BBAS3	Banco do Brasil	JBSS3	JBS Friboi
BBDC4	Banco Bradesco	KLBN4	Klabin
BISA3	Brookfield Incorporações	LAME4	Lojas Americanas
BRAP4	Bradespar	LIGT3	Light
BRFS3	Brasil Foods	LLXL3	LLX Logística
BRKM5	Braskem	LREN3	Lojas Renner
BRML3	BR Malls	MMXM3	MMX
BRTO4	Brasil Telecom	MRFG3	Marfrig
BTOW3	B2W Varejo	MRVE3	MRV Engenharia
BVMF3	BMF&FBOVESPA	NATU3	Natura
CCRO3	Grupo CCR	OGXP3	OGX
CESP6	Cia Energética de São Paulo	PCAR4	Pão de Açúcar
CIEL3	Cielo	PDGR3	PDG Realty
CMIG4	Cemig	PETR3	Petrobras
CPFE3	CPFL Energia	PETR4	Petrobras
CPLE6	Cia Paranaense de Energia	RDCD3	Redecard
CRUZ3	Souza Cruz	RSID3	Rossi Residencial
CSAN3	Cosan	SANB11	Santander Brasil
CSNA3	Cia Siderúrgica Nacional	SBSP3	Sabesp
CYRE3	Cyrela Brazil Realty	TAMM4	Tam
DTEX3	Duratex	TCSL4	Tim Participações
VAGR3	Vanguarda Agro	TIMP3	Tim Participações
ELET3	Eletrobras	VIVT4	Vivo
ELET6	Eletrobras	TMAR5	Telemar
ELPL4	Eletropaulo	TNLP3	Telemar
EMBR3	Embraer	TNLP4	Telemar
FIBR3	Fibraia	TRPL4	Cia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista
GFSA3	Gafisa	UGPA3/UGPA4	Ultrapar
GGBR4	Gerdau	USIM3	Usiminas
GOAU4	Metalúrgica Gerdau	USIM5	Usiminas
GOLL4	Gol	VALE3	Vale
HGTX3	Cia Hering	VALE5	Vale
HYPE3	Hypermarcas	VIVO4	Vivo
ITSA4	Itaúsa		

APÊNDICE A – TABELAS

Tabela A.1 – Composição da Carteira da Subseção 4.1.1

	AMBV4	BRKM5	CCRO3	CESP6	CMIG4	CPFE3	CPLE6	CRUZ3	ELPL4	EMBR3	KLBN4	LIGT3
Jan	38,96%	15,37%	1,09%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,66%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Fev	23,44%	21,38%	2,75%	0,00%	0,00%	2,02%	4,27%	0,00%	0,00%	10,54%	0,00%	0,00%
Mar	19,92%	17,09%	3,27%	0,00%	0,00%	14,58%	0,00%	0,00%	0,00%	11,59%	0,00%	0,00%
Abr	17,29%	19,19%	0,42%	0,00%	0,00%	19,37%	0,00%	0,00%	0,00%	4,47%	0,95%	0,00%
Mai	28,62%	21,06%	1,19%	0,00%	0,00%	14,74%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Jun	18,42%	27,14%	0,55%	0,00%	0,00%	10,69%	0,00%	11,26%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Jul	28,35%	18,05%	0,00%	0,00%	0,00%	9,32%	0,00%	9,11%	0,00%	0,00%	0,00%	1,31%
Ago	19,55%	6,39%	1,75%	2,77%	0,00%	12,64%	0,00%	7,67%	3,91%	0,00%	0,00%	0,00%
Set	26,73%	0,00%	0,00%	0,00%	8,86%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Out	33,09%	0,00%	0,00%	0,00%	5,15%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Nov	29,92%	0,00%	0,00%	0,00%	8,65%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Dez	31,98%	0,00%	0,00%	0,00%	9,97%	0,00%	1,51%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

	LREN3	NATU3	SBSP3	TAMM4	TNLP4	TRPL4	UGPA3	VALE3	VALE5	VIVO4	VIVT4
Jan	8,12%	9,43%	0,00%	7,28%	0,00%	18,09%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Fev	1,47%	2,08%	0,00%	6,40%	0,00%	25,66%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Mar	3,52%	0,71%	0,00%	4,16%	0,00%	25,17%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Abr	3,16%	8,36%	0,00%	0,00%	0,00%	25,08%	0,00%	0,00%	0,00%	1,71%	0,00%
Mai	9,98%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	24,42%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Jun	9,94%	0,00%	0,00%	1,41%	0,00%	0,00%	20,60%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Jul	9,17%	0,00%	0,00%	0,67%	0,00%	0,00%	24,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ago	8,44%	0,00%	0,06%	0,00%	0,00%	0,00%	31,50%	0,00%	0,00%	0,00%	5,31%
Set	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,24%	0,00%	0,00%	0,00%	62,18%	0,00%	0,00%
Out	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	10,63%	0,00%	0,00%	0,78%	50,36%	0,00%	0,00%
Nov	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	7,41%	0,00%	0,00%	0,00%	54,02%	0,00%	0,00%
Dez	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,51%	0,00%	0,00%	0,00%	54,04%	0,00%	0,00%

Fonte - O Autor

Tabela A.2 – Composição da Carteira da Subseção 4.1.2

	AMBV4	BRKM5	BRML3	CCRO3	CESP6	CPFE3	CPL6	CRUZ3	ELPL4	EMBR3	HGTX3
<i>Jan</i>	38,95%	15,36%	0,00%	1,10%	0,00%	0,00%	0,00%	1,67%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Fev</i>	23,39%	21,18%	0,00%	2,77%	0,00%	2,22%	4,38%	0,00%	0,00%	10,54%	0,00%
<i>Mar</i>	18,97%	16,88%	0,00%	2,95%	0,00%	13,31%	0,00%	0,00%	0,00%	11,08%	0,00%
<i>Abr</i>	17,23%	19,87%	0,00%	0,15%	0,00%	19,13%	0,00%	0,00%	0,00%	4,20%	0,00%
<i>Mai</i>	28,65%	21,18%	0,00%	1,13%	0,00%	14,62%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Jun</i>	18,40%	27,28%	0,00%	0,50%	0,00%	10,59%	0,00%	11,26%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Jul</i>	27,43%	17,54%	0,00%	0,00%	0,00%	8,91%	0,00%	8,80%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Ago</i>	16,31%	6,03%	0,00%	0,98%	1,91%	9,51%	0,00%	6,90%	2,04%	0,00%	0,00%
<i>Set</i>	26,72%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	9,18%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	61,58%
<i>Out</i>	29,72%	0,00%	0,97%	0,00%	0,00%	1,93%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	48,93%
<i>Nov</i>	28,49%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	7,79%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	52,21%
<i>Dez</i>	29,86%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	8,85%	0,00%	1,48%	0,00%	0,00%	52,01%

	KLBN4	LIGT3	LREN3	NATU3	TAMM4	VIVT4	UGPA3	VIVO4	CDI	DÓLAR
<i>Jan</i>	0,00%	0,00%	8,11%	9,43%	7,28%	0,00%	18,10%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Fev</i>	0,00%	0,00%	1,41%	2,17%	6,33%	0,00%	25,62%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Mar</i>	0,00%	0,00%	3,72%	0,10%	4,15%	0,00%	23,98%	0,00%	4,85%	0,00%
<i>Abr</i>	1,14%	0,00%	3,47%	8,20%	0,00%	0,00%	25,11%	1,49%	0,00%	0,00%
<i>Mai</i>	0,00%	0,00%	10,05%	0,00%	0,00%	0,00%	24,38%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Jun</i>	0,00%	0,00%	10,00%	0,00%	1,41%	0,00%	20,56%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Jul</i>	0,00%	1,11%	8,94%	0,00%	0,64%	0,00%	23,19%	0,00%	3,45%	0,00%
<i>Ago</i>	0,00%	0,00%	8,60%	0,00%	0,00%	2,00%	27,49%	0,00%	18,25%	0,00%
<i>Set</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,52%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Out</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	8,62%	0,00%	0,00%	9,84%
<i>Nov</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,76%	0,00%	4,75%	0,00%
<i>Dez</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,09%	0,00%	0,00%	5,71%

Fonte - O Autor

Tabela A.3 – Composição da Carteira da Subseção 4.2.1

	AMBV4	BBAS3	BBDC4	BRFS3	BRKM5	BRML3	BRT04	BTOW3	BVMF3	CCRO3
<i>Jan</i>	5,70%	0,00%	0,00%	1,29%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Fev</i>	3,40%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,13%	0,00%	0,00%
<i>Mar</i>	3,74%	0,00%	0,00%	1,82%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Abr</i>	3,73%	0,00%	0,00%	2,27%	0,00%	0,00%	3,21%	0,39%	0,00%	1,01%
<i>Mai</i>	4,97%	0,00%	0,00%	1,10%	0,00%	0,00%	2,01%	2,43%	0,00%	2,28%
<i>Jun</i>	3,10%	0,00%	0,00%	0,71%	0,00%	0,00%	2,24%	2,11%	0,00%	1,25%
<i>Jul</i>	0,00%	0,79%	0,00%	1,99%	0,87%	0,00%	2,23%	1,86%	0,00%	0,00%
<i>Ago</i>	0,09%	1,69%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,72%	0,98%	0,00%	0,00%
<i>Set</i>	0,00%	1,38%	0,00%	0,38%	0,73%	1,23%	0,11%	0,59%	0,00%	0,00%
<i>Out</i>	1,62%	2,08%	0,41%	1,67%	0,00%	0,78%	0,00%	0,00%	0,00%	0,68%
<i>Nov</i>	2,79%	1,59%	0,00%	0,64%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,18%
<i>Dez</i>	3,89%	3,21%	2,02%	1,51%	0,15%	0,00%	0,00%	0,00%	0,84%	8,80%

	CESP6	CIEL3	CMIG4	CPFE3	CPLE6	CRUZ3	CSAN3	CSNA3	CYRE3	DTEX3
<i>Jan</i>	2,00%	4,90%	4,80%	10,34%	1,25%	10,42%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Fev</i>	2,28%	4,28%	8,05%	20,83%	5,26%	8,46%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Mar</i>	4,60%	4,45%	7,15%	20,55%	6,58%	5,98%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Abr</i>	3,93%	6,56%	7,62%	17,74%	5,39%	4,10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Mai</i>	2,47%	6,87%	4,31%	15,95%	4,64%	1,71%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Jun</i>	2,09%	7,65%	4,83%	12,69%	6,19%	1,86%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Jul</i>	1,24%	3,95%	1,52%	6,22%	3,95%	0,00%	0,00%	0,45%	0,00%	0,65%
<i>Ago</i>	1,81%	3,30%	1,47%	3,08%	3,59%	1,42%	0,00%	0,00%	0,00%	2,16%
<i>Set</i>	3,44%	3,20%	1,58%	3,28%	3,48%	0,85%	0,28%	0,00%	0,00%	3,13%
<i>Out</i>	2,00%	4,12%	0,00%	4,60%	4,22%	3,98%	0,88%	0,00%	0,00%	1,41%
<i>Nov</i>	5,09%	1,99%	0,00%	6,46%	7,02%	4,80%	0,29%	0,00%	0,82%	0,79%
<i>Dez</i>	3,84%	2,02%	0,00%	1,77%	3,29%	6,03%	1,32%	0,00%	2,04%	0,00%

	ELET3	ELET6	ELPL4	GFS3	GGBR4	GOAU4	HGT3	HYPE3	ITSA4	ITUB4
<i>Jan</i>	0,00%	0,00%	9,09%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Fev</i>	0,00%	0,00%	6,97%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,70%	0,00%	0,00%
<i>Mar</i>	0,00%	0,00%	6,27%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,04%	0,00%	0,00%
<i>Abr</i>	0,91%	0,60%	3,26%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,84%	0,00%	0,00%
<i>Mai</i>	1,93%	2,53%	3,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Jun</i>	2,73%	2,93%	1,18%	0,00%	0,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Jul</i>	5,26%	4,36%	3,10%	0,00%	1,21%	1,49%	0,00%	0,29%	0,00%	0,00%
<i>Ago</i>	4,27%	4,92%	4,17%	0,00%	0,49%	0,48%	0,00%	0,24%	0,30%	0,00%
<i>Set</i>	3,18%	3,63%	5,77%	0,00%	0,62%	0,80%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Out</i>	0,00%	0,27%	1,07%	0,00%	1,94%	2,47%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Nov</i>	0,00%	0,00%	2,97%	0,99%	0,00%	0,00%	0,13%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Dez</i>	0,00%	0,00%	1,74%	0,00%	0,00%	0,00%	1,57%	0,00%	0,47%	0,18%

	JBSS3	KLBN4	LAME4	LIGT3	LLXL3	LREN3	MRF33	MRVE3	NATU3	OGXP3
Jan	0,77%	0,00%	0,00%	9,91%	0,00%	0,00%	3,69%	0,00%	0,00%	0,00%
Fev	0,72%	0,00%	0,00%	3,84%	0,00%	0,00%	1,73%	0,00%	1,62%	0,11%
Mar	0,24%	0,00%	0,00%	3,24%	0,00%	0,00%	3,38%	0,00%	1,02%	0,72%
Abr	0,59%	0,18%	0,00%	2,01%	0,00%	0,00%	3,91%	0,00%	1,95%	1,59%
Mai	1,74%	0,89%	0,00%	1,87%	0,00%	0,00%	4,40%	0,00%	0,94%	1,31%
Jun	2,90%	2,10%	0,00%	2,39%	0,00%	0,00%	1,45%	0,00%	1,16%	2,91%
Jul	2,46%	3,38%	0,00%	2,32%	0,28%	0,00%	1,88%	0,00%	0,00%	3,54%
Ago	4,18%	2,74%	0,00%	4,87%	0,35%	0,00%	2,08%	0,00%	0,00%	3,47%
Set	4,35%	1,61%	0,00%	5,31%	0,21%	0,00%	2,09%	0,00%	0,00%	4,15%
Out	2,14%	2,18%	1,49%	0,58%	0,03%	0,60%	0,00%	0,00%	0,52%	0,17%
Nov	3,58%	1,79%	0,93%	0,00%	0,00%	1,63%	0,00%	0,17%	5,02%	0,00%
Dez	2,69%	2,17%	0,42%	0,00%	0,00%	0,26%	0,00%	0,00%	7,81%	0,00%

	PCAR4	PETR3	PETR4	RDCD3	SANB11	SBSP3	TAMM4	TIMP3	TMAR5	TNLP3
Jan	3,00%	0,00%	0,00%	3,10%	0,00%	2,46%	0,00%	0,00%	0,00%	0,37%
Fev	3,15%	0,00%	0,00%	3,91%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,31%	0,08%
Mar	2,85%	0,00%	0,00%	4,80%	0,00%	0,02%	0,00%	0,31%	0,00%	0,04%
Abr	3,82%	0,00%	0,00%	5,55%	0,00%	1,15%	0,00%	0,00%	0,84%	0,27%
Mai	4,20%	0,44%	0,06%	6,01%	0,00%	0,14%	0,00%	0,00%	0,43%	0,82%
Jun	4,00%	1,04%	0,75%	6,47%	0,00%	0,43%	0,00%	0,00%	0,17%	1,45%
Jul	5,89%	1,72%	1,99%	4,16%	0,00%	0,00%	1,12%	1,16%	1,98%	1,14%
Ago	6,10%	1,85%	2,37%	4,24%	0,00%	0,00%	0,24%	3,89%	2,30%	1,11%
Set	7,54%	1,23%	1,70%	4,02%	0,00%	0,10%	0,61%	3,70%	0,75%	1,00%
Out	3,04%	1,93%	2,02%	5,96%	1,72%	0,00%	0,00%	0,23%	0,00%	0,00%
Nov	3,02%	4,24%	5,05%	4,68%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,70%	0,00%
Dez	1,37%	4,20%	5,65%	6,53%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,96%	0,09%

	TNLP4	TRPL4	UGPA3	USIM3	USIM5	VAGR3	VALE3	VALE5	VIVO4	VIVT4
Jan	0,11%	14,60%	0,85%	0,00%	0,00%	0,49%	0,00%	0,00%	3,11%	7,75%
Fev	0,57%	12,15%	0,00%	0,00%	0,00%	0,57%	0,00%	0,00%	4,58%	5,32%
Mar	0,00%	9,70%	0,00%	0,00%	0,00%	1,78%	0,00%	0,00%	3,61%	5,12%
Abr	0,39%	9,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,24%	0,00%	0,00%	2,17%	4,76%
Mai	0,26%	14,06%	0,00%	0,00%	0,18%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	5,93%
Jun	0,63%	15,65%	0,00%	0,00%	0,58%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,14%
Jul	1,57%	14,94%	0,22%	0,05%	1,55%	0,39%	0,16%	0,17%	0,00%	6,52%
Ago	0,42%	12,45%	0,00%	0,00%	0,74%	0,48%	0,38%	0,53%	0,00%	10,02%
Set	0,00%	8,12%	0,05%	0,71%	3,48%	0,27%	0,30%	0,49%	0,00%	10,53%
Out	0,00%	18,17%	5,67%	2,36%	4,99%	0,00%	0,00%	0,05%	0,00%	11,95%
Nov	0,00%	10,65%	1,37%	2,29%	6,42%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,93%
Dez	0,00%	9,81%	2,39%	3,04%	3,90%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,03%

Fonte - O Autor

Tabela A.4 – Composição da Carteira da Subseção 4.2.2

	BISA3	BRTO4	BTOW3	BVMF3	CIEL3	CMIG4	CPLE6	CSNA3	CYRE3	DTEX3
<i>Jan</i>	0,00%	0,17%	0,24%	0,00%	0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Fev</i>	0,00%	0,18%	0,20%	0,00%	0,10%	0,44%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Mar</i>	0,00%	0,08%	0,15%	0,00%	0,27%	0,08%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Abr</i>	0,00%	0,00%	0,27%	0,00%	0,00%	0,18%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Mai</i>	0,00%	0,00%	0,52%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,07%	0,00%
<i>Jun</i>	0,00%	0,00%	0,43%	0,00%	0,06%	0,00%	0,00%	0,04%	0,00%	0,00%
<i>Jul</i>	0,00%	0,00%	0,30%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,00%	0,00%
<i>Ago</i>	0,00%	0,00%	0,28%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%	0,01%	0,00%
<i>Set</i>	0,00%	0,00%	0,35%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,08%	0,04%	0,21%
<i>Out</i>	0,20%	0,00%	0,38%	0,30%	0,00%	0,00%	0,00%	0,21%	0,34%	0,27%
<i>Nov</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,09%	0,00%	0,00%	0,35%	0,00%	0,38%	0,28%
<i>Dez</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,73%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,72%	0,11%

	ELET3	ELET6	FIBR3	GFS3	GGBR4	GOAU4	HYPE3	ITSA4	ITUB4	JBSS3
<i>Jan</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,60%
<i>Fev</i>	0,00%	0,00%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,39%
<i>Mar</i>	0,34%	0,18%	0,16%	0,00%	0,00%	0,00%	0,09%	0,00%	0,00%	0,42%
<i>Abr</i>	0,13%	0,00%	0,32%	0,00%	0,00%	0,00%	0,18%	0,00%	0,00%	0,58%
<i>Mai</i>	0,11%	0,00%	0,08%	0,10%	0,04%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,63%
<i>Jun</i>	0,10%	0,00%	0,14%	0,00%	0,30%	0,36%	0,18%	0,00%	0,00%	0,56%
<i>Jul</i>	0,10%	0,00%	0,11%	0,03%	0,39%	0,43%	0,38%	0,00%	0,00%	0,66%
<i>Ago</i>	0,05%	0,00%	0,00%	0,09%	0,36%	0,42%	0,53%	0,00%	0,00%	0,81%
<i>Set</i>	0,08%	0,00%	0,02%	0,06%	0,31%	0,39%	0,40%	0,00%	0,00%	0,82%
<i>Out</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,38%	0,69%	0,83%	0,19%	0,12%	0,06%	0,81%
<i>Nov</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,61%	0,04%	0,19%	0,23%	0,00%	0,00%	1,11%
<i>Dez</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,57%	0,00%	0,00%	0,31%	0,02%	0,08%	0,91%

	LLXL3	MMXM3	MRFG3	MRVE3	NATU3	OGXP3	PCAR4	PDGR3	PETR3	PETR4
<i>Jan</i>	0,00%	0,00%	1,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,20%	0,11%
<i>Fev</i>	0,17%	0,00%	0,45%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,14%	0,09%
<i>Mar</i>	0,23%	0,00%	1,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,29%	0,00%	0,03%	0,00%
<i>Abr</i>	0,19%	0,00%	0,92%	0,00%	0,00%	0,00%	0,28%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Mai</i>	0,17%	0,11%	0,96%	0,00%	0,00%	0,00%	0,27%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Jun</i>	0,10%	0,00%	0,42%	0,00%	0,00%	0,03%	0,26%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Jul</i>	0,10%	0,00%	0,52%	0,00%	0,00%	0,10%	0,31%	0,00%	0,00%	0,01%
<i>Ago</i>	0,07%	0,03%	0,53%	0,00%	0,00%	0,18%	0,27%	0,00%	0,02%	0,02%
<i>Set</i>	0,06%	0,00%	0,45%	0,00%	0,00%	0,31%	0,68%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Out</i>	0,31%	0,39%	0,00%	0,16%	0,00%	0,17%	0,18%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Nov</i>	0,18%	0,00%	0,17%	0,10%	0,42%	0,11%	0,00%	0,00%	0,10%	0,00%
<i>Dez</i>	0,18%	0,00%	0,07%	0,25%	1,27%	0,19%	0,00%	0,19%	0,31%	0,38%

	RDCD3	SANB11	TMAR5	TNLP3	TNLP4	USIM3	USIM5	VAGR3	CDI	DOLOF
Jan	0,04%	0,00%	0,02%	0,00%	0,23%	0,00%	0,05%	0,00%	95,03%	2,17%
Fev	0,15%	0,00%	0,20%	0,02%	0,48%	0,01%	0,24%	0,00%	93,93%	2,73%
Mar	0,26%	0,00%	0,07%	0,00%	0,09%	0,00%	0,08%	0,22%	92,95%	2,97%
Abr	0,13%	0,00%	0,02%	0,00%	0,10%	0,00%	0,21%	0,39%	90,38%	5,72%
Mai	0,05%	0,00%	0,00%	0,02%	0,03%	0,00%	0,38%	0,27%	88,96%	7,09%
Jun	0,20%	0,00%	0,00%	0,03%	0,00%	0,00%	0,48%	0,26%	89,99%	6,06%
Jul	0,08%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,60%	0,42%	90,16%	5,27%
Ago	0,00%	0,00%	0,03%	0,32%	0,01%	0,00%	0,55%	0,26%	89,39%	5,71%
Set	0,00%	0,00%	0,00%	0,27%	0,00%	0,00%	1,50%	0,05%	88,52%	5,41%
Out	0,00%	0,55%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,22%	0,00%	87,89%	4,34%
Nov	0,00%	0,25%	0,04%	0,18%	0,12%	0,00%	1,54%	0,00%	92,20%	1,30%
Dez	0,00%	0,00%	0,00%	0,21%	0,05%	0,00%	1,46%	0,00%	91,40%	0,55%

Fonte - O Autor

Tabela A.5 – Composição da Carteira Bayesiana Convencional da Subseção 4.2.4

	AMBV4	BTOW3	CIEL3	CRUZ3	VAGR3	FIBR3	GFS3A3	HYPE3	RDCD3	TIMP3
<i>Jan</i>	29,16%	1,13%	9,31%	35,21%	5,51%	0,00%	2,15%	6,86%	4,18%	6,50%
<i>Fev</i>	26,71%	1,08%	8,37%	37,86%	4,97%	0,46%	2,11%	7,08%	3,78%	7,60%
<i>Mar</i>	23,34%	0,00%	9,96%	28,88%	10,14%	3,36%	0,00%	7,05%	6,97%	10,30%
<i>Abr</i>	24,32%	0,58%	15,00%	23,26%	7,10%	3,63%	0,81%	5,84%	8,62%	10,84%
<i>Mai</i>	25,42%	3,92%	15,84%	19,19%	5,55%	1,67%	4,36%	3,68%	9,88%	10,51%
<i>Jun</i>	19,39%	3,68%	18,87%	18,90%	6,49%	1,95%	4,48%	4,62%	10,45%	11,15%
<i>Jul</i>	17,43%	4,09%	13,95%	18,00%	7,27%	4,10%	5,85%	4,31%	9,52%	15,49%
<i>Ago</i>	15,58%	4,64%	12,49%	16,18%	7,85%	2,50%	5,41%	3,52%	8,88%	22,95%
<i>Set</i>	15,69%	3,72%	13,84%	15,57%	7,98%	2,52%	5,17%	3,58%	9,73%	22,19%
<i>Out</i>	16,47%	4,26%	13,33%	20,57%	3,38%	0,00%	12,46%	2,34%	12,21%	14,98%
<i>Nov</i>	17,66%	0,00%	10,25%	22,98%	2,56%	0,00%	15,19%	3,33%	12,38%	15,65%
<i>Dez</i>	20,40%	0,27%	8,59%	22,67%	4,79%	0,00%	11,48%	3,52%	16,74%	11,56%

Fonte - O Autor

Tabela A.6 – Composição da Carteira Bayesiana CCC da Subseção 4.2.4

	AMBV4	BTOW3	CIEL3	CRUZ3	VAGR3	FIBR3	GFS3A3	HYPE3	RDCD3	TIMP3
<i>Jan</i>	0.00%	1.48%	0.00%	67.52%	4.85%	0.00%	0.00%	6.57%	2.73%	16.86%
<i>Fev</i>	0.00%	2.35%	0.00%	66.30%	3.91%	0.00%	0.00%	9.05%	1.34%	17.04%
<i>Mar</i>	0.00%	0.00%	0.00%	51.09%	13.15%	0.00%	0.00%	4.85%	9.54%	21.35%
<i>Abr</i>	0.00%	0.00%	0.00%	48.59%	9.32%	0.00%	0.00%	4.10%	16.00%	21.98%
<i>Mai</i>	40.43%	3.89%	24.83%	3.17%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	9.10%	18.58%
<i>Jun</i>	27.93%	3.65%	22.65%	8.93%	4.42%	0.00%	0.82%	0.00%	11.37%	20.23%
<i>Jul</i>	22.03%	3.81%	19.86%	3.87%	10.49%	0.00%	6.50%	0.00%	7.74%	25.71%
<i>Ago</i>	20.66%	0.00%	19.26%	8.56%	4.91%	0.00%	9.80%	0.00%	2.19%	34.63%
<i>Set</i>	28.25%	0.00%	18.66%	3.67%	5.61%	0.00%	4.22%	1.44%	8.51%	29.64%
<i>Out</i>	28.73%	0.00%	12.54%	14.17%	0.00%	0.00%	12.11%	0.00%	17.91%	14.53%
<i>Nov</i>	27.24%	0.00%	4.11%	17.00%	0.00%	0.00%	16.05%	0.00%	20.27%	15.33%
<i>Dez</i>	34.03%	0.00%	0.00%	12.17%	0.00%	0.00%	14.25%	2.19%	32.14%	5.21%

Fonte - O Autor

Tabela A.7 – Composição da Carteira Bayesiana DCC da Subseção 4.2.4

	AMBV4	BTOW3	CIEL3	CRUZ3	VAGR3	FIBR3	GFSA3	HYPE3	RDCD3	TIMP3
Jan	19.47%	0.00%	11.58%	48.65%	3.75%	0.00%	0.00%	1.94%	0.00%	14.61%
Fev	19.18%	0.00%	11.09%	48.13%	2.60%	0.00%	0.00%	4.84%	0.00%	14.16%
Mar	9.42%	0.00%	17.14%	39.08%	13.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	21.16%
Abr	21.23%	0.00%	28.52%	21.54%	7.64%	0.00%	0.00%	0.00%	0.89%	20.18%
Mai	39.73%	4.18%	25.07%	3.82%	0.07%	0.00%	0.00%	0.00%	8.29%	18.84%
Jun	26.47%	3.27%	23.36%	9.54%	6.48%	0.00%	0.39%	0.00%	10.18%	20.31%
Jul	17.94%	4.00%	22.49%	4.41%	14.34%	0.00%	5.45%	0.00%	4.53%	26.85%
Ago	17.56%	0.00%	21.19%	9.04%	7.86%	0.00%	9.09%	0.00%	0.00%	35.26%
Set	23.87%	2.17%	22.26%	2.57%	10.57%	0.00%	3.29%	0.05%	6.54%	28.66%
Out	26.86%	0.00%	13.20%	13.73%	0.00%	0.00%	15.14%	0.00%	18.52%	12.54%
Nov	25.23%	0.00%	4.59%	15.96%	0.00%	0.00%	19.83%	0.00%	21.06%	13.32%
Dez	32.79%	0.00%	0.00%	11.04%	0.34%	0.00%	18.34%	0.28%	34.10%	3.12%

Fonte - O Autor