Escola de Pós-Graduação em Economia - EPGE
Fundação Getulio Vargas

Avaliação de Performance de Fundos de Investimento Utilizando Fatores Estocásticos de Desconto Admissíveis Não Paramétricos

Dissertação de mestrado submetida à Escola de Pós-Graduação em Economia da Fundação Getulio Vargas como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia

Aluno: Thiago Duvernoy

Professor Orientador: Caio Ibsen de Almeida

Rio de Janeiro
2009

Escola de Pós-Graduação em Economia - EPGE
Fundação Getulio Vargas

Avaliação de Performance de Fundos de Investimento Usando Fatores Estocásticos de Desconto Admissíveis Não Paramétricos

Dissertação de mestrado submetida à Escola de Pós-Graduação em Economia da Fundação Getulio Vargas como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia

Aluno: Thiago Duvernoy

Banca Examinadora:
Caio Ibsen de Almeida (Orientador, EPGE - FGV)
Carlos Eugênio da Costa (EPGE - FGV)
José Valentin Vicente Machado (Bacen e IBMEC-RJ)

Rio de Janeiro
2009

Resumo

Nesse trabalho fazemos um estudo sobre o desempenho de fundos de investimento na indústria brasileira. Sob as hipóteses de mercados incompletos e não arbitragem determinamos limites para a performance de fundos quando baseada em medidas admissíveis. Paralelamente, apresentamos uma variação desse método em que excluímos a possibilidade de Índices de Sharpe muito altos persistirem em um mercado em equilíbrio.

Usando uma amostra mensal de 33 fundos multimercado para um período de aproximadamente oito anos, os resultados mostram que a performance de fundos pode variar bastante em função da medida. Para a maior parte dos fundos, não se pode excluir a possibilidade de uma avaliação conflitante para diferentes tipos de investidores.

Palavras-Chave

Fundos de Investimento, Performance, Avaliação, Medidas Admissíveis

Abstract

In this research we study the performance of investment funds in the brazilian industry. Under the assumptions of incomplete markets and no arbitrage, we determine the performance bounds based on admissible measures. Moreover, we propose a variation of this method in which the possibility of persistence of too high Sharpe Indexes is excluded.

We use a monthly sample over an eight year period for 33 multi market funds. The results show that performance vary a lot depending on the measure used. The possibility of a conflicting valuation by different kinds of investors cannot be excluded for most of the funds.

Key words

Investment funds, Performance, Valuation, Admissible measures

Sumário

1. Introdução 1
2. Descrição da Economia 4
3. Limites de Performance 5
4. Limites para Volatilidade do Fator Estocástico de Desconto 7
5. Método de Estimação 9
5.1. Método Não Paramétrico 9
5.2. Método com Limite sobre a Volatilidade do FED 9
6. Resultados Empíricos 10
6.1. Base de Dados 10
6.1.1. Fundos de Investimento 10
6.1.2. Ativos Base 10
6.2. Análise e Descrição dos Resultados 11
7. Testes de Robustez 14
7.1. O Impacto de uma Série Temporal Menor 14
7.2. Usando Diferentes Limites de Volatilidade para o FED 14
8. Conclusão 16

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Estatísticas dos Fundos de Investimento 17

Tabela 2 - Estatísticas dos Ativos Base 18

Tabela 3 - Estrutura de Correlação dos Ativos Base 18

Tabela 4 - Correlação dos Ativos Base com Fundos Bradesco Golden e Fator Hedge 18

Tabela 5 - Limites de Performance 19

Lista de Figuras

Figura 1 - Intervalos de Performance 20

Figura 2 - Retornos e Argumento Ótimo de Fundos Selecionados 21

Figura 3 - Índice de Sharpe e Média dos Intervalos de Performance 22

Figura 4 - Argmin: Não Paramétrico e Volatilidade Limitada 22

Figura 5 - Intervalos de Performance: 2000 a 2003 23

Figura 6 - Argmin e Retornos Fundo 1: 2000 a 2003 23

Figura 7 - Realizações Nulas do FED por Limite de Volatilidade 24

Figura 8 - Intervalos para os 4 Primeiros Valores do Grid 24

Figura 9 - Intervalos de Performance para o 1^o e 10^o Valores do Grid .. 25

Figura 10 - Variância dos Fundos e Estratégias Passivas 25

1. Introdução

A correta avaliação da performance de fundos de investimentos é uma questão bastante discutida na literatura de finanças. O crescimento do patrimônio líquido da indústria de fundos, que no Brasil atingiu R$1,16 tri em abril de 2008 segundo pesquisa da Anbid, e o caráter não conclusivo das técnicas utilizadas, mantém o assunto presente na literatura recente.

É um fato incontestável que a simples observação da série de retornos nada revela sobre os riscos assumidos, sendo que o bom desempenho de um fundo pode ser fruto de estratégias simplistas dependentes de fatores de risco fora do controle do gestor. A crise financeira iniciada com os problemas no mercado de hipotecas americano se agravou em 2008 e levou as bolsas ao redor do mundo a quedas recordes. A turbulência nos mercados levou a grandes perdas por parte de alguns fundos e forneceu bons exemplos do quão passageiro pode ser o "sucesso" de estratégias inocentes.

Identificar gestores capazes de obter um desempenho acima da média do mercado pode ser feito utilizando-se um modelo de precificação de ativos como benchmark. Jensen (1968), por exemplo, usa como referência o Capital Asset Pricing Model (CAPM) em um dos artigos pioneiros da área. Outras inúmeras medidas foram propostas desde então. Essa arbitrariedade na escolha do modelo impacta diretamente a avaliação do desempenho, sendo o ordenamento de fundos baseado nessas técnicas tão confiável quanto a convicção que se tenha em um modelo ser mais adequado que outro. Além disso, modelos paramétricos falham em atribuir performance nula para estratégias passivas.

Chen e Knez (1996) propuseram algumas restrições sobre as possíveis medidas de desempenho, estabelecendo o que denominaram de medidas admissíveis positivas. Tais medidas apresentam certas propriedades desejáveis, entre as quais cabe citar a atribuição de performance nula para qualquer estratégia passiva, e a atribuição de performance positiva para a diferença entre os retornos de dois fundos no caso dessa série apresentar apenas realizações não negativas e ser diferente de zero. Considera-se como estratégia passiva, um portfolio composto por uma combinação linear constante (no período analisado) dos ativos base considerados. Chen e Knez (1996) mostram que a lei do preço único é condição necessária e suficiente para a existência de medidas admissíveis, e a condição de não arbitragem (quando existe um ativo cujo retorno bruto é positivo quase certamente) é a condição necessária e suficiente para a existência de medidas admissíveis positivas.

A condição que garante a existência de uma medida admissível positiva, garante também a existência de um fator estocástico de desconto (FED) positivo. Sendo que todo FED estritamente positivo é uma medida admissível positiva.

O desempenho de um fundo pode ser avaliado pela esperança do produto do fator estocástico com os retornos do fundo (determinando o α do fundo). Quando positiva, essa esperança indica que o fundo agrega valor ao cotista.

Podemos interpretar o FED como a taxa de crescimento da utilidade marginal de um indivíduo representativo do equilíbrio de mercado. Portanto, α seria um indicativo do preço que este indivíduo estaria disposto a pagar pelo fundo.É importante ressaltar que um fundo não deve ser considerado com um ativo livremente negociado no mercado. Há barreiras de entrada e de saída, como: taxas, prazos estabelecidos para venda e fundos fechados para novas captações. Faz sentido, portanto, extrair informações sobre o FED usando ativos livremente negociados (os ativos base), e, posteriormente, utilizar essa informações para fazer inferências sobre o valor dos fundos.

A forma utilizada para estimar o FED é relevante para a correta interpretação dos resultados obtidos na avaliação dos fundos. Uma possibilidade é estimar um fator paramétrico usando métodos econométricos como, por exemplo, o GMM. A vantagem desse método é obter uma estimativa pontual para performance. Contudo, estratégias passivas de gestão podem obter performance não nula, sendo, portanto, conseqüência da utilização de uma medida não admissível.

Uma outra abordagem possível é estimar o FED sob a restrição de que um conjunto de ativos base selecionados seja precificado de forma exata, o que é viável se trabalharmos com um sistema sobre identificado. Evidentemente, nesse caso obtemos sempre medidas admissíveis. Entretanto, sob mercados incompletos existem infinitos FEDs positivos consistentes com um subconjunto de ativos da economia, e, consequentemente, infinitas medidas admissíveis positivas.

Ahn, Cao e Chrétien (2009) estendem o trabalho de Chen e Knez (1996) ao considerar o conjunto infinito de fatores estocásticos de desconto positivos admissíveis. Assumindo ausência de arbitragem e mercados incompletos, os autores mostram que os valores possíveis para a performance de um fundo pertencem a um intervalo fechado e limitado.

Meu trabalho consiste na aplicação ao mercado de fundos brasileiros de variações do método desenvolvido por Ahn, Cao e Chrétien (2009). Proponho a inclusão de uma restrição sobre a volatilidade do FED, o que é economicamente razoável se interpretarmos o FED como a taxa de crescimento da utilidade marginal. Outra possibilidade de argumentação a favor dessa restrição adicional é através dos resultados de equivalência obtidos por Hansen e Jagannathan (1991). Nesse caso, um limite superior para a volatilidade é equivalente a um limite para a razão de Sharpe máxima que devemos encontrar em um mercado em equilíbrio. Cochrane e Saá-Requejo (2000) utilizam a restrição sobre a volatilidade para obter limites mais estreitos na precificação de ativos.

Nossos resultados mostram que a restrição adicional leva a intervalos de performance mais estreitos, mas, além disso, gera realizações para os fatores de desconto muito mais razoáveis do ponto de vista econômico. Quando não há restrição sobre a volatilidade, o problema de otimização que determina os limites de performance sujeito à restrição de não negatividade do FED, resulta em fatores de desconto com uma quantidade inaceitável de realizações nulas

e com uma volatilidade exagerada. É claro que o fato de trabalharmos com apenas 10 ativos base agrava o problema. Embora Ahn, Cao e Chrétien não comentem sobre as realizações do fator estocástico de desconto, a volatilidade que encontraram também foi bastante alta.

Com relação aos fundos, nossos resultados mostram que apenas dois fundos obtém alfa inequivocamente diferente de zero, e, ainda assim, somente quando restringimos a volatilidade do FED. Como destaque positivo temos o CSHG Verde e como destaque negativo o Bradesco Golden. Como mais uma forma de rankear os fundos, usamos a mesma metodologia para analisar o desempenho de um ativo composto pela venda de um fundo i e a compra de um fundo j - usando todas as variações possíveis para nosso conjunto de 33 fundos. Encontramos também, quando possível, uma estratégia passiva de portfolio formado a partir dos ativos base que resulte na mesma rentabilidade acumulada do fundo. Nessa análise, temos que para os quatro fundos com maior rentabilidade não é viável uma estratégia passiva equivalente, e, ainda, que para os outros casos a rentabilidade acumulada pode ser replicada, mas com uma variância muito maior.

2. Descrição da Economia

A economia é caracterizada por mercados incompletos. Existem N ativos e $K > N$ estados da natureza, sendo K número finito. Uma justificativa razoável para mercados incompletos é considerar a possibilidade de informação assimétrica. Nesse caso, temos que contratos contingentes não podem ser levados a diante quando a verificação de determinados estados da natureza não é possível por ambas as partes. Outra possibilidade seria considerar que, ainda que os mercados fossem completos, os ativos disponíveis (e autorizados) para negociação por parte dos participantes do mercado geram apenas um subespaço de todos os possíveis payoffs.

Os retornos dos ativos são denotados por um vetor aleatório x de dimensão $N \times 1$. Trabalhamos com retornos brutos, e, portanto, os preços são dados por $p(x) = 1_N$. No caso, 1_N é um vetor de dimensão $N \times 1$ de uns. O conjunto A denota o espaço de todos os possíveis retornos obtidos através de combinações lineares dos retornos dos N ativos.

Os preços observados nessa economia decorrem de um equilíbrio entre os agentes, ou seja, não há possibilidade de arbitragem.

Definição. A ausência de arbitragem é caracterizada quando todo payoff aleatório w que seja sempre não negativo e positivo com uma probabilidade estritamente positiva tenha preço positivo, $p(w) > 0$.

Em uma economia assim caracterizada temos que:

Proposição 1. Sob mercados incompletos e para um conjunto de preços de equilíbrio, existe um conjunto não vazio e não unitário de fatores estocásticos de desconto, Ψ, fechado e convexo tal que:

$$\Psi = \left\{ M | p(y) = \theta' 1_N = E(M.y), \forall y = \theta' x \in A \text{com } M \geq 0 \right\},$$

em que M é o fator estocástico de desconto.

A proposição 1 é um resultado conhecido na literatura, baseado no *"first valuation theorem "* junto com o *"second valuation theorem "* (Duffie (1996)). A demonstração encontra-se no artigo de Ahn, Cao e Chrétien (2009).

3. Os Limites de Performance

O que devemos esperar da avaliação de performance feita através de um fator estocástico de desconto conforme caracterizado na proposição 1? Qual habilidade, especificamente, procuramos mensurar? Em primeiro lugar, é importante notar que qualquer estratégia passiva obterá performance nula para todo $M \in \Psi$, por melhores que possam ser os retornos de um portfolio formado a partir dos ativos base.

Definição. Considera-se como estratégia passiva, um portfolio composto por uma combinação linear constante (no período analisado) dos ativos base.

De fato, uma estratégia passiva é caracterizada como:

$s = \theta' x$, em que $\theta' 1_N = 1$.

Logo, temos que:

$\alpha(s) = p(s) - 1 = E(M \cdot s) - 1 = E\left[M \cdot (\theta' x)\right] - 1 = \theta' E(M \cdot x) - 1 = 0$, $\forall M \in \Psi$.

Queremos identificar, além da capacidade de um gestor de selecionar ativos, sua capacidade de administrar as informações que obtém para otimizar suas estratégias de longo prazo.

Obviamente, não devemos encontrar estratégias passivas para qualquer fundo, pois trabalhamos com um período de tempo relativamente longo e com um conjunto de ativos base que não esgotam as possibilidades de investimentos dos gestores.

Precisamos, também, considerar uma das críticas centrais à análise de performance feita utilizando-se modelos paramétricos. A determinação do desempenho de um fundo depende fundamentalmente da parametrização feita. Essa escolha, por sua vez, é bastante arbitrária. O resultado obtido por Chen e Knez (1996) no Teorema 5 de seu artigo apenas agrava essa preocupação. Eles mostram que o desempenho relativo de um fundo determinado por uma medida de performance admissível (porém não positiva), sempre pode ser revertido por uma outra medida admíssivel. Esse resultado não se aplica no caso de medidas admissíveis positivas.

A contribuição de Ahn, Cao e Chrétien (2009), utilizando limites para performance, contorna o problema da escolha do modelo. Deixamos que os dados nos digam o que é factível, ao invés de incorrer nas hipóteses necessárias em modelos paramétricos. Isso é feito levando-se em consideração o conjunto dos infinitos fatores estocásticos de desconto positivos capazes de precificar os ativos base. É claro que ainda existe certo de grau de arbitrariedade resultante do conjunto de ativos base escolhido.

Os limites para performance estão fundamentados na seguinte proposição:

Proposição 2. Seja x_f o retorno bruto de um fundo de investimentos. Se x_f pertence a A, a performance do fundo é dada por:

$\alpha(x_f) = E(M \cdot x_f) - 1 = 0, \forall M \in \Psi.$

Se $x_f \notin A$, existe um intervalo fechado e convexo de valores admissíveis de performance, $IP = [\alpha_l(x_f), \alpha_h(x_f)]$, tal que os valores mínimos e máximos do intervalo são dados, respectivamente, por:

$$\alpha_l(x_f) = \inf_{M \in \Psi} E(M \cdot x_f) - 1,$$

$$\alpha_h(x_f) = \sup_{M \in \Psi} E(M \cdot x_f) - 1.$$

A demonstração encontra-se no artigo de Ahn, Cao e Chrétien (2009).

Assim, se o limite inferior para a performance de um fundo é estritamente positivo, é possível afirmar que o fundo agrega valor aos investidores para qualquer fator estocástico compatível com o conjunto de ativos base.

Os intervalos obtidos para a performance dos fundos, entretanto, podem levar a uma análise pouco conclusiva. Temos uma perda de "precisão" em relação a estimadores pontuais de performance.

Para classificação do desempenho relativo dos fundos, Ahn, Cao e Chrétien (2009) trabalham ainda com um conceito interessante, que definem como dominância universal:

Definição. O fundo A domina universalmente o fundo B se o limite inferior de performance para a diferença dos retornos líquidos dos dois fundos for positivo, i.e.,

$$\inf_{M \in \Psi} E[M \cdot (x_A - x_B)] > 0.$$

Podemos entender que há dominância universal se a estratégia de vender a descoberto o fundo B e comprar o fundo A for avaliada positivamente por todo FED pertencente a Ψ.

Além disso, podemos também comparar os limites superiores e inferiores de performance. No caso do limite superior, por exemplo, estaríamos comparando o cenário mais favorável para cada fundo.

4. Limites para Volatilidade do Fator Estocástico de Desconto

A existência do fator estocástico de desconto e sua implicação na determinação dos preços dos ativos são possibilidades teóricas. Interpretá-lo como a taxa de crescimento da utilidade marginal, ou considerar o resultado de equivalência entre a volatilidade do FED e o índice de Sharpe máximo, demonstrado por Hansen e Jaganathan (1991), são formas úteis para se pensar a dinâmica de preços dos ativos.

Os fundamentos econômicos que sustentam essa teoria devem ser considerados em um trabalho aplicado. Não podemos analisar os resultados como simples conseqüência de possibilidades matemáticas, afinal, o preço dos ativos é determinado pela decisão dos participantes do mercado.

A volatilidade do FED, portanto, é uma informação a ser considerada em seu sentido econômico. A opção de impor uma restrição sobre a variância máxima do FED é razoável sob qualquer uma das interpretações teóricas citadas acima. Possivelmente, a restrição não estará ativa. Nesse caso, os resultados não serão alterados.

Especificamente, temos que:

$\frac{\sigma(M)}{E(M)} \geq \frac{|E(R^e)|}{\sigma(R^e)}.$ (1)

Em que R^e é um retorno em excesso.

Hansen e Jagannathan (1991) interpretaram essa inequação como uma restrição sobre o conjunto de fatores de desconto que podem precificar um determinado conjunto de ativos, ou ainda, como uma restrição sobre o conjunto de ativos que podem ser precificados por um determinado FED.

Seguindo Cochrane e Saá-Requejo (2000), assumimos que os indivíduos investiriam na margem em qualquer ativo com índice de Sharpe maior que uma determinada constante, que definimos como h. Logo, o fator estocástico correspondente satisfaz:

$\sigma(M) \leq E(M) \cdot h.$ (2)

Caso haja uma taxa de juros livre de risco, temos que:

$\sigma(M) \leq \frac{h}{R_f}.$ (3)

Assumindo que o FED que inferimos a partir dos ativos base seja representativo de um mercado em equilíbrio, considerar fatores que violem a restrição (3) é equivalente a considerar que índices de Sharpe muito altos podem persistir no mercado, o que é pouco provável. Na literatura, diversos trabalhos desconsideram essa possibilidade. Podemos citar, por exemplo, os trabalhos de Ross (1976) e MacKinlay(1995).

Quando a restrição estiver ativa, os intervalos de performance serão menores e a análise possivelmente mais conclusiva. De fato, por ter trabalhado com 10 ativos base e uma série temporal de 100 observações, esse é quase sempre o

caso. Outro aspecto positivo da inclusão da restrição adicional é obter fatores estocásticos de desconto aceitáveis economicamente.

Ahn, Cao e Chrétien (2009), embora tenham optado por não trabalhar com a restrição sobre a volatilidade do FED, procuraram restringi-la endogenamente. Os autores citam essa preocupação quando comentam a escolha dos ativos base.

5. Método de Estimação

Nessa seção descrevo como estimar os limites de performance para os dois métodos propostos: não paramétrico e com limite sobre a volatilidade do FED.

5.1. Método não paramétrico

O limite inferior para performance é encontrado pela solução do seguinte problema de otimização:

$$\alpha_l(x_f) = \min_{M \in \Psi} E\left(M \cdot x_f\right) - 1 \qquad s.t. E\left(M \cdot x_i\right) = 1, \forall i \qquad M \geq 0.$$

Em que,

x_f: retorno bruto do fundo de investimento;
x_i : retorno bruto do ativo base.

Considerando dados e momentos amostrais, o problema acima fica da seguinte forma:

$$\alpha_l(x_f) = \min_{M \in \Psi} (\tfrac{1}{T} M' x_f) - 1 \qquad s.t. \tfrac{1}{T} \left(B'M\right) = 1_N \qquad M \geq 0.$$

Em que,

$M = (M_1 ... M_t)'$;
$x_f = (x_{1f} ... x_{tf})'$;
B é uma matriz $T \times N$, com B_{tn} sendo o retorno do ativo base n no instante t.

T é o tamanho da série temporal, com $N < T$.

O problema de maximização é análogo.

5.2. Método com Limite sobre Volatilidade do FED

No caso basta adicionar a restrição (3) ao problema de otimização descrito acima. Para definir h, usamos o fato de que o índice de Sharpe máximo que pode ser obtido a partir dos ativos base é limitado pela inequação (1). Trabalhamos com um ativo livre de risco, definido como o rendimento médio das LFTs. Nesse caso, $E\left(M\right) = 1/R_f$. A inequação (1) é verificada com igualdade quando usamos o FED de mínima variância. O FED de mínima variância é dado por:

$$M_{MV} = \left[E\left(x \cdot x'\right)^{-1} \cdot 1_N\right]' \cdot x$$

Calculamos então $\sigma\left(M_{MV}\right) \times R_f = 0.5874 \times 1.0133 = 0.5952$ que é o índice de Sharpe máximo que pode ser obtido a partir dos ativos base. Assumimos, então, que um IS superior a $1.5 \times IS_{Max}$ não pode persistir em um mercado eficiente. Para ilustrar, isso equivaleria a um ativo com rendimento de 7.11% ao mês ou mais e com a mesma volatilidade do índice bovespa, e nos leva a:

$$\sigma\left(M\right)^2 \leq \left(0.5952 \times 1.5 \div 1.0133\right)^2 = 0.7763.$$

Nosso limite é conservador quando comparado àquele de Cochrane e Saá-Requejo (2000), que usam o IS do S&P500 multiplicado por dois. No nosso caso, o IS do índice bovespa é de 0.0862, e o rendimento mensal médio do índice foi de 1.89%. De qualquer forma, analisamos também os resultados obtidos com a variação desse limite. No caso, usamos um grid que vai de 0.5 até 12.7763.

6. Resultados Empíricos

6.1. Base de Dados

Nessa seção fazemos uma descrição dos dados utilizados na análise empírica. As observações são mensais e a série temporal compreende o período de janeiro de 2000 a abril de 2008.

6.1.1. Fundos de Investimentos

Analisamos um total de 33 fundos de investimentos multimercado. A carteira dos fundos é composta por diversos tipos de ativos (com possibilidade de alavancagem), incluindo: ações, renda fixa, câmbio e derivativos. Os dados foram fornecidos pela Anbid e CVM. A rentabilidade é calculada pela variação nos valores das cotas, e, portanto, livre de todos os custos, exceto imposto de renda, seguindo orientação da CVM. A Tabela 1 apresenta um sumário das estatísticas obtidas para base de dados dos fundos.

Em termos anuais, a rentabilidade média dos fundos foi de 18.88%, com desvio padrão de 3.43%. O fundo CSHG Verde obteve a maior rentabilidade media anual - 30.47%, e o maior IS - 0.4265. O Fator Hedge obteve a pior rentabilidade média anual – 10.37%. O pior IS foi do Bradesco Golden - -0.2164. O IS foi calculado com base nos dados mensais e usando como taxa de juros livre de risco o retorno médio das Letras Financeiras do Tesouro (LFT), igual a 1.33%.

6.1.2. Ativos Base

Trabalhamos com um total de 10 ativos base para a economia. Esses ativos devem ser representativos dos riscos e retornos disponíveis para os fundos e para os investidores. As Tabela 2 e 3 apresentam um resumo das estatísticas obtidas para esses ativos.

Para representar o mercado de renda variável temos: Índice de Energia Elétrica (IEE), IBRX 50 e IBOV. O IEE é um índice setorial criado pela Bovespa com o intuito de medir o desempenho de empresas que atuam no setor elétrico. O IBRX 50 mede o desempenho de uma carteira teórica composta pelas 50 ações mais negociadas na Bovespa em termos de liquidez. O IBOV é um índice ponderado de grandes empresas para o Brasil.

O mercado de renda fixa é representado pelo rendimento das Letras Financeiras do Tesouro (LFT), título de rentabilidade pós-fixada definida pela Selic.

Para o mercado de juros, escolhemos a variação dos juros pagos pelo Certificado de Depósito Interbancário (CDI).

O Euro e o dólar (PTAX) são as moedas escolhidas para representar o mercado de câmbio. E para commodities, trabalhamos com a cotação do ouro e com o índice de commodities calculado pelo banco Goldman Sachs (Goldman Sachs Commodity Index).

A taxa de juros livre de risco é representada pela taxa média das LFTs para o período analisado - 1.33% ao mês.

6.2. Análise e Descrição dos Resultados

Nessa seção fazemos a descrição e interpretação dos resultados. Na medida do possível, tentamos primeiro comentar separadamente os resultados obtidos com cada um dos métodos, para depois compará-los.

Usando o método não paramétrico, o limite inferior para o intervalo de performance foi negativo para todos os fundos, enquanto o limite superior foi positivo para todos os fundos. Dessa forma, a análise é pouco conclusiva e não se pode afirmar que algum fundo agregue valor aos cotistas inquestionavelmente. Na figura 1 mostramos os intervalos obtidos ordenando os fundos decrescentemente por retorno, por índice de Sharpe e por desvio padrão. A tabela 5 mostra os limites com os fundos ordenados por IS.

Podemos notar, que os intervalos tornam-se maiores conforme o desvio padrão aumenta. Economicante, podemos argumentar que fundos com alta volatilidade são avaliados, potencialmente, de forma bastante negativa por investidores que apresentam alta taxa de crescimento da utilidade marginal em períodos em que o fundo não desempenhou bem. Uma argumentação semelhante vale para o limite superior do intervalo. Para ilustrar o argumento, mostramos na figura 2 os retornos do fundo 1 contra o argumento mínimo do problema de otimização, que nada mais é, do que a série temporal do fator estocástico que minimiza o problema. Mostramos também os retornos do fundo 2 contra o argumento máximo. Note que os pontos em que o FED tem valores altos para o argmin e o argmax são completamente distintos. É razoável aceitar FEDs tão absolutamente distintos assim? Se o FED é a taxa de crescimento da utilidade marginal do indivíduo, não deveria estar mais atrelado a fatores que impactam a economia como um todo e, portanto, apresentar um comportamento minimamente semelhante?

A figura 2 revela, também, outro aspecto problemático do método não paramétrico. O limite inferior de não negatividade para o fator de desconto está ativo com muita frequência, e, muitas vezes, de forma sequencial. No caso do argmin do fundo 1, a série do FED apresenta apenas 11 realizações não nulas. Para todos os fundos, o número de realizações não nulas do FED ótimo esteve entre 10 e 15. Além disso, a volatilidade é muito alta. É claro que, em parte, esse resultado decorre de um sistema bastante sobre identificado. Conforme já citamos, trabalhamos com um conjunto de 10 ativos base e uma série temporal com 100 observações. Ahn, Cao e Chrétien (2009), por sua vez, trabalham com 66 ativos base e uma série temporal de 168 observações. Na próxima seção, testamos o programa não paramétrico com uma série temporal menor para entender até que ponto os resultados obtidos dependem desse fato. Os resultados não foram satisfatórios.

A variância média foi de 18.45 para o argmin e de 17.54 para o argmax. Considerando a taxa livre de risco de 1.33%, uma variância de 18 é compatível com um conjunto de ativos que proporciona um índice de Sharpe máximo de 4.2991. Como referência, note que o maior IS entre todos os ativos (incluindo os fundos) foi de apenas 0.43.

Pelo método não paramétrico, nenhum dos fundos é dominado universalmente, conceito apresentado nas seções anteriores.

No método com limite sobre a volatilidade máxima do FED, um fundo obteve limite inferior positivo (CSHG Verde), e um fundo obteve limite superior negativo (Bradesco FAQ Golden Conservador). Os intevalos de performance são bem menores do que no método anterior, conforme podemos verificar na figura 1. A figura 3 mostra a média dos intervalos de performance contra o IS dos fundos, note que o comportamento é bastante parecido.

A série para o FED ótimo apresenta comportamento muito mais razoável do que no método sem a restrição sobre a volatilidade. A figura 4 mostra o argumento mínimo do fundo 1 nos casos não paramétrico e com volatilidade limitada. O número de realizações nulas para o FED esteve entre 3 e 16. A restrição sobre a variância do FED está ativa em todos os problemas de otimização, o que era previsível.

Pelo conceito de dominância universal, dezesseis fundos foram dominados por pelo menos um outro fundo. Quando ordenados de forma decrescente por retorno, os fundos correspondentes são: o 9^o fundo, e o 18^o ao 32^o fundos. O grande perdedor é o 32^o (Bradesco FAQ Golden Conservador), dominado por quinze outros fundos. O CSHG Verde domina dezesseis fundos, sendo que todos os outros fundos dominam no máximo um fundo. O resultado apresenta alguns aspectos interessantes. Por exemplo, por que o 33^o fundo (Fator Hedge FIM - fundo com a pior rentabilidade) não é dominado por nenhum outro fundo, enquanto o Bradesco Golden é dominado por 15 outros fundos?

Condidere a estratégia de comprar o fundo i e vender o fundo j (no caso, vender Bradesco Golden ou Fator Hedge). Alfa é dado por:

$$\alpha = E\left[(R_i - R_j) \cdot M\right] = cov\left[(R_i - R_j), M\right] + \tfrac{1}{R_f} E(R_i - R_j) \qquad , M \in \Psi.$$

O retorno do fundo Fator Hedge é pior do que o retorno do fundo Bradesco Golden. Logo, necessariamente:

$$cov\left[(R_i - R_{Bradesco}), M\right] > cov\left[(R_i - R_{Fator}), M\right] \Rightarrow$$
$$\Rightarrow cov(R_{Bradesco}, M) < cov(R_{Fator}, M) \qquad , \forall M \in \Psi$$

Essa desigualdade sugere que o Fator Hedge atua melhor como um seguro do que o Bradesco Golden. Na tabela 4 temos a estrutura de correlação desses dois fundos com os ativos base. Note que a correlação dos retornos do Bradesco Golden é positiva e muito alta com os três índices de bolsa, e sempre maior do que a do Fator Hedge. Além disso, o Bradesco Golden tem correlação negativa com o ouro e a ptax, lembrando que o ouro é um ativo normalmente demandado em momentos de crise. Os dados sugerem uma forte exposição do Bradesco Golden à bolsa de valores. O exemplo é interessante e ilustra bem como as estratégias adotadas por um fundo impactam a avaliação de seu desempenho.

Conforme citamos anteriormente, a comparação entre os limites superiores e inferiores de performance também é útil, e pode ser feita diretamente nos gráficos. Por fim, na tentativa de extrair alguma informação adicional que ajude a

avaliar os fundos, identificamos estratégias passivas formadas a partir dos ativos base que repliquem a rentabilidade acumulada dos fundos.Para os quatro fundos com maior retorno isso não foi possível. Para os outros, mostramos na figura 10 a variância dos fundos contra a variância das estratégias passivas correspondentes. A grande maioria dos fundos consegue uma variância significativamente menor.

7. Testes de Robustez

7.1. O Impacto de uma Série Temporal Menor Sobre o Modelo Não Paramétrico

Reduzimos a série temporal para 48 meses, passando a trabalhar com um sistema menos sobre identificado. Primeiro usamos o período de janeiro de 2000 a dezembro de 2003, e posteriormente usamos maio de 2004 a abril de 2008. Conforme comentamos, o nosso principal objetivo é verificar até que ponto o método não paramétrico sem a restrição sobre a volatilidade do FED pode ser mais razoável economicamente.

Para o período 2000-2003 todos os fundos obtiveram limite inferior de performance negativo e limite superior positivo. Os intervalos apresentaram um comportamento parecido, conforme podemos verificar na figura 5. A média do limite inferior passou de -0.0157 para -0.011, enquanto a média do limite superior passou de 0.0159 para 0.0145.

A variância média do FED foi de 6.9205 para o argumento mínimo e de 7.375 para o argumento máximo. Anteriormente, os valores foram de 18.45 e 17.54 respectivamente. Essa variância, entretanto, ainda é muito elevada quando consideramos a desigualdade (1). Como agravante, o comportamento das séries temporais do FED não se alterou muito, conforme ilustramos na figura 6. O número de realizações não nulas do FED esteve entre 10 e 15, assim como no caso em que a série temporal era de 8 anos. Isso indica forte relação com o número de ativos base a serem precificados, e não com a proporção de ativos base sobre o tamanho da série temporal.

Usando o período 2004-2008, o fundo CSHG Verde obteve limite inferior de performance positivo, e o fundo Bradesco Golden obteve limite superior negativo. A média dos limites inferior e superior foi de -0.008 e 0.0028 respectivamente. A variância média do FED foi de 7.5378 para o argumento mínimo e de 6.8338 para o argumento máximo.

7.2. Usando Diferentes Limites de Volatilidade para o FED

Resolvemos o problema dos limites de performance usando 26 limites diferentes para a volatilidade do FED - o grid [0.5 0.7763:0.5:12.7763] (em intervalos fixos de 0.5 entre 0.7763 e 12.7763). Na figura 7 temos, para os 26 diferentes limites, a média de realizações nulas para o FED. Nota-se que esse valores aumentam rapidamente. Enquanto para 0.5 a média é de apenas 3.5 realizações nulas para o problema de minimização, para o limite de volatilidade de 1.2763 a média de realizações nulas já salta para 13.

O comportamento relativo dos limites de performance é muito semelhante quando olhamos para os resultados de limites de volatilidade próximos. Na figura 8 temos os intervalos de performance para os 4 primeiros valores do grid. Entretanto, quando os limites de volatilidade são muito distantes, a posição relativa dos fundos apresenta algumas alterações. Isso é mostrado na figura 9

em que temos o limite inferior de performance para o primeiro e o décimo valores do grid. As alterações são poucas, o que mostra que os resultados da posição relativa dos intervalos de performance dos fundos são robustos em relação à restrição sobre a volatilidade.

8. Conclusão

Acreditamos que o método apresentado contribui para a identificação dos fundos que se destacam no mercado. Os intervalos de performance reduzem a arbitrariedade existente na escolha de modelos específicos como benchmark e, por utilizar apenas medidas admissíveis, atribui performance nula para toda estratégia passiva Destacamos o desempenho excelente do fundo CSHG Verde, e o fraco desempenho do fundo Bradesco Golden.

Como ponto negativo, a análise é pouco conclusiva para a maior parte dos fundos, e não parece razoável que fundos com rentabilidades e IS tão diferentes não se diferenciem de forma clara uns dos outros. É possível que esse problema decorra da falta de estrutura para o fator estocástico, tanto por ser não paramétrico quanto pelo fato de trabalharmos com poucos ativos base. Uma sugestão é resolver o problema de otimização exigindo que o fator estocástico de desconto seja uma função linear dos ativos base e dos ativos base elevados ao quadrado. Resolvemos esse problema, mas somente quando permitimos que o FED seja negativo (até um determinado limite). Nesse caso os resultados mostram que seis fundos obtiveram limite inferior positivo, dentre os quais, apenas um não está entre os seis maiores IS do mercado.

O problema da arbitrariedade na escolha de modelos específicos para benchmark parece ser tanto maior quanto maior a volatilidade dos retornos do fundo. Esse ponto fica claro pela evidente relação que há entre o tamanho dos intervalos e o desvio padrão dos fundos, ilustrado na figura 1. A média dos intervalos têm alta correlação positiva com o índice de Sharpe, que é um dos principais indicadores divulgados na indústria de fundos, mas pode ser obtida através de uma medida admíssivel de performance. O mesmo não vale para o IS, já que, nesse caso, estratégias passivas distintas obtém desempenhos distintos.

Consideramos importante limitar a volatilidade do FED. Optamos por fazer isso de forma exógena, mas restringir através da escolha dos ativos base também é uma opção. Entretanto, pode ser difícil restringir endogenamente a volatilidade dos fatores de desconto para níveis razoáveis quando visto sobre a ótica da desigualdade introduzida por Hansen e Jagannathan. Uma possível extensão do trabalho é utilizar momentos condicionais a um conjunto de informações. O trabalho também pode ser aplicado para nichos da indústria, como fundos mais restritos a mercados específicos. No caso, os ativos base podem ser escolhidos de acordo com as características do setor.

Tabela 1: Estatísticas dos Fundos de Investimento

	Ret Acumulado	Ret Mensal	DP mensal	IS	Min	Max	#Ret<0
CSHG Verde FICFIM	817.34%	2.24%	2.14%	0.43	-3.92%	10.96%	13
Claritas Hedge FIM LP	545.39%	1.88%	2.27%	0.24	-7.74%	7.17%	18
BNY Mellon ARX Hedge Plus FIM	483.55%	1.78%	2.85%	0.16	-12.10%	15.36%	16
UBS Pactual Hedge Plus FIM	466.07%	1.75%	1.96%	0.21	-4.53%	6.51%	11
JGP Hedge FIM	435.79%	1.69%	1.02%	0.36	-1.16%	4.51%	6
Nobel Advanced Aggressive FIM	380.64%	1.58%	1.34%	0.19	-1.99%	5.97%	9
BBM High Yield 1 FIM	364.54%	1.55%	1.79%	0.12	-4.15%	4.86%	18
Opportunity Market FIM	351.88%	1.52%	1.28%	0.15	-1.97%	6.97%	11
Mercatto Diferencial FIM LP	349.08%	1.51%	0.76%	0.24	-0.89%	3.73%	1
Sul América Dinâmico 30 FIM	346.04%	1.51%	0.79%	0.22	-0.48%	3.66%	2
BNY Mellon ARX Hedge FIM	341.19%	1.50%	1.20%	0.14	-4.17%	6.83%	4
Tática Strategy FIA	339.76%	1.49%	2.36%	0.07	-4.11%	9.85%	23
Votorantim Dinâmico FIM	318.60%	1.44%	0.47%	0.24	-0.52%	2.32%	2
WestLB Institucional FIM	315.34%	1.43%	0.83%	0.12	-1.04%	4.09%	5
Nobel Advanced FIM	312.74%	1.43%	0.92%	0.11	-1.41%	4.00%	8
Global Equity Plus FIM	312.27%	1.43%	0.79%	0.12	-0.46%	4.73%	6
Ático Hedge FIM	309.16%	1.42%	1.03%	0.09	-2.75%	4.04%	7
GAP Hedge FIM	308.37%	1.42%	0.67%	0.13	-0.74%	3.07%	3
BNY Mellon ARX Target FIM LP	307.38%	1.41%	0.61%	0.14	-0.19%	3.51%	1
UBS Pactual Hedge FIM	290.29%	1.37%	0.38%	0.11	-0.20%	2.33%	1
Real FIF Risk	287.95%	1.36%	0.59%	0.06	-0.96%	3.31%	2
Bradesco FIF Dynamic	286.26%	1.36%	0.78%	0.04	-1.70%	6.96%	2
UBS Pactual High Yield FIM	283.69%	1.35%	0.30%	0.08	0.42%	2.12%	0
Fator Extra FIM	282.11%	1.35%	0.50%	0.04	-1.38%	2.53%	1
Concórdia Extra FIRF	280.14%	1.34%	0.31%	0.05	0.64%	2.13%	0
CSAM High Yield FIM	276.20%	1.33%	1.10%	0.00	-2.64%	4.72%	10
Bradesco Target I FIRF	274.83%	1.33%	0.31%	0.00	0.69%	2.17%	0
Bradesco BJ FIF Leverage	273.80%	1.33%	0.44%	-0.01	-0.01%	2.64%	1
Credit Suisse Portfolio Plus FIM LP	273.56%	1.33%	0.41%	-0.01	0.11%	3.02%	0
BNP Paribas Smart FIM	272.24%	1.32%	0.50%	-0.01	-1.06%	2.53%	1
Banif Nitor Dinâmico FIM	202.79%	1.11%	1.38%	-0.16	-6.21%	2.90%	11
Bradesco FAQ Golden Conservador	200.62%	1.11%	1.03%	-0.22	-1.94%	3.11%	16
Fator Hedge FIM	127.48%	0.83%	2.76%	-0.18	-11.05%	7.34%	16
Média	333.85%	1.45%	1.09%	0.10	-2.41%	4.85%	6.8
DP	118%	0.24%	0.73%	0.14	3.08%	2.93%	6.6

Tabela 2: Estatísticas dos Ativos Base

	Ret Acumulado	Ret Mensal	DP mensal	IS	Min	Max
Ouro	177%	1.02%	6.08%	-0.050	-13.31%	20.97%
IEE	402%	1.63%	8.43%	0.035	-21.77%	22.14%
IBRX 50	547.72%	1.89%	7.07%	0.079	-13.61%	19.16%
EURO Real	47%	0.39%	5.95%	-0.158	-12.20%	29.44%
PTAX	-27%	-0.31%	5.35%	-0.306	-13.82%	28.87%
IBOV	548.36%	1.89%	6.48%	0.086	-16.95%	17.92%
CGSYSPT	271%	1.32%	6.28%	-0.002	-16.62%	15.71%
LFT 252	274%	1.33%	0.26%	0.000	0.89%	1.97%
CDI Curva	-39%	-0.49%	3.77%	-0.481	-10.41%	16.15%
Média	245%	0.96%	5.52%	-0.089	-13%	19%
DP	226%	0.90%	2.33%	0.193	6%	8%

Tabela 3: Estrutura de Correlação dos Ativos Base

	Ouro	IEE	IBRX 50	EURO Real	PTAX	IBOV	CGSYSPT	LFT 252	CDI Curva
Ouro	1.00	-0.38	-0.18	0.71	0.66	-0.16	0.19	-0.03	-0.12
IEE	-0.38	1.00	0.68	-0.46	-0.55	0.54	-0.10	0.03	-0.21
IBRX 50	-0.18	0.68	1.00	-0.34	-0.47	0.69	0.19	-0.01	-0.10
EURO Real	0.71	-0.46	-0.34	1.00	0.82	-0.38	0.11	-0.05	-0.06
PTAX	0.66	-0.55	-0.47	0.82	1.00	-0.55	0.03	-0.02	0.05
IBOV	-0.16	0.54	0.69	-0.38	-0.55	1.00	0.04	0.03	-0.01
CGSYSPT	0.19	-0.10	0.19	0.11	0.03	0.04	1.00	-0.07	-0.02
LFT 252	-0.03	0.03	-0.01	-0.05	-0.02	0.03	-0.07	1.00	0.19
CDI Curva	-0.12	-0.21	-0.10	-0.06	0.05	-0.01	-0.02	0.19	1.00

Tabela 4: Estrutura de Correlação dos Ativos Base e dos Fundos Bradesco Golden e Fator Hedge

	Ouro	IEE	IBRX 50	EURO Real	PTAX	IBOV	CGSYSPT	LFT 252	CDI Curva	Bradesco Golden	Fator Hedge
Ouro	1.00	-0.38	-0.18	0.71	0.66	-0.16	0.19	-0.03	-0.12	-0.25	-0.01
IEE	-0.38	1.00	0.68	-0.46	-0.55	0.54	-0.10	0.03	-0.21	0.73	0.15
IBRX 50	-0.18	0.68	1.00	-0.34	-0.47	0.69	0.19	-0.01	-0.10	0.84	0.20
EURO Real	0.71	-0.46	-0.34	1.00	0.82	-0.38	0.11	-0.05	-0.06	-0.40	-0.02
PTAX	0.66	-0.55	-0.47	0.82	1.00	-0.55	0.03	-0.02	0.05	-0.50	-0.01
IBOV	-0.16	0.54	0.69	-0.38	-0.55	1.00	0.04	0.03	-0.01	0.65	0.08
CGSYSPT	0.19	-0.10	0.19	0.11	0.03	0.04	1.00	-0.07	-0.02	0.17	0.05
LFT 252	-0.03	0.03	-0.01	-0.05	-0.02	0.03	-0.07	1.00	0.19	0.24	0.08
CDI Curva	-0.12	-0.21	-0.10	-0.06	0.05	-0.01	-0.02	0.19	1.00	-0.16	0.05
Bradesco Golden	-0.25	0.73	0.84	-0.40	-0.50	0.65	0.17	0.24	-0.16	1.00	0.18
Fator Hedge	-0.01	0.15	0.20	-0.02	-0.01	0.08	0.05	0.08	0.05	0.18	1.00

Tabela 5: Limites de Performance

Fundos Ordenados de Forma Decrescente por Indice de Sharpe	**Limites de Performance**			
	Sem Restringir Volatilidade		Restringindo Volatilidade	
	Inferior	Superior	Inferior	Superior
	-0.0183	0.0374	0.0006	0.0214
	-0.0109	0.0165	-0.0020	0.0078
	-0.0366	0.0383	-0.0088	0.0165
	-0.0069	0.0072	-0.0024	0.0032
	-0.0061	0.0052	-0.0009	0.0027
	-0.0090	0.0160	-0.0017	0.0062
	-0.0262	0.0294	-0.0066	0.0123
	-0.0157	0.0223	-0.0058	0.0073
	-0.0401	0.0614	-0.0128	0.0157
	-0.0118	0.0264	-0.0038	0.0084
	-0.0057	0.0104	-0.0021	0.0031
	-0.0167	0.0239	-0.0055	0.0059
	-0.0105	0.0079	-0.0033	0.0027
	-0.0143	0.0166	-0.0036	0.0056
	-0.0096	0.0133	-0.0035	0.0042
	-0.0268	0.0219	-0.0088	0.0085
	-0.0044	0.0030	-0.0013	0.0014
	-0.0125	0.0138	-0.0046	0.0042
	-0.0153	0.0159	-0.0043	0.0066
	-0.0022	0.0020	-0.0008	0.0008
	-0.0314	0.0278	-0.0115	0.0110
	-0.0083	0.0065	-0.0026	0.0025
	-0.0026	0.0015	-0.0008	0.0006
	-0.0133	0.0166	-0.0038	0.0039
	-0.0108	0.0054	-0.0024	0.0019
	-0.0165	0.0140	-0.0058	0.0044
	-0.0023	0.0015	-0.0008	0.0004
	-0.0075	0.0052	-0.0024	0.0013
	-0.0052	0.0057	-0.0017	0.0018
	-0.0080	0.0043	-0.0030	0.0013
	-0.0335	0.0095	-0.0102	0.0028
	-0.0655	0.0345	-0.0206	0.0089
	-0.0139	0.0026	-0.0062	-0.0012

Figura 1: Intervalos de Performance para os fundos ordenados de forma decrescente por retorno, IS e DP, respectivamente. A linha cheia representa o método não paramétrico, e os pontos representam o método com limite sobre a volatilidade. No eixo x temos os fundos ordenados de forma decrescente e no eixo y o valor do limite inferior e superior de performance.

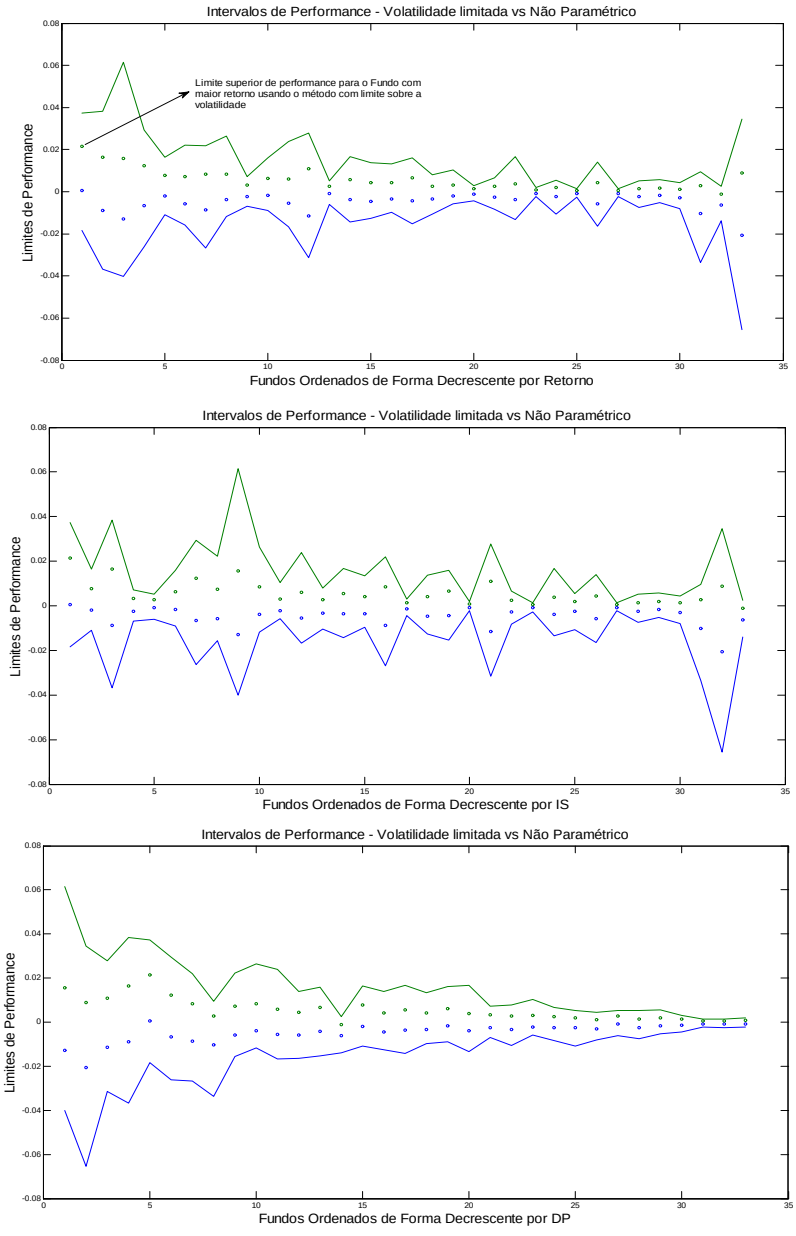


Figura 2: Retornos fundo 1 e argmin, e, retornos fundo 2 com argmax.

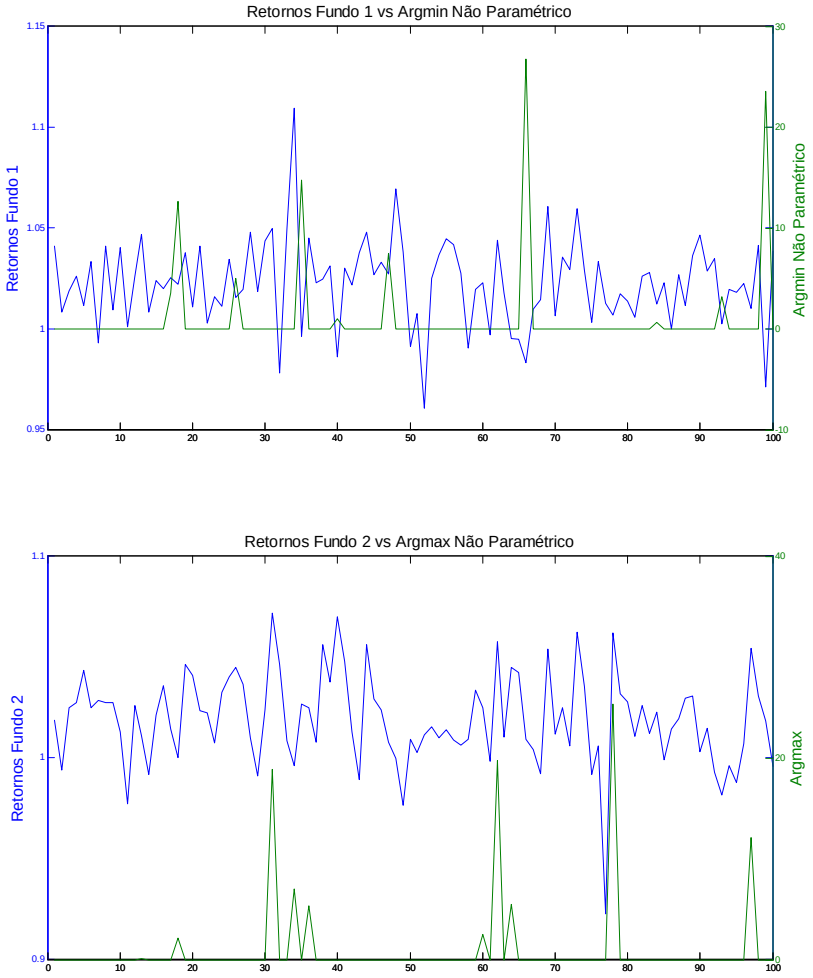


Figura 3: Indice de Sharpe contra Média dos Intervalos de Performance

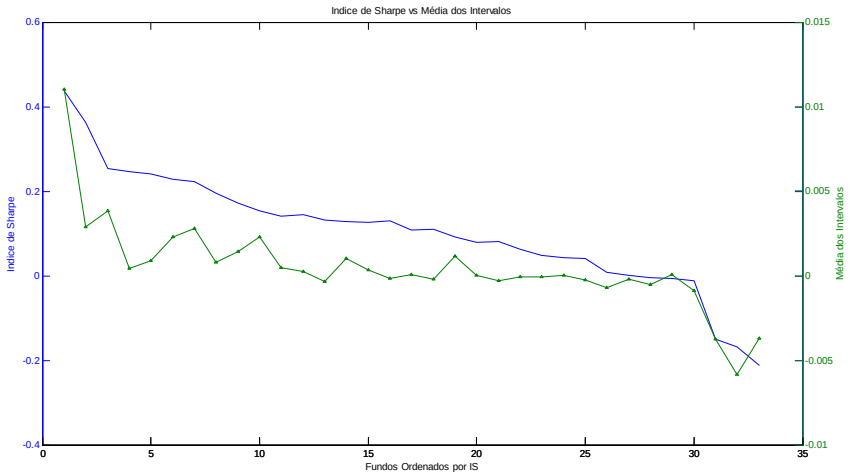


Figura 4: Argmin - Não Paramétrico e Volatilidade Limitada

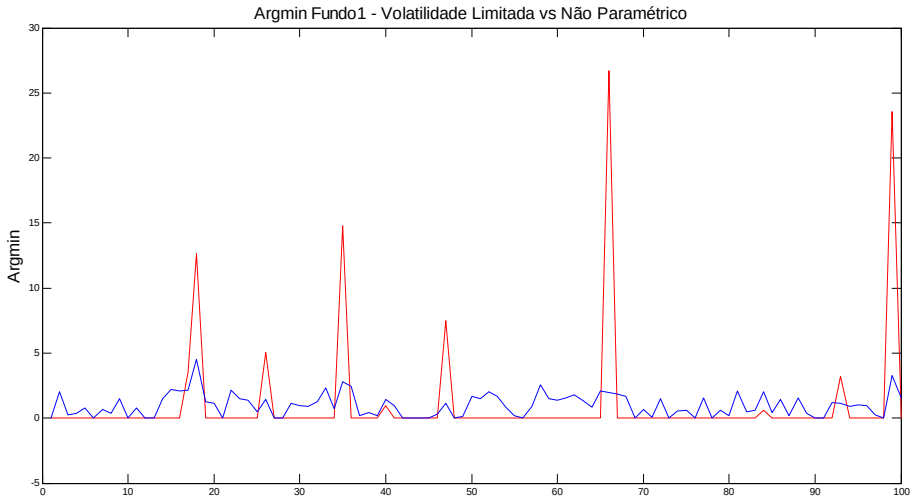


Figura 5: Intervalos de Performance 2000-2003

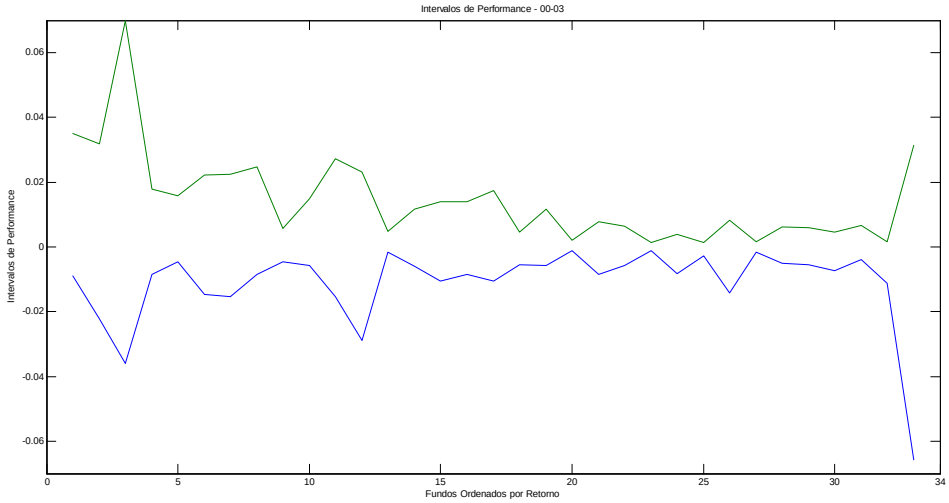


Figura 6: Argmin e Retornos Fundo 1 - 00-03

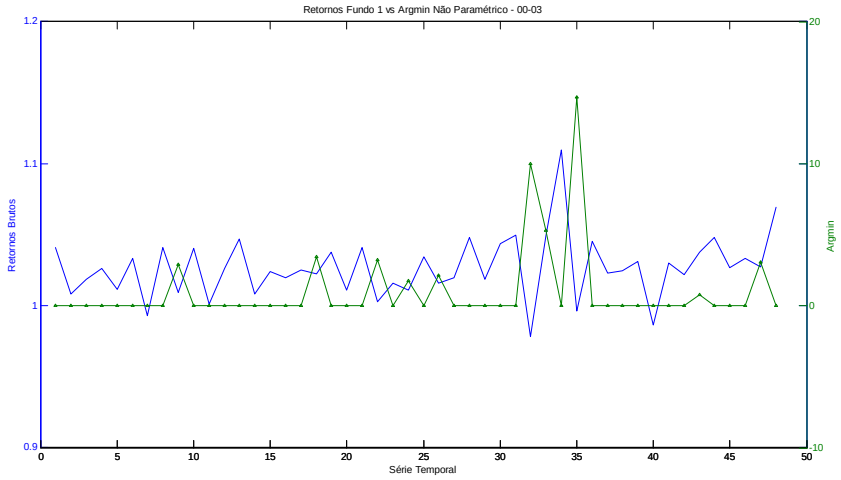


Figura 7: Realizações Nulas do FED por Limite de Volatilidade

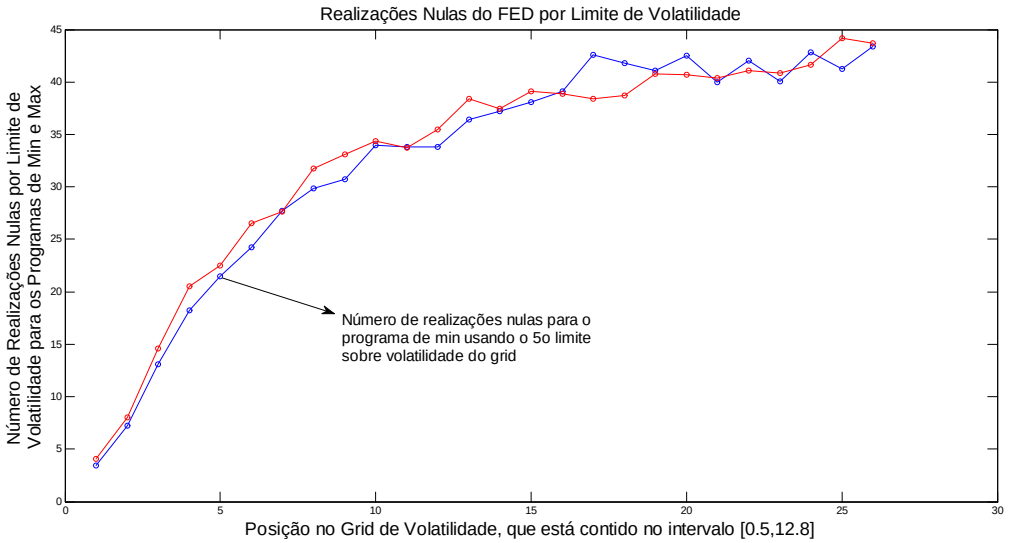


Figura 8: Intervalos de Performance para os 4 Primeiros Valores do Grid de Limite de Volatilidade

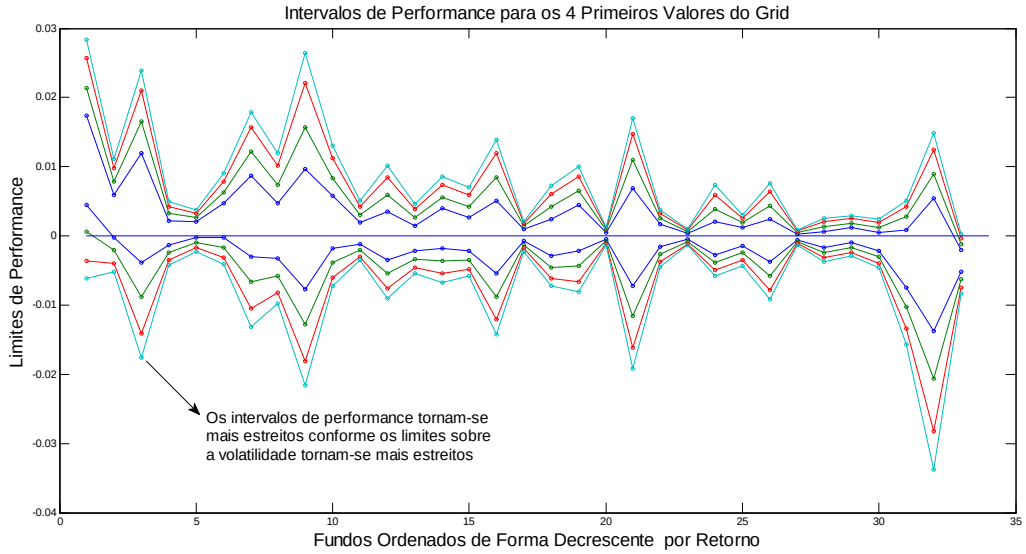


Figura 9: Intervalos de Performance para 1o e 10o Valores do Grid

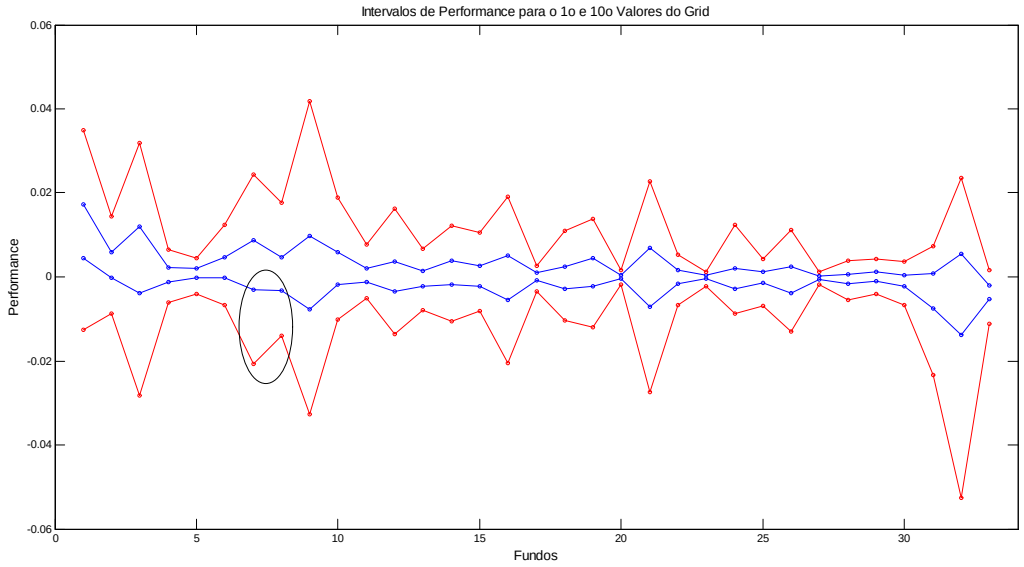
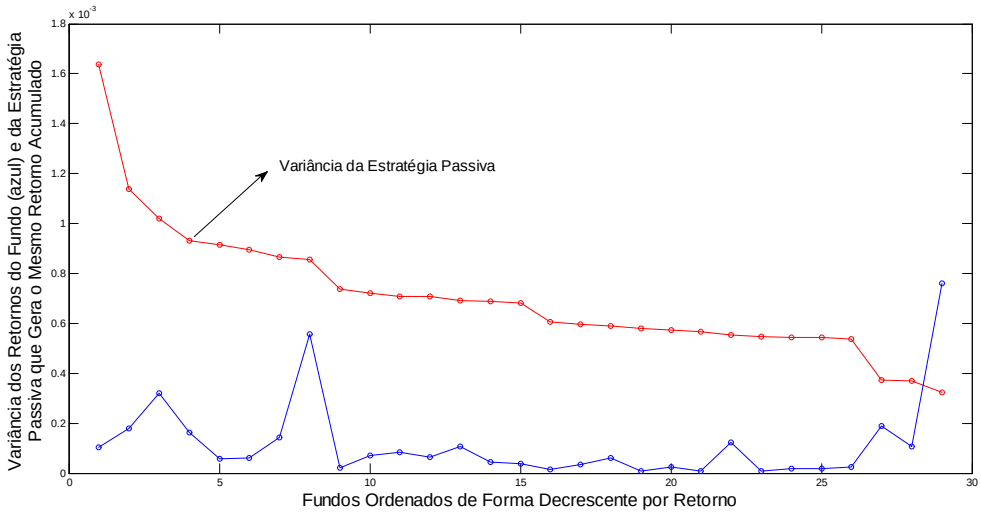


Figura 10: Variância dos Fundos e Estratégias Passivas Correspondentes



Referências Bibliográficas

Ahn, Dong-Hyun; Cao, H. Henry, and Chrétien, Stéphane. "Portfolio Performance Measurement: A No Arbitrage Bounds Approach", European Financial Management 15 (2009), 298-339.

Bernardo, Antonio E., and Ledoit, Olivier. "Gain, Loss and Asset Pricing", J.P.E. 108 (Fev., 2000), 144-172.

Chen, Zhiwu, and Knez, Peter J. "Portfolio Performance Measurement: Theory and Applications", The Review of Financial Studies 9, 511-555.

Cochrane, John H., and Saá-Requejo, Jesús. "Beyond Arbitrage: Good Deal Asset Price Bounds in Incomplete Markets", J.P.E 108 (Fev., 2000), 79-119.

Hansen, Lars Peter, and Jagannathan, Ravi. "Implications of Security Market Data for Models of Dynamic Economies", J.P.E 99 (Abr., 1991), 225-262.

Jensen, Michael C. "The Performance of Mutual Funds in The Period 1945-1964", Journal of Finance 23 (1968), 389-416.

Duffie, Darrel. "Dynamic Asset Pricing Theory" (Princeton University press: New Jersey), (1996).

MacKinlay, A. Craig. "Multifactor Models Do Not Explain Deviations from the CAPM", Journal of Financial Econ. 38 (Maio, 1995), 3-28.

Ross, Stephen A. "The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing", J.E.T. 13 (Dez., 1976),341-360.