



ISSN 1677-4205

**BANCO CENTRAL DO BRASIL**

# **Banco Central do Brasil Technical Notes**

**Number 41  
October 2003**

**Historic Method of VaR with Double Movable Window**  
João Maurício S. Moreira and Ricardo S. Maia Clemente

|  |          |       |     |      |           |
|--|----------|-------|-----|------|-----------|
| Banco Central do Brasil<br>Technical Notes | Brasília | n. 41 | Oct | 2003 | P. 1 - 54 |
|--|----------|-------|-----|------|-----------|

# Banco Central do Brasil Technical Notes

The views expressed in this work are the author(s) opinions only and do not reflect the ones of the Banco Central do Brasil, except in what relates to methodological notes.

## Coordination:

### Economic Department (Depec)

E-mail: [depec@bcb.gov.br](mailto:depec@bcb.gov.br)

Reproduction permitted provided the source is mentioned. Banco Central do Brasil Technical Notes, no. 41, October/2003.

## General Control of Subscriptions

Banco Central do Brasil  
Demap/Disud/Subip  
SBS – Quadra 3 – Bloco B – Edifício-Sede – 2° ss  
Caixa Postal 8670  
70074-900 Brasília – DF – Brazil  
Telephone: (5561) 414-3165  
Fax: (5561) 414-1359

## Statistical conventions:

- ... Data unknown.
  - Null data or an indication that the corresponding item does not exist.
- 0 ou 0,0** figure smaller than half the value of the last digit to the right.
- \* preliminary data.

An hyphen (-) between years (1970-1975) indicates the total of years, including the first and the last. A slash (/) between years indicates the yearly average of such years, including the first and the last, or harvest-year or agreement-year, according to the text.

Any discrepancy between data and totals or percentage variations are due to rounding.

The sources for tables and graphs prepared by the Banco Central itself are not mentioned.

## Banco Central do Brasil Information Center

|           |   |   |
|-----------|---|---|
| Address:  | Secre/Surel/Diate<br>Edifício-Sede – 2° ss<br>SBS – Quadra 3 – Zona Central<br>70074-900 Brasília – DF – Brazil | Telephones: (5561) 414 (...) 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406<br>Toll-free: 0800 992345 (just in the country)<br>Fax: (5561) 321-9453 |
| Internet: | <a href="http://www.bcb.gov.br">http://www.bcb.gov.br</a>   |   |
| E-mail:   | <a href="mailto:cap.secre@bcb.gov.br">cap.secre@bcb.gov.br</a>  |   |

## Foreword

---

The institutionalization of the Banco Central do Brasil Technical Notes, conducted by the Department of Economics, promotes the dissemination of works featuring economic content, attracting both theoretical and methodological interest, giving a view of the short-term developments of the economy and reflecting the work of the Bank's employees in all areas of action. Besides, other works, though external to the Banco Central, may be included in this series provided the Bank has afforded institutional support to their preparation.

**Exigência de Capital para Risco de Mercado  
de Ações - Método Histórico de VaR com Janela  
Móvel Dupla**

Departamento de Estudos e Pesquisas  
Banco Central do Brasil

João Maurício S. Moreira  
Ricardo S. Maia Clemente

## **Historic Method of VaR with Double Movable Window\***

João Maurício S. Moreira and Ricardo S. Maia Clemente

### **Abstract**

This paper examines a method of determining capital requirements, based on the historic VaR<sup>1</sup> method, for coverage of market risk consequent upon exposure in stock. Two movable data windows are utilized, one with 126 business days and the other with 252, in order to obtain the empirical quantis that constitute the VaR. Ten series of daily returns drawn from the Ibovespa and nine stocks among those included in that index were utilized for evaluation purposes. The method analyzed complies with the guidelines set down by the Basel Committee for proprietary models that utilize the VaR concept. Verification of the results is based on the backtest of the daily VaR and of capital requirements. The Kupiec test was also used for the VaR for purposes of the proportion of exceptions. As comparison parameters, we utilize the historic method with a single 252 day window and the method based on exponential smoothing.

(\*) Criticisms and suggestions are welcome and can be sent to [joao.mauricio@bcb.gov.br](mailto:joao.mauricio@bcb.gov.br) or [ricardo.maia@bcb.gov.br](mailto:ricardo.maia@bcb.gov.br).

<sup>1</sup> Value-at-Risk

# Exigência de Capital para Risco de Mercado de Ações

## - Método Histórico de VaR com Janela Móvel Dupla<sup>\*</sup>

João Maurício S. Moreira e Ricardo S. Maia Clemente

### Resumo

Este trabalho examina um método de determinação da exigência de capital, baseado no método histórico de VaR<sup>1</sup>, para cobertura de risco de mercado decorrente da exposição em ações. São utilizadas duas janelas móveis de dados, uma de 126 e outra de 252 dias úteis, para a obtenção dos quantis empíricos que constituem o VaR. Para a avaliação foram utilizadas dez séries de retornos diários relativos ao Ibovespa e a nove ações dentre aquelas que o compõe. O método examinado segue as orientações do Comitê de Basileia para modelos proprietários, que utilizam o conceito de VaR. A aferição dos resultados baseia-se no *backtest* do VaR diário e da exigência de capital. Para o VaR foi utilizado, adicionalmente, o teste de Kupiec para a proporção de exceções. Como parâmetros para comparação, utilizamos o método histórico com janela única de 252 dias e o método baseado em alisamento exponencial.

(\*) Quaisquer críticas e sugestões são bem-vindas e podem ser direcionadas para [joao.mauricio@bcb.gov.br](mailto:joao.mauricio@bcb.gov.br), ou [ricardo.maia@bcb.gov.br](mailto:ricardo.maia@bcb.gov.br).

---

<sup>1</sup> Value-at-Risk

# 1. Introdução

Os resultados obtidos em Araújo, Moreira e Clemente (2003) sugerem que o método baseado em alisamento exponencial seria o mais adequado, dentre aqueles avaliados, na determinação do requerimento de capital para risco de mercado em ações, dada a sua propriedade de rápida adaptação a alterações nos níveis de volatilidade. Por sua vez, o método não paramétrico baseado no quantil empírico (método histórico), embora tenha apresentado os melhores resultados para o VaR de um dia, mostrou desempenho inferior ao do método de alisamento exponencial para a exigência de capital.

A principal crítica ao método histórico consiste na sua resposta lenta a flutuações da volatilidade. Contudo, a sua grande simplicidade de implementação, bem como os bons resultados alcançados no *backtesting* do VaR diário realizado anteriormente, motivaram novos testes. Desta feita, entretanto, foi implementada uma pequena modificação no método histórico usual, com vistas a melhorar a sua resposta a aumentos nos padrões da volatilidade. Neste sentido, ao invés de se utilizar uma única janela de 252 observações, são consideradas duas janelas, de 126 e de 252 dias, para a obtenção do quantil empírico, escolhendo-se o que gera o maior VaR. Essa alteração permite que, em relação à versão de janela única, a exigência de capital se eleve mais rapidamente em resposta a um aumento de volatilidade, mas mantenha lenta a queda quando a volatilidade retorna aos patamares anteriores. Trata-se, portanto, de uma versão mais conservadora, na medida em que a maior agilidade na resposta só se dá em momentos de aumentos na volatilidade.

Como parâmetros para comparação, foram considerados o método histórico usual, com janela única de 252 dias, e o método baseado em alisamento exponencial. Os resultados obtidos indicam que o método histórico com o uso de duas janelas deve ser considerado entre as alternativas simples e de baixo custo de implementação para o cálculo de exigência de capital.



## 2. Amostra

São utilizadas nesta análise as séries diárias de cotações de fechamento do pregão da BOVESPA, relativas ao Ibovespa e às ações das empresas Aracruz (ARCZ6), Bradesco (BBDC4), Cemig (CMIG4), CSN (CSNA3), Eletrobrás (ELET6), Inepar (INEP4), Itaú (ITAU4), Petrobrás (PETR4) e Vale do Rio Doce (VALE5), no período de 4/7/94 a 31/7/2002. Foram consideradas posições isoladas, compradas e vendidas, em cada ativo, ao invés de composições em carteiras. Objetivou-se, desta forma, avaliar os métodos de exigência de capital em situações de considerável risco (à exceção do Ibovespa, que equivale a uma carteira altamente diversificada). O retorno de cada ativo é calculado por  $R_t = \left( \frac{P_t}{P_{t-1}} \right) - 1$ , onde  $P_t$  é o preço de fechamento do ativo na data  $t$ . Para o método baseado em alisamento exponencial utilizamos a aproximação pela forma logarítmica,  $r_t = \ln \left( \frac{P_t}{P_{t-1}} \right)$  na estimação da volatilidade. Para o *backtest*, contudo, foi utilizada sempre a série de retornos efetivos.<sup>2</sup>

## 3. Metodologia

### 3.1 Exigência de Capital

Segundo a abordagem de modelos internos proposta pelo Acordo de Basileia, a exigência de capital (EC) seria diariamente calculada por:<sup>3</sup>

$$EC_t = \max \left\{ \left( \frac{M}{60} \sum_{k=1}^{60} VaR_{t-k+1}^{10d} \right) VaR_t^{10d} \right\} \quad (1)$$

onde  $M = 3$  é o multiplicador da média do VaR para 10 dias ( $VaR_t^{10d}$ ) nos últimos 60 dias. Dada a considerável volatilidade exibida pelo mercado

---

<sup>2</sup> No caso do método baseado em alisamento exponencial, como será visto adiante, a fórmula do VaR é ajustada para fornecer um valor compatível com os retornos efetivos.

<sup>3</sup> Basel Committee on Banking Supervision (1996).

brasileiro, que pode gerar, no contexto das regras de Basileia, uma exigência de capital exagerada<sup>4</sup>, optou-se por avaliar também  $M = 2$ . O VaR foi calculado com um nível de confiança de 99%, na forma de retornos, para as posições comprada e vendida. Ou seja, considerou-se um montante constante para as posições nos ativos no valor de R\$ 1. Da mesma forma, a exigência de capital é calculada como retorno, sendo que para a posição comprada foi imposta a limitação  $EC \leq 1$ , já que a perda máxima possível é de 100%. Para a posição vendida, entretanto, não há limite.<sup>5</sup>

### 3.2 Método Histórico com Janela Dupla.

Foco desta análise, este método deriva do método histórico usual que utiliza apenas uma janela móvel para os dados. A modificação implementada consiste em considerar duas janelas móveis, concomitantemente, para a obtenção do quantil empírico de interesse. As janelas escolhidas foram de 126 e 252 dias. Os quantis de 1% (cauda esquerda) e de 99% (cauda direita) são extraídos das duas janelas e aquele que for, para cada cauda, o mais conservador (o maior em módulo) é utilizado no cálculo do VaR das posições comprada e vendida, segundo as fórmulas abaixo<sup>6</sup>:

$$VaR_{t,comp}^{1d} = Máx \left| Q_{1\%,t}^{126} ; Q_{1\%,t}^{252} \right| \quad (2)$$

$$VaR_{t,vend}^{1d} = Máx \left( Q_{99\%,t}^{126} ; Q_{99\%,t}^{252} \right) \quad (3)$$

$$VaR_t^{10d} = VaR_t^{1d} \times \sqrt{10} \quad (4)$$

### 3.3 Método Histórico com Janela Única.

---

<sup>4</sup> Depep-RJ (1999).

<sup>5</sup> Para alguns ativos de maior volatilidade, o cálculo considerando  $M = 3$  levou, em alguns momentos, a uma exigência de capital superior ao montante aplicado no ativo.

Esta é a forma usual do método não-paramétrico do quantil empírico, em que se utilizou apenas uma janela móvel de 252 observações. Desta forma, o VaR de um dia será dado pelas fórmulas (5) e (6), alternativamente às fórmulas (2) e (3).

$$VaR_{t,comp}^{1d} = \left| Q_{1\%,t}^{252} \right| \quad (5)$$

$$VaR_{t,vend}^{1d} = \left( Q_{99\%,t}^{252} \right) \quad (6)$$

### 3.4 Método Baseado em Alisamento Exponencial.

Este método segue a metodologia do RiskMetrics,<sup>7</sup> onde o VaR de cada ativo é obtido a partir da sua volatilidade específica, a qual é calculada com base em alisamento exponencial (EWMA<sup>8</sup>). O VaR para um dia de cada ativo é dado por:<sup>9</sup>

$$VaR_{i,t,comp}^{1d} = \left| \exp \left( z_{1\%} \times h_{i,t}^{1/2} \right) \right| \quad (7)$$

$$VaR_{i,t,vend}^{1d} = \exp \left( z_{99\%} \times h_{i,t}^{1/2} \right) \quad (8)$$

em que  $z_{\alpha\%}$  corresponde ao quantil de  $\alpha\%$  da normal padronizada e  $h_{i,t}^{1/2}$  é a volatilidade condicional diária dos retornos do ativo  $i$  estimada para a data  $t$ , calculada por alisamento exponencial, conforme a expressão:

$$h_{i,t}^{1/2} = \sqrt{I h_{i,t-1} + (1-I) r_{i,t-1}^2} \quad (9)$$

---

<sup>6</sup> O uso de raiz de 10 na obtenção do VaR de 10 dias segue orientação contida no documento "Amendment to the Capital Accord to Incorporate Market Risks" do Comitê de Basileia, seção B.4, letra (c).

<sup>7</sup> Metodologia desenvolvida pelo banco norte-americano J. P. Morgan.

<sup>8</sup> *Exponentially Weighted Moving Average*.

<sup>9</sup> O uso da função exponencial na fórmula permite a comparação direta entre as estimativas de VaR e os retornos efetivos, ao transformar a estimativa do quantil da série de retornos logarítmicos na correspondente estimativa do quantil da série de retornos efetivos.

onde  $I$  é o fator de decaimento exponencial, para o qual se adotou o padrão Riskmetrics de 0,94.<sup>10</sup> Este valor para o  $I$  apresentou melhores resultados que o fator estimado com base no Ibovespa, na análise anterior.<sup>11</sup> O VaR de dez dias é dado por

$$VaR_{i,t,comp}^{10d} = \left| \exp \left( z_{1\%} \times h_{i,t}^{1/2} \times \sqrt{10} \right) \right| \quad (10)$$

$$VaR_{i,t,vend}^{10d} = \exp \left( z_{99\%} \times h_{i,t}^{1/2} \times \sqrt{10} \right) \quad (11)$$

### 3.5 Aferição do Resultado

O Comitê da Basileia sugere um prazo (*holding period*) de 10 dias, durante o qual as perdas poderiam hipoteticamente se acumular. Desta forma, a comparação se dá entre os retornos acumulados por dez dias, para cada ativo estudado, e a respectiva exigência de capital, sendo contabilizado o total de exceções ocorridas. Entende-se por falha a ocorrência de uma perda superior à exigência de capital previamente fixada. A aferição é implementada para o período de 5/10/1995 a 18/7/2002, num total de 1.675 observações.

Adicionalmente, utilizou-se teste de Kupiec<sup>12</sup>, com 5% de significância, para o percentual de exceções do VaR diário, onde a proporção de vezes em que o nível pré-especificado para VaR é ultrapassado é objeto de um teste de hipótese. Testa-se a hipótese nula ( $H_0$ ) de que a proporção de exceções do modelo obtida empiricamente é igual ao nível pré-especificado (teórico) para o VaR. Usualmente são construídos intervalos para a proporção de exceções em que  $H_0$  não pode ser rejeitada ao nível de 5% de significância. Alternativamente, calculou-se o p-valor para a proporção de exceções. Considerando-se o nível de significância escolhido, um p-valor igual ou superior a 5% implica em que  $H_0$  não deve ser rejeitada.

---

<sup>10</sup> Apesar de consistir no padrão Riskmetrics para o mercado americano, o parâmetro de decaimento  $\lambda=0,94$  é também comumente usado no mercado brasileiro e já foi testado em alguns artigos (ver Lemgruber e Ohanian, 2001).

<sup>11</sup> Araújo, Moreira e Clemente (2003).

<sup>12</sup> Kupiec (1995).

Para uma avaliação de custo-benefício, comparou-se a exigência média de capital por ativo e por multiplicador com os respectivos números de exceções ocorridos. Há um *trade-off* entre estes indicadores, uma vez que, para um dado método, uma maior exigência de capital tende a gerar um menor número de exceções. Neste caso, quão menores ambos os valores, mais eficiente é o método.

## 4. Resultados

Os resultados encontram-se detalhados nas tabelas e gráficos em anexo, e podem ser resumidos da seguinte forma:

1. O método histórico com janela dupla apresentou o melhor desempenho para o VaR diário, segundo o teste de Kupiec para a proporção de exceções. A hipótese nula não pôde ser rejeitada para qualquer dos ativos, para ambas as caudas. O método histórico com janela simples de 252 dias teve H0 rejeitada uma vez para a cauda esquerda (série de retornos da Aracruz) e duas para a cauda direita (Aracruz e Eletrobrás). Já o método baseado em alisamento exponencial apresentou desempenho fraco, com H0 não podendo ser rejeitada em apenas uma situação para cada cauda (Tabelas 1,2 e 3);
2. O *backtest* da exigência de capital mostra que o método histórico com janela dupla foi sempre melhor que o método histórico com uma janela de dados, conforme esperado. O método baseado em alisamento exponencial foi melhor que o método de janela dupla para  $M = 3$ , mas apresentou mais exceções para  $M = 2$  (Tabelas 4, 5, 6);
3. As exigências de capital médias são maiores para o método de janela dupla, vindo em seguida os métodos de janela simples e de alisamento exponencial (Tabelas 7,8 e 9). Ao se agregarem as EC médias e as exceções por método e por multiplicador (Tabela 10), é possível verificar que o método de janela simples é sempre menos

eficaz (mais exceções) e mais oneroso (EC média maior) que o método de alisamento exponencial. Este também é mais eficiente que o método da janela dupla para  $M = 3$ . Para  $M = 2$ , contudo, o método de alisamento exponencial apresenta o menor custo, mas o método de janela dupla falha menos.

4. De uma forma geral, todos os métodos apresentaram um número proporcionalmente reduzido de exceções. O número mais expressivo, treze, ocorreu para o método histórico com uma janela,  $M = 2$ , aplicado à série de retornos da Aracruz. Em relação às 1.675 observações de cada série, isto corresponde a 0,78%.

## 5. Conclusão.

Este trabalho examina um método de determinação da exigência de capital, baseado no método histórico de VaR, para cobertura de risco de mercado decorrente da exposição em ações. São utilizadas duas janelas móveis de dados, uma de 126 e outra de 252 dias úteis, para a obtenção dos quantis empíricos que constituem o VaR. Para a avaliação foram utilizadas dez séries de retornos diários relativos ao Ibovespa e a nove das ações que o compõe. Como parâmetros para comparação, utilizamos o método histórico com janela única de 252 dias e o método baseado em alisamento exponencial.

A exemplo do que ocorrera em Araújo, Moreira e Clemente (2003), o método histórico, em ambas as versões, foi amplamente superior ao de alisamento exponencial no *backtesting* do VaR de um dia. Com relação à exigência de capital, entretanto, as posições tendem a se inverter.

O método histórico de duas janelas pode ser considerado mais eficiente que o método histórico usual baseado em uma única janela de dados, pois com um aumento da ordem de apenas 3% a 6% na exigência de capital, obteve um número de exceções, aproximadamente, duas vezes menor.

Em relação ao método de alisamento exponencial, o método de janela dupla é menos eficiente para  $M = 3$ . Para  $M = 2$ , contudo, o resultado é dúbio, pois apresenta maior custo, juntamente com uma menor incidência de exceções.

Desta forma, os resultados indicam que as combinações método histórico de duas janelas com  $M = 2$  e método de alisamento exponencial com  $M = 3$  são alternativas, ainda que simples, a serem consideradas para o cálculo de requerimentos de capital para risco de mercado de ações no Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, G. S.; MOREIRA, J. M. S.; CLEMENTE, R. S. M. **Avaliação de Métodos de Cálculo de Exigência de Capital para Risco de Mercado de Carteiras de Ações no Brasil.** Série de Trabalhos para Discussão do Banco Central do Brasil - nº 67, fevereiro/2003.

BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. **Amendment to the Capital Accord to Incorporate Market Risks.** January 1996.

DEPEP/RJ. **Relatório sobre Alocação de Capital para Cobertura de Riscos de Mercado.** Banco Central do Brasil - dezembro de 1999.

JORION, P. **Value at Risk: A Nova Fonte de Referência para o Controle de Risco de Mercado.** Bolsa de Mercadorias e Futuros – São Paulo, 1998.

KUPIEC, P. **Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models.** Journal of Derivatives, 2, 73-84 - 1995.

LEMGRUBER, E.F. & OHANIAN, G. **O Modelo de Projeção de Volatilidade do RiskMetrics e a Hipótese de Distribuição Normal Condicional para alguns Fatores de Risco do Brasil.** Publicado em Gestão de Risco e Derivativos: Aplicações no Brasil, 2001

# **Anexos**



**Tabela 1: Número de Exceções e Resultados do Teste de Kupiec para o VaR de 1 Dia Calculado pelo Método Histórico com Janelas de 126 e 252 dias.**

|                  | <b>Cauda Esquerda</b> | <b>p-valor</b> | <b>Cauda Direita</b> | <b>p-valor</b> |
|------------------|-----------------------|----------------|----------------------|----------------|
| <b>IBOVESPA</b>  | 21                    | 0,315355       | 16                   | 0,852787       |
| <b>ARACRUZ</b>   | 23                    | 0,146339       | 23                   | 0,146339       |
| <b>BRADESCO</b>  | 16                    | 0,852787       | 16                   | 0,852787       |
| <b>CEMIG</b>     | 22                    | 0,218685       | 22                   | 0,218685       |
| <b>CSN</b>       | 22                    | 0,218685       | 19                   | 0,588558       |
| <b>ELETRORÁS</b> | 19                    | 0,588558       | 24                   | 0,094546       |
| <b>INEPAR</b>    | 24                    | 0,094546       | 22                   | 0,218685       |
| <b>ITAÚ</b>      | 19                    | 0,588558       | 18                   | 0,761664       |
| <b>PETROBRÁS</b> | 21                    | 0,315355       | 19                   | 0,588558       |
| <b>VALE</b>      | 19                    | 0,588558       | 15                   | 0,661750       |

**Tabela 2: Número de Exceções e Resultados do Teste de Kupiec para o VaR de 1 Dia Calculado pelo Método Histórico com Janela de 252 dias.**

|                   | Cauda Esquerda | p-valor  | Cauda Direita | p-valor  |
|-------------------|----------------|----------|---------------|----------|
| <b>IBOVESPA</b>   | 25             | 0,059010 | 18            | 0,761664 |
| <b>ARACRUZ</b>    | 26             | 0,035603 | 26            | 0,035603 |
| <b>BRADESCO</b>   | 18             | 0,761664 | 17            | 0,951166 |
| <b>CEMIG</b>      | 24             | 0,094546 | 25            | 0,059010 |
| <b>CSN</b>        | 25             | 0,059010 | 23            | 0,146339 |
| <b>ELETROBRÁS</b> | 24             | 0,094546 | 31            | 0,001755 |
| <b>INEPAR</b>     | 24             | 0,094546 | 24            | 0,094546 |
| <b>ITAÚ</b>       | 19             | 0,588558 | 23            | 0,146339 |
| <b>PETROBRÁS</b>  | 25             | 0,059010 | 20            | 0,438679 |
| <b>VALE</b>       | 22             | 0,218685 | 16            | 0,852787 |

**Tabela 3: Número de Exceções e Resultados do Teste de Kupiec para o VaR de 1 Dia Calculado pelo Método de Alisamento Exponencial.**

|                   | Cauda Esquerda | p-valor  | Cauda Direita | p-valor  |
|-------------------|----------------|----------|---------------|----------|
| <b>IBOVESPA</b>   | 33             | 0,000426 | 19            | 0,588558 |
| <b>ARACRUZ</b>    | 26             | 0,035603 | 38            | 0,000008 |
| <b>BRADESCO</b>   | 29             | 0,006426 | 33            | 0,000426 |
| <b>CEMIG</b>      | 26             | 0,035603 | 28            | 0,011740 |
| <b>CSN</b>        | 33             | 0,000426 | 40            | 0,000001 |
| <b>ELETROBRÁS</b> | 27             | 0,020780 | 31            | 0,001755 |
| <b>INEPAR</b>     | 33             | 0,000426 | 36            | 0,000041 |
| <b>ITAÚ</b>       | 30             | 0,003410 | 28            | 0,011740 |
| <b>PETROBRÁS</b>  | 32             | 0,000877 | 33            | 0,000426 |
| <b>VALE</b>       | 25             | 0,059010 | 37            | 0,000018 |

**Tabela 4: Número de Exceções da Exigência de Capital Calculada pelo Método Histórico com o Uso de Janelas de 126 e 252 dias.**

|                   | Cauda Esquerda |       | <i>Cauda Direita</i> |       |
|-------------------|----------------|-------|----------------------|-------|
|                   | M = 2          | M = 3 | M = 2                | M = 3 |
| <b>IBOVESPA</b>   | 0              | 0     | 0                    | 0     |
| <b>ARACRUZ</b>    | 8              | 2     | 2                    | 1     |
| <b>BRADESCO</b>   | 1              | 0     | 0                    | 0     |
| <b>CEMIG</b>      | 0              | 0     | 2                    | 1     |
| <b>CSN</b>        | 0              | 0     | 0                    | 0     |
| <b>ELETROBRÁS</b> | 0              | 0     | 2                    | 0     |
| <b>INEPAR</b>     | 1              | 0     | 2                    | 0     |
| <b>ITAÚ</b>       | 0              | 0     | 0                    | 0     |
| <b>PETROBRÁS</b>  | 0              | 0     | 0                    | 0     |
| <b>VALE</b>       | 0              | 0     | 4                    | 0     |

**Tabela 5: Número de Exceções da Exigência de Capital Calculada pelo Método Histórico com o Uso de Uma Janela de 252 dias.**

|            | Cauda Esquerda |       | Cauda Direita |       |
|------------|----------------|-------|---------------|-------|
|            | M = 2          | M = 3 | M = 2         | M = 3 |
| IBOVESPA   | 0              | 0     | 1             | 0     |
| ARACRUZ    | 8              | 2     | 13            | 6     |
| BRADESCO   | 10             | 0     | 1             | 0     |
| CEMIG      | 0              | 0     | 2             | 1     |
| CSN        | 0              | 0     | 0             | 0     |
| ELETROBRÁS | 0              | 0     | 2             | 0     |
| INEPAR     | 1              | 0     | 3             | 0     |
| ITAÚ       | 0              | 0     | 0             | 0     |
| PETROBRÁS  | 1              | 0     | 0             | 0     |
| VALE       | 0              | 0     | 5             | 0     |

**Tabela 6: Número de Exceções da Exigência de Capital Calculada pelo Método de Alisamento Exponencial.**

|            | Cauda Esquerda |       | Cauda Direita |       |
|------------|----------------|-------|---------------|-------|
|            | M = 2          | M = 3 | M = 2         | M = 3 |
| IBOVESPA   | 1              | 0     | 0             | 0     |
| ARACRUZ    | 8              | 1     | 1             | 0     |
| BRADESCO   | 2              | 0     | 5             | 0     |
| CEMIG      | 0              | 0     | 1             | 0     |
| CSN        | 0              | 0     | 0             | 0     |
| ELETROBRÁS | 0              | 0     | 2             | 0     |
| INEPAR     | 3              | 0     | 10            | 0     |
| ITAÚ       | 1              | 0     | 1             | 0     |
| PETROBRÁS  | 1              | 0     | 0             | 0     |
| VALE       | 0              | 0     | 7             | 0     |

**Tabela 7: Exigência de Capital Média  
Calculada pelo Método Histórico com o Uso  
de Janelas de 126 e 252 dias.**

|                   | Cauda Esquerda |         | Cauda Direita |         |
|-------------------|----------------|---------|---------------|---------|
|                   | M = 2          | M = 3   | M = 2         | M = 3   |
| <b>IBOVESPA</b>   | 0,42013        | 0,63010 | 0,45739       | 0,68609 |
| <b>ARACRUZ</b>    | 0,45538        | 0,63605 | 0,65026       | 0,97340 |
| <b>BRADESCO</b>   | 0,47651        | 0,69042 | 0,52930       | 0,79395 |
| <b>CEMIG</b>      | 0,51115        | 0,73778 | 0,59284       | 0,88927 |
| <b>CSN</b>        | 0,43590        | 0,64775 | 0,52970       | 0,79455 |
| <b>ELETROBRÁS</b> | 0,55844        | 0,78065 | 0,69994       | 1,04991 |
| <b>INEPAR</b>     | 0,63724        | 0,88223 | 0,82032       | 1,23047 |
| <b>ITAÚ</b>       | 0,40992        | 0,61488 | 0,49001       | 0,73501 |
| <b>PETROBRÁS</b>  | 0,50210        | 0,68963 | 0,57924       | 0,86885 |
| <b>VALE</b>       | 0,43828        | 0,65733 | 0,53130       | 0,79695 |

**Tabela 8: Exigência de Capital Média  
Calculada pelo Método Histórico com o Uso  
de Uma Janela de 252 dias.**

|                   | Cauda Esquerda |         | Cauda Direita |         |
|-------------------|----------------|---------|---------------|---------|
|                   | M = 2          | M = 3   | M = 2         | M = 3   |
| <b>IBOVESPA</b>   | 0,40006        | 0,60009 | 0,42842       | 0,64263 |
| <b>ARACRUZ</b>    | 0,42971        | 0,61869 | 0,56771       | 0,85157 |
| <b>BRADESCO</b>   | 0,44333        | 0,66032 | 0,50382       | 0,75574 |
| <b>CEMIG</b>      | 0,48562        | 0,71832 | 0,56354       | 0,84531 |
| <b>CSN</b>        | 0,41432        | 0,62148 | 0,51087       | 0,76630 |
| <b>ELETROBRÁS</b> | 0,53388        | 0,75763 | 0,67050       | 1,00575 |
| <b>INEPAR</b>     | 0,61498        | 0,86129 | 0,77792       | 1,16688 |
| <b>ITAÚ</b>       | 0,39200        | 0,58800 | 0,47094       | 0,70640 |
| <b>PETROBRÁS</b>  | 0,47192        | 0,66819 | 0,55451       | 0,83176 |
| <b>VALE</b>       | 0,42260        | 0,63390 | 0,50195       | 0,75293 |

**Tabela 9: Exigência de Capital Média  
Calculada pelo Método de Alisamento  
Exponencial.**

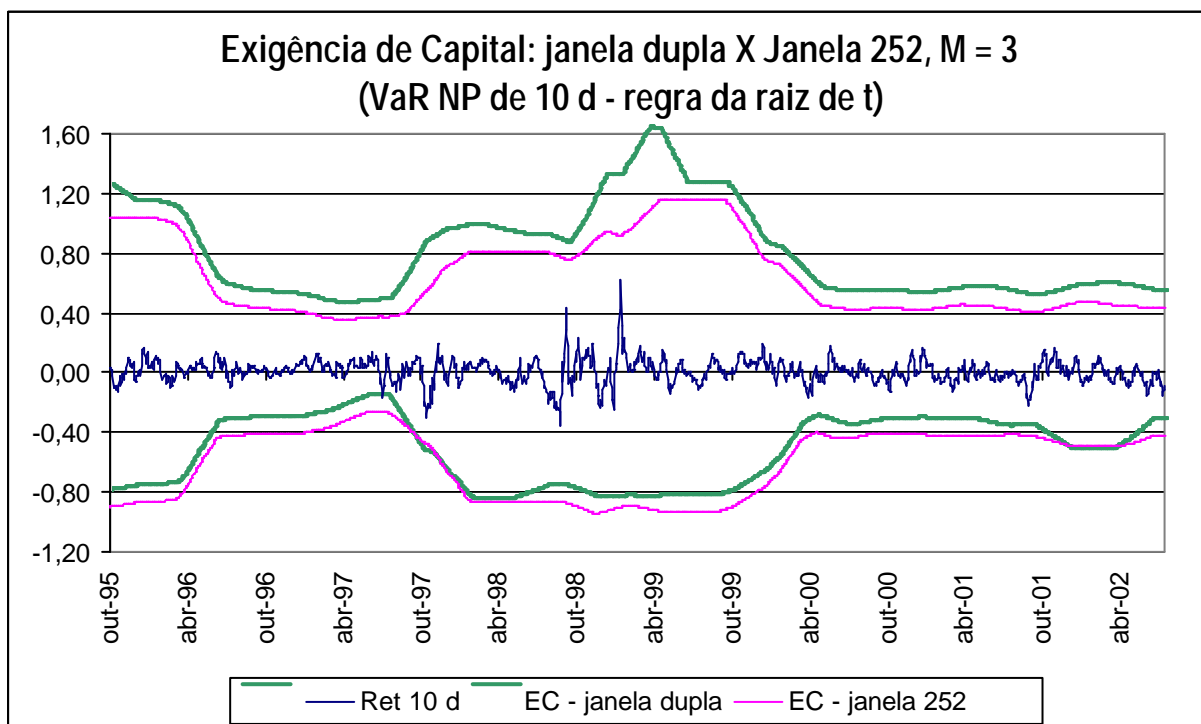
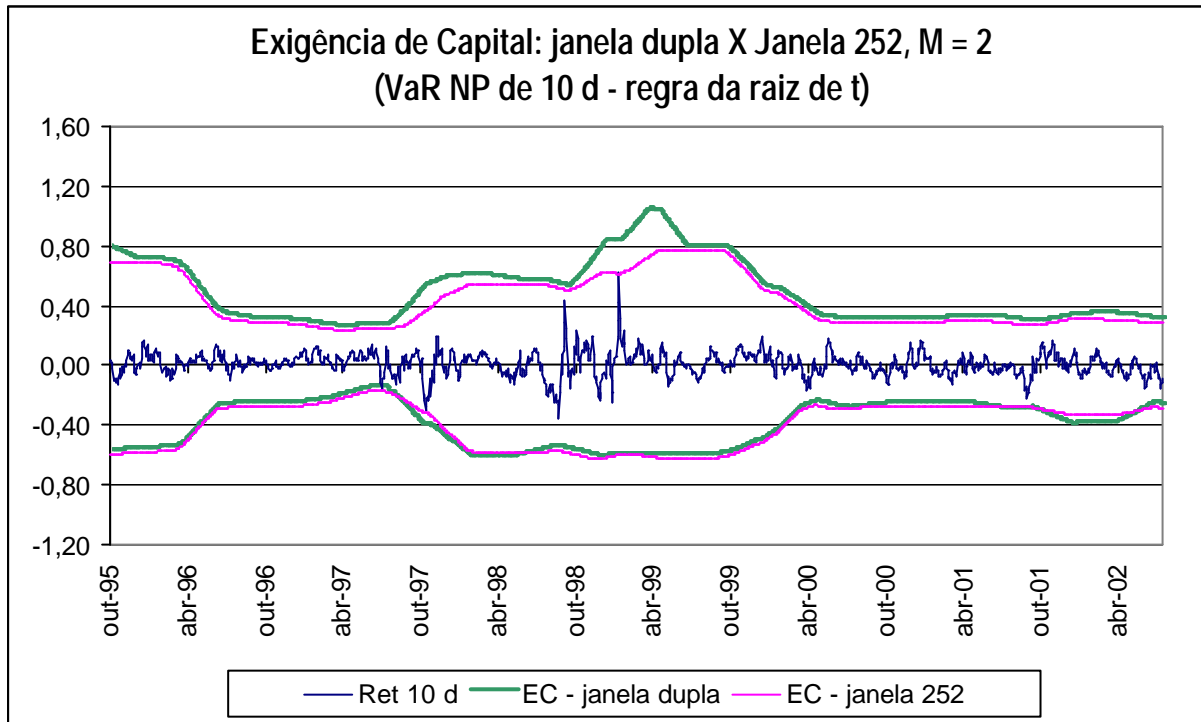
|                   | Cauda Esquerda |         | Cauda Direita |         |
|-------------------|----------------|---------|---------------|---------|
|                   | M = 2          | M = 3   | M = 2         | M = 3   |
| <b>IBOVESPA</b>   | 0,30354        | 0,45513 | 0,37613       | 0,56228 |
| <b>ARACRUZ</b>    | 0,37025        | 0,53742 | 0,49613       | 0,73944 |
| <b>BRADESCO</b>   | 0,34759        | 0,52099 | 0,43693       | 0,65241 |
| <b>CEMIG</b>      | 0,40071        | 0,59290 | 0,52802       | 0,78936 |
| <b>CSN</b>        | 0,35100        | 0,52649 | 0,43712       | 0,65550 |
| <b>ELETROBRÁS</b> | 0,41746        | 0,61363 | 0,55914       | 0,83624 |
| <b>INEPAR</b>     | 0,51668        | 0,77296 | 0,72582       | 1,08523 |
| <b>ITAÚ</b>       | 0,34077        | 0,51095 | 0,42181       | 0,63159 |
| <b>PETROBRÁS</b>  | 0,35518        | 0,53005 | 0,45659       | 0,68231 |
| <b>VALE</b>       | 0,34778        | 0,52057 | 0,44267       | 0,66217 |

**Tabela 10: Indicadores Agregados por Método**

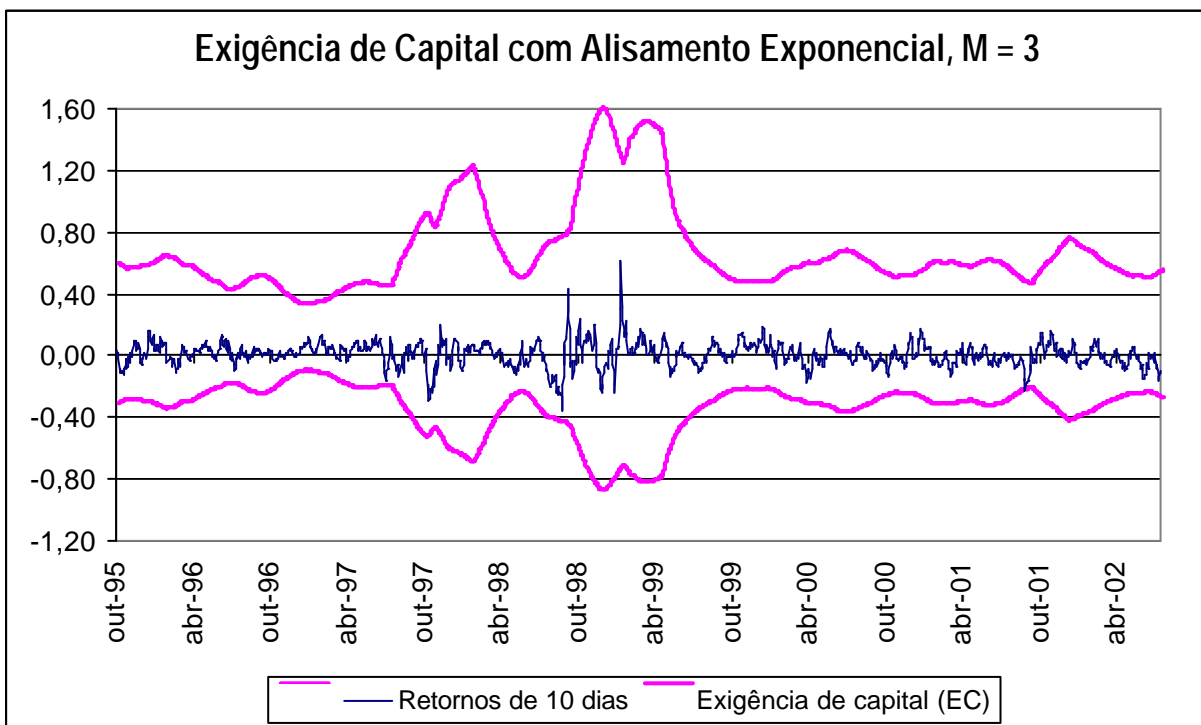
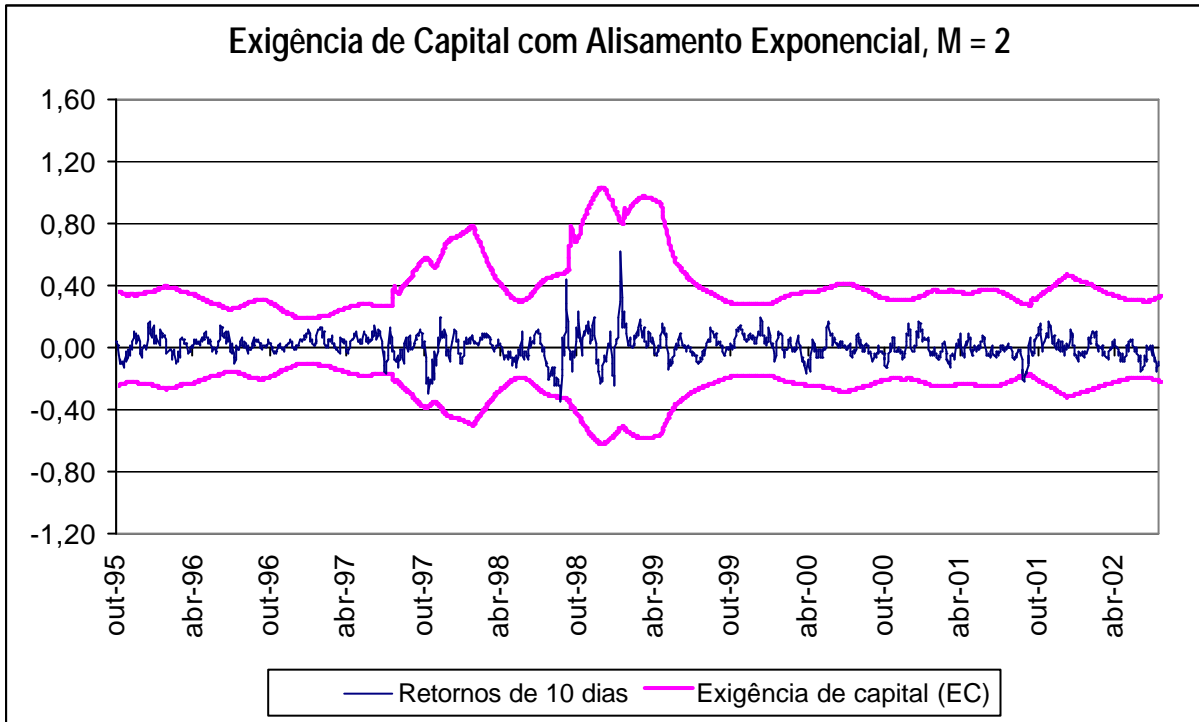
|                        |            | Cauda Esquerda |          | Cauda Direita |          |
|------------------------|------------|----------------|----------|---------------|----------|
|                        |            | M = 2          | M = 3    | M = 2         | M = 3    |
| NP Janela 252          | S Exceções | 20             | 2        | 27            | 7        |
|                        | EC média   | 0,460842       | 0,67279  | 0,555017      | 0,832526 |
| NP Janela 126/252      | S Exceções | 10             | 2        | 12            | 2        |
|                        | EC média   | 0,484504       | 0,696683 | 0,58803       | 0,881846 |
| Alisamento Exponencial | S Exceções | 16             | 1        | 27            | 0        |
|                        | EC média   | 0,375095       | 0,558109 | 0,488036      | 0,729655 |



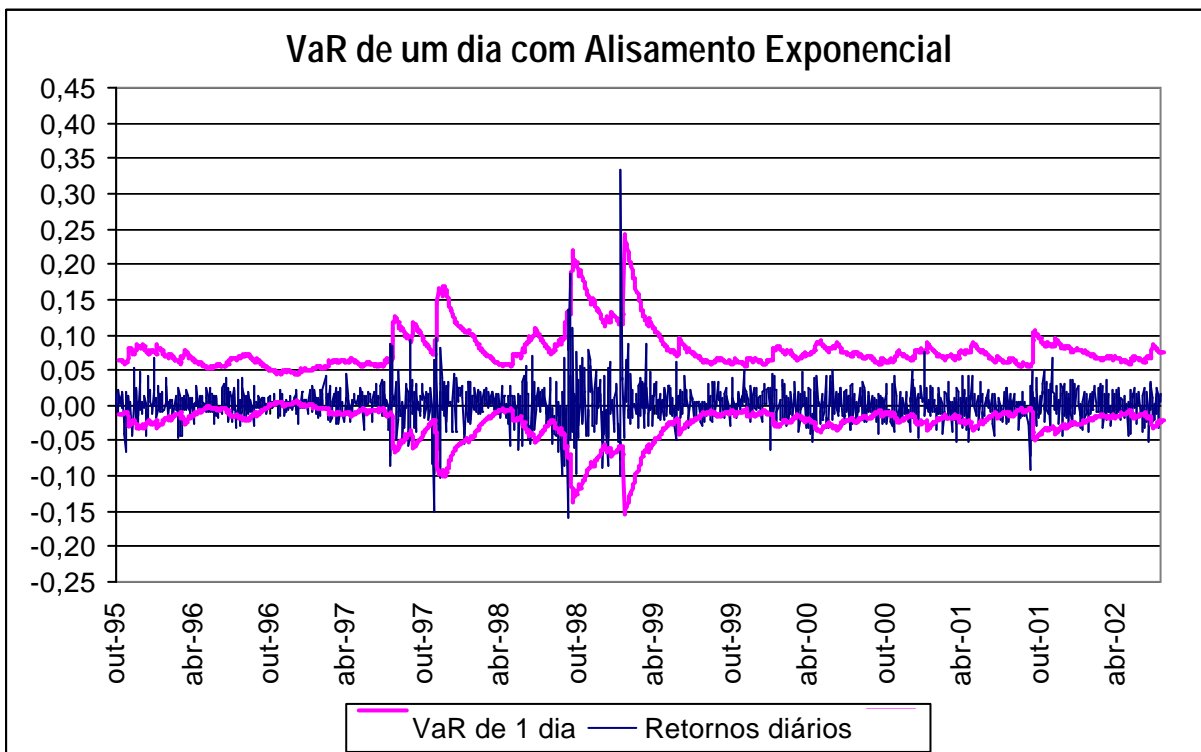
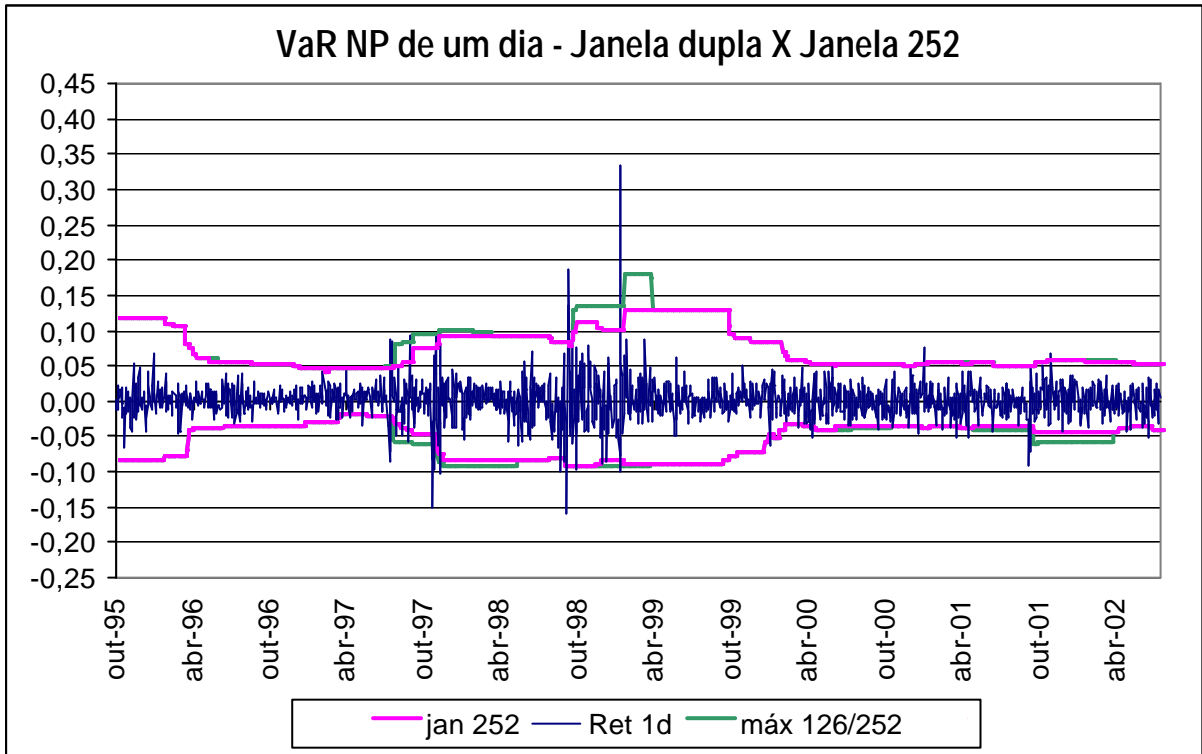
# Ibovespa



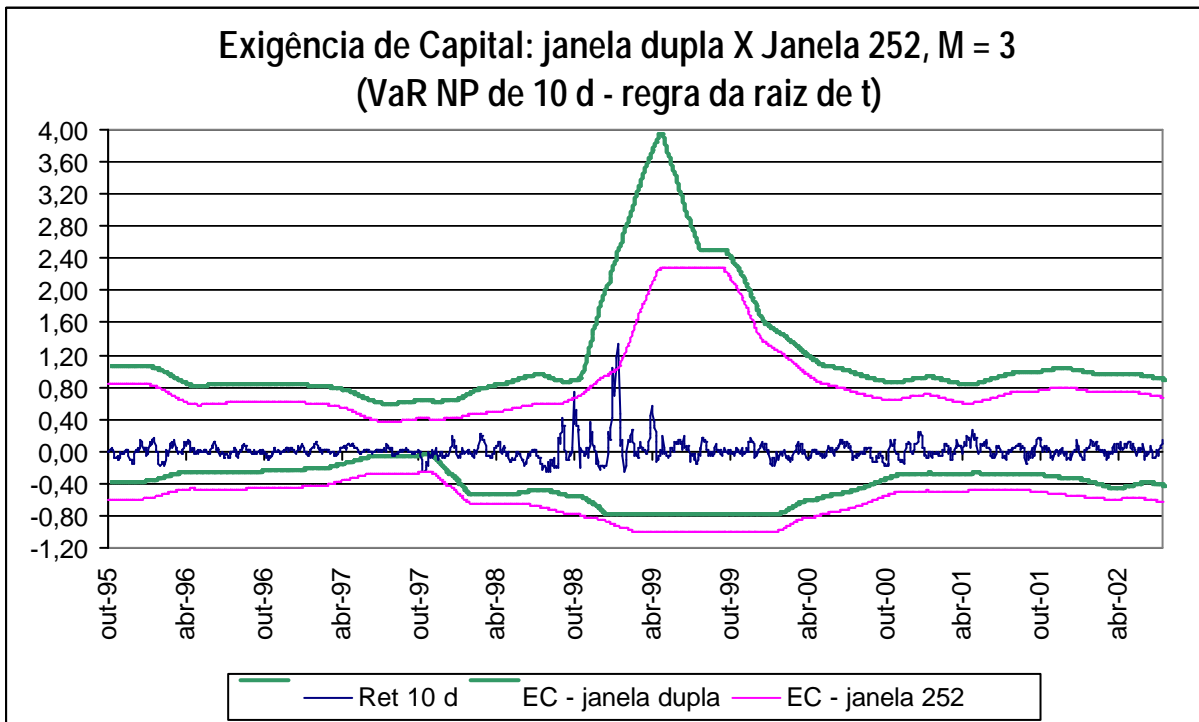
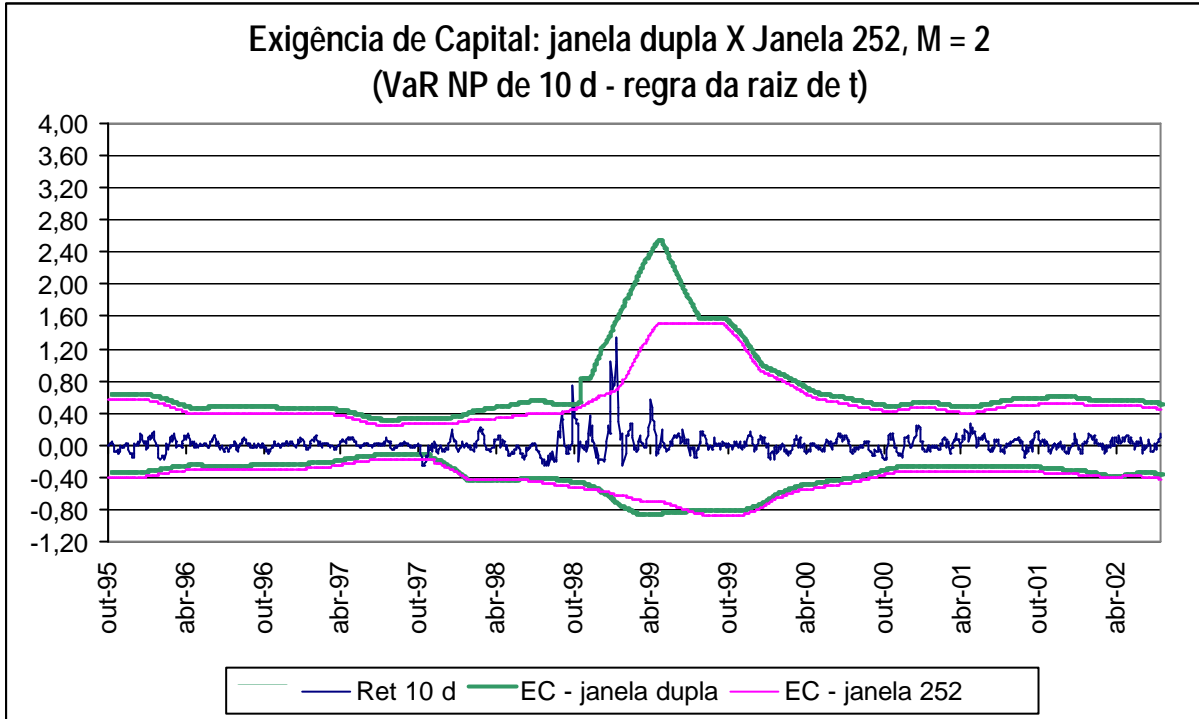
# Ibovespa



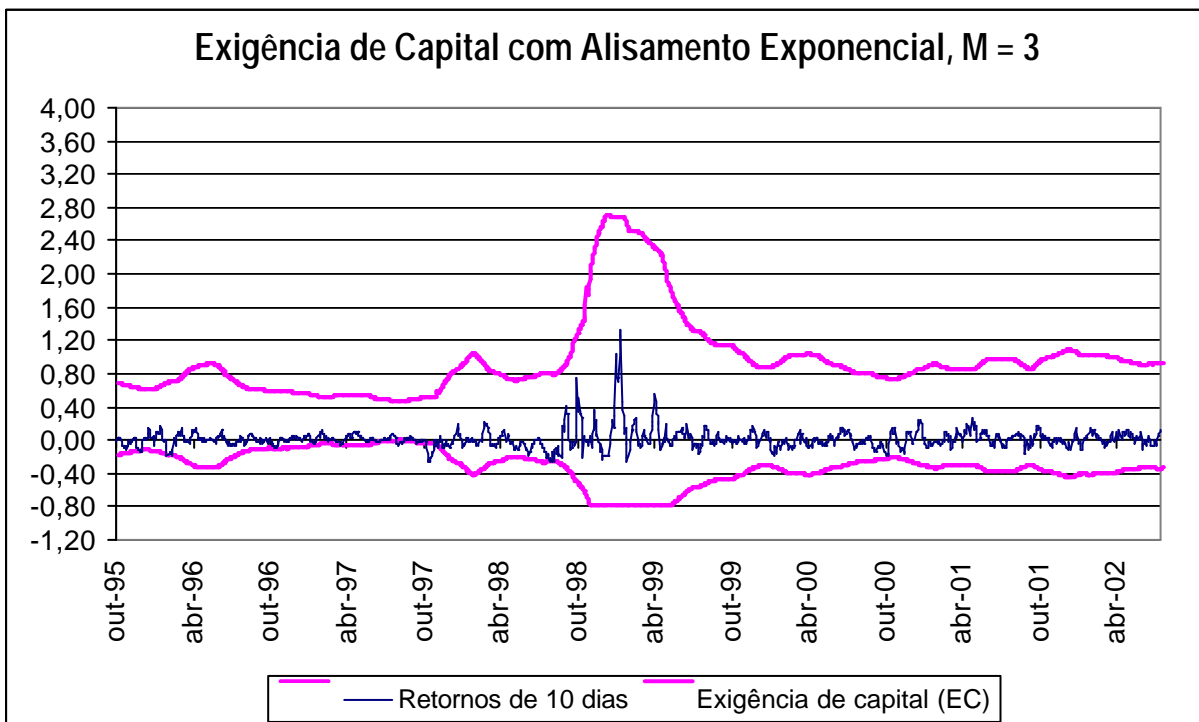
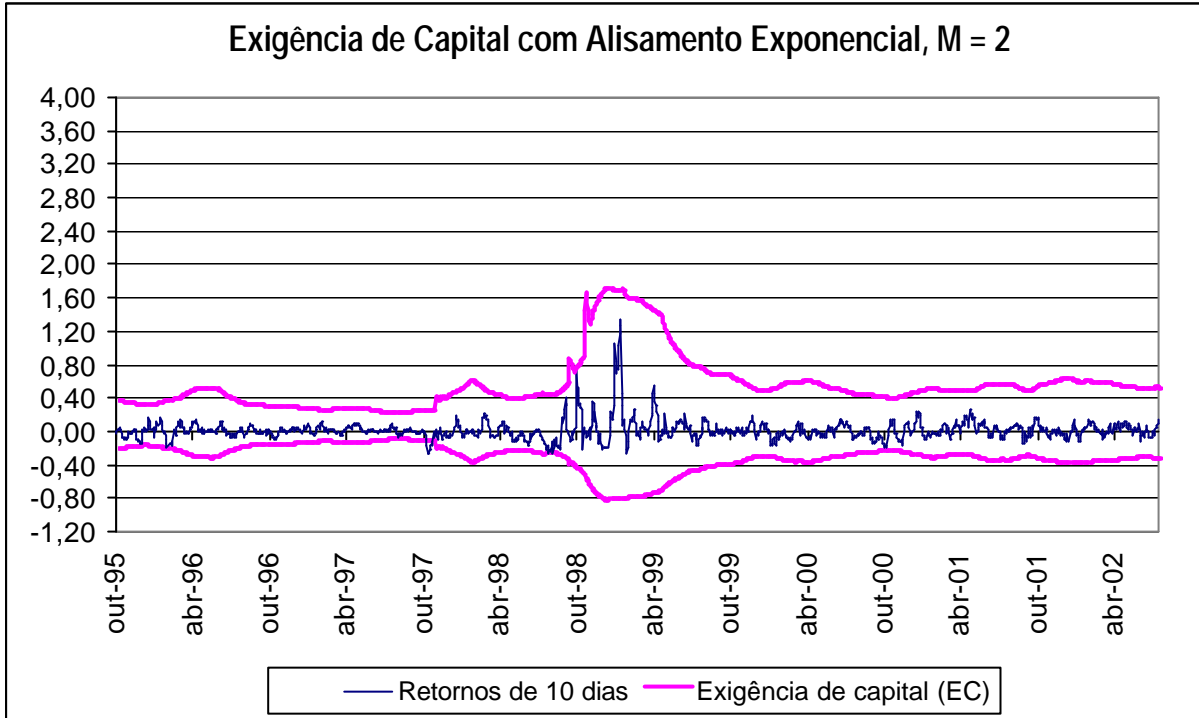
# Ibovespa



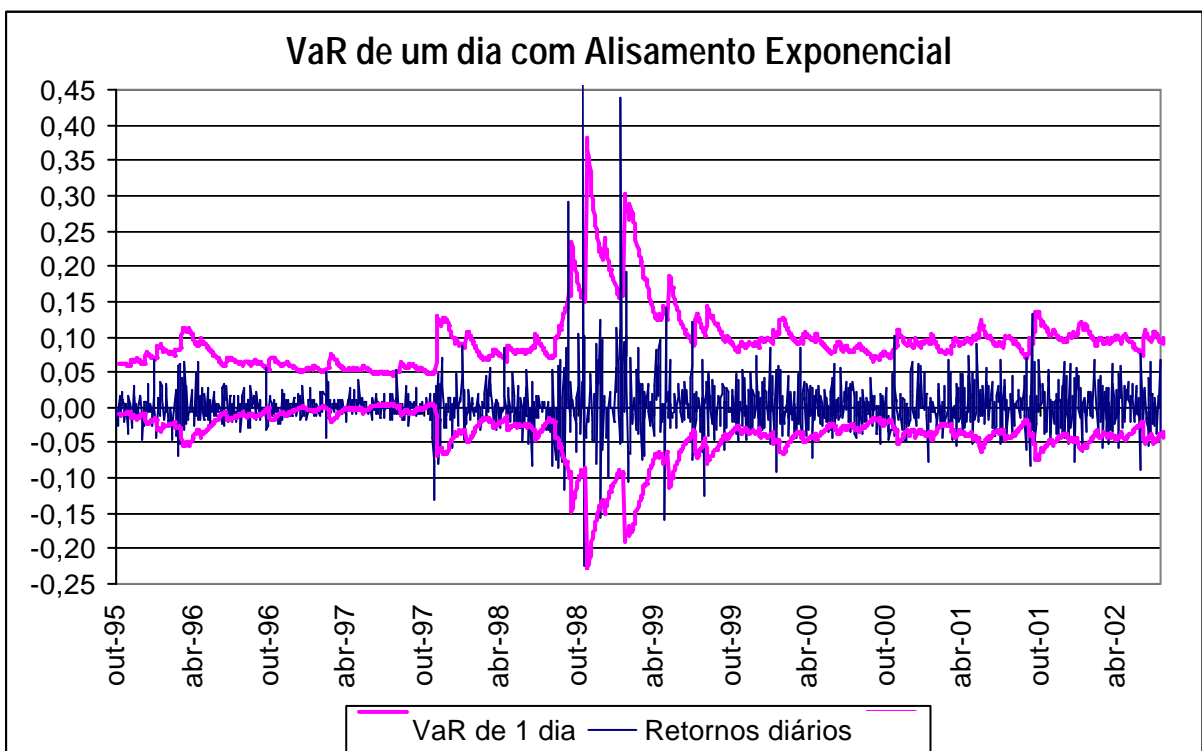
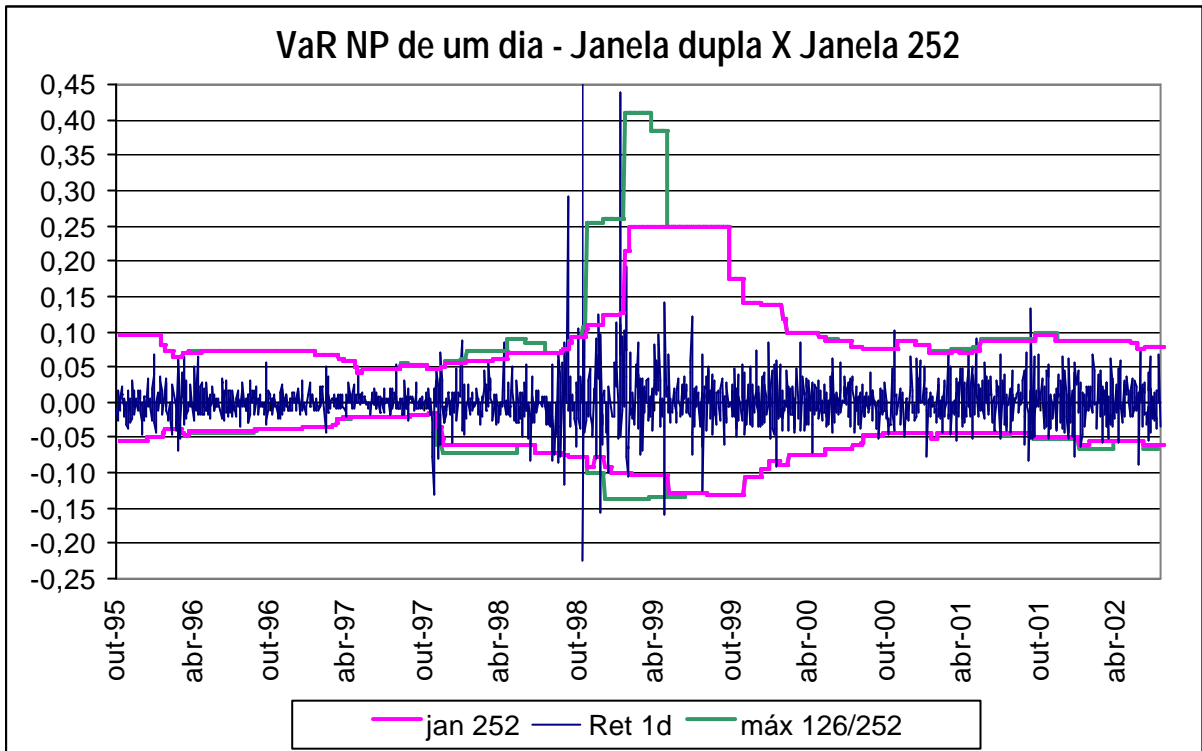
# Aracruz



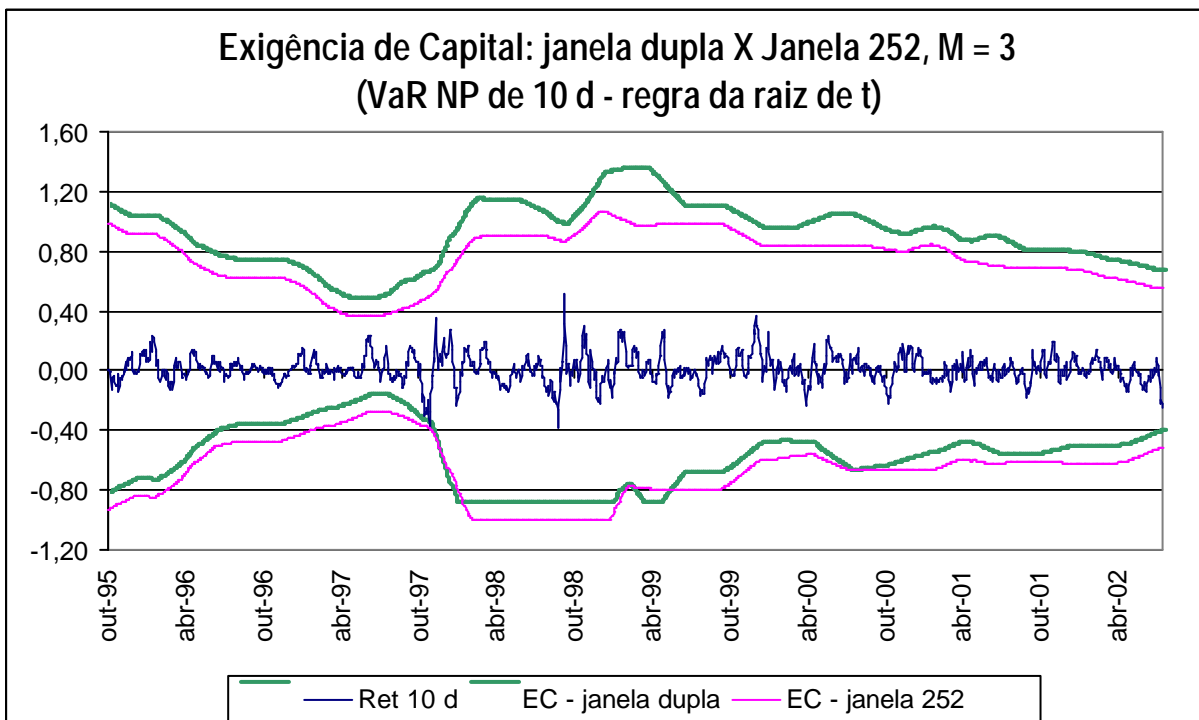
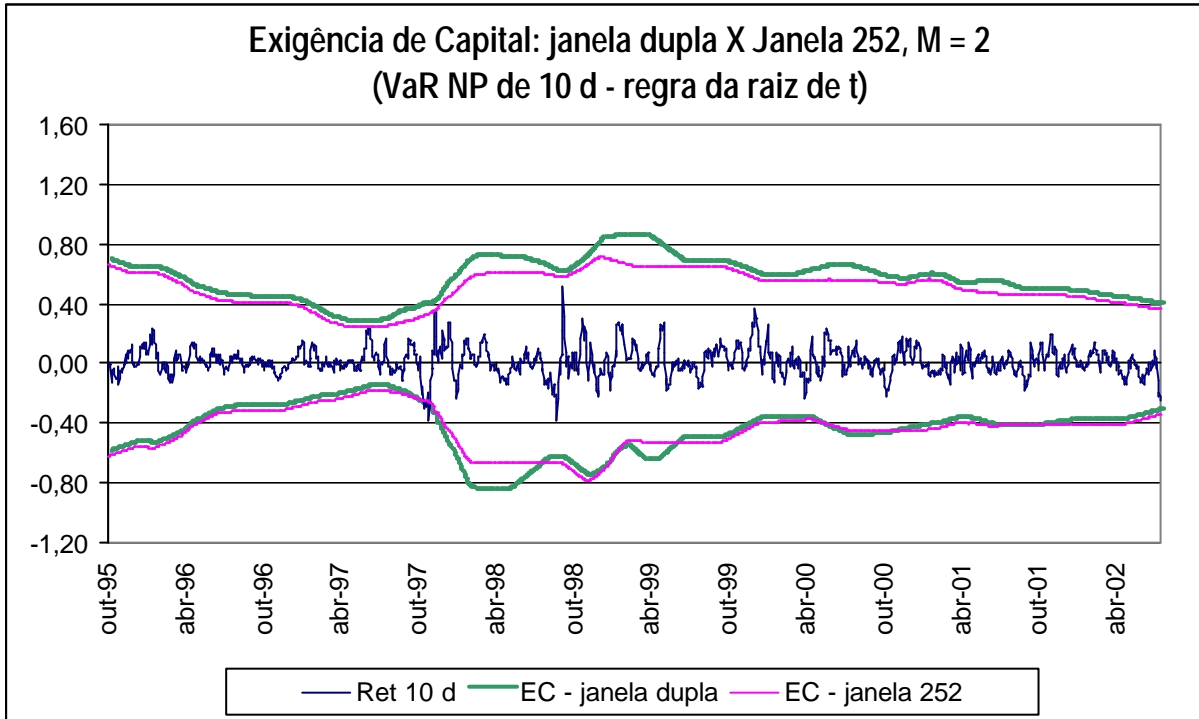
# Aracruz



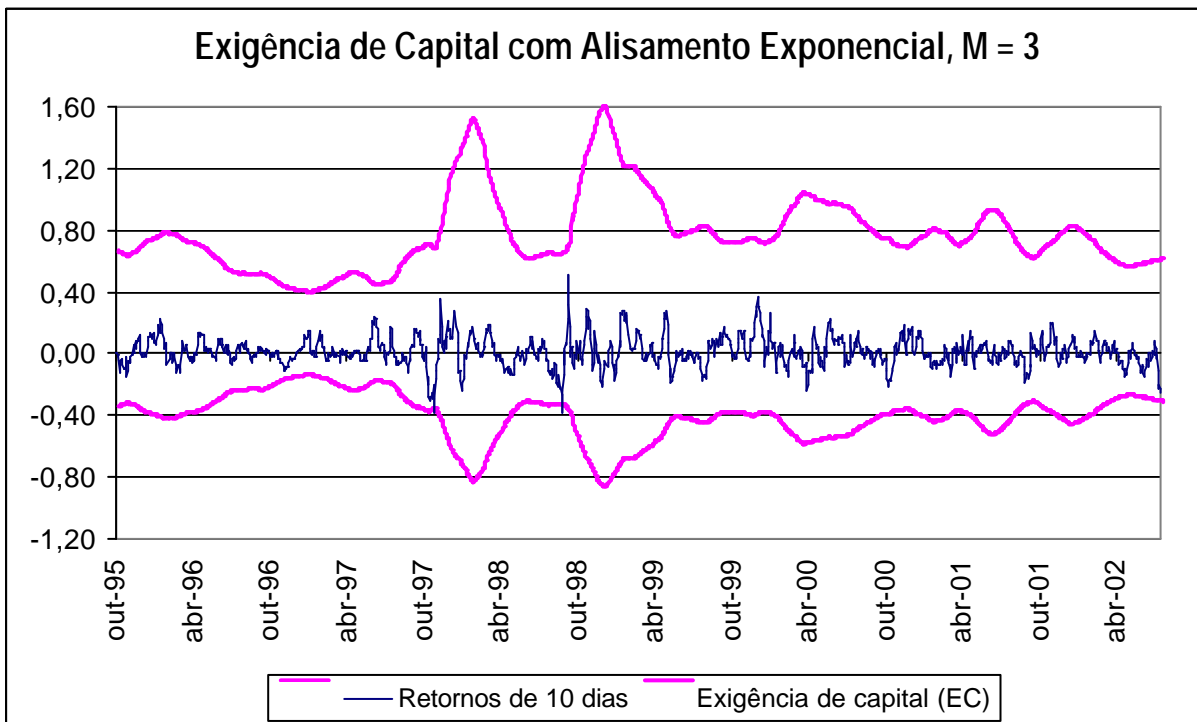
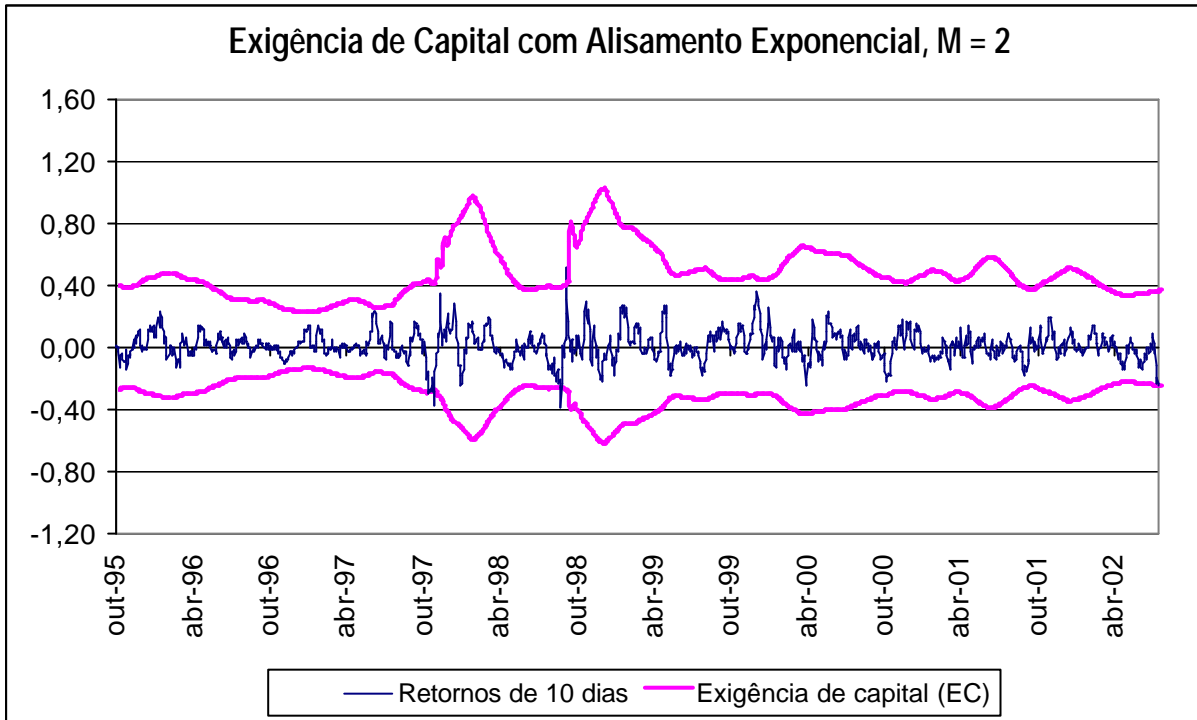
# Aracruz



# Bradesco

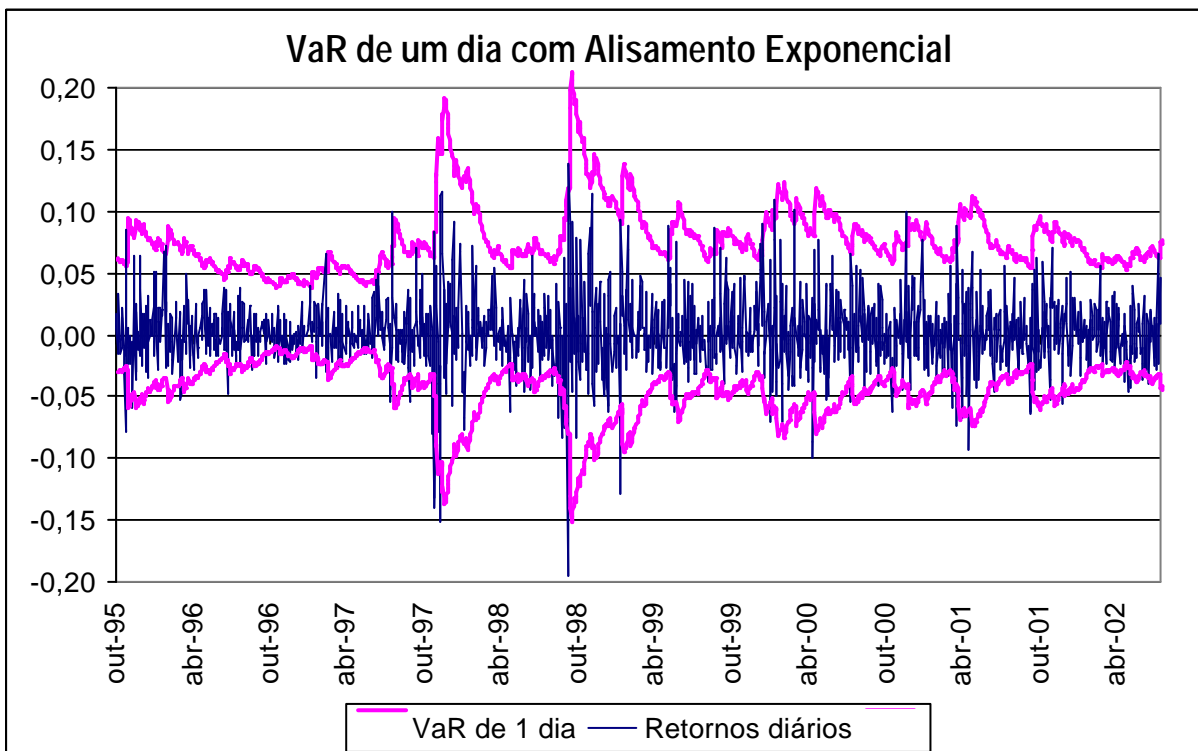
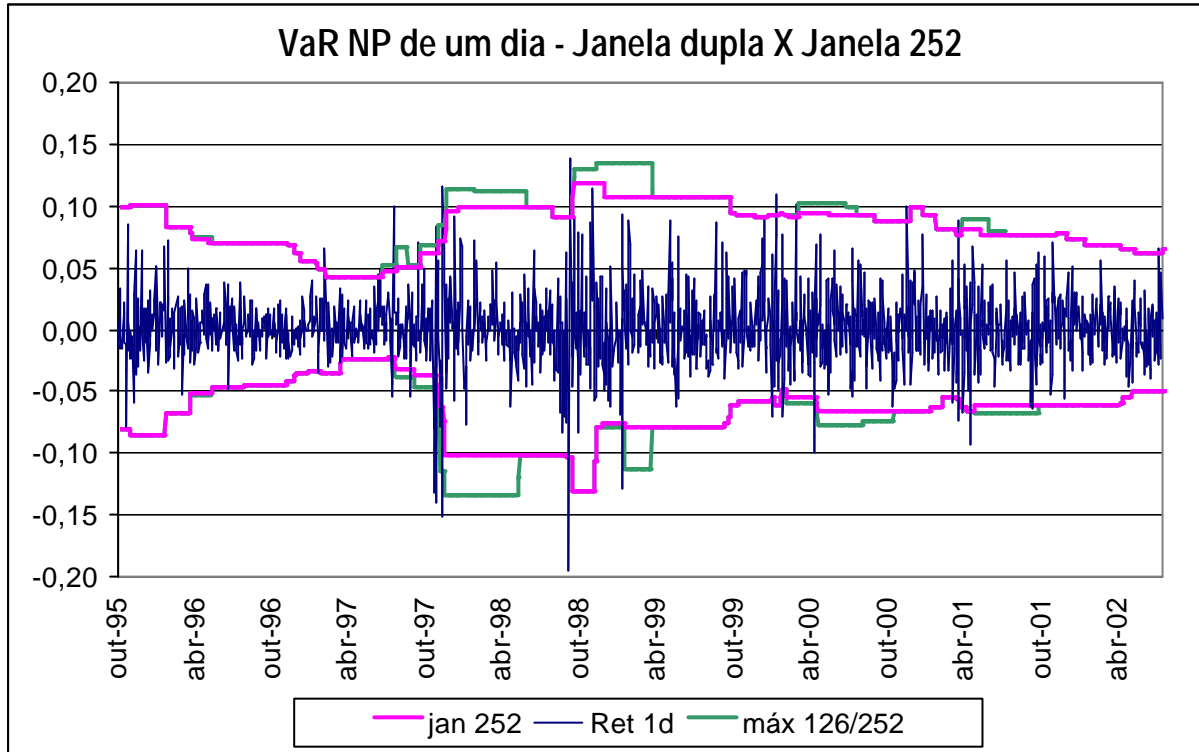


# Bradesco

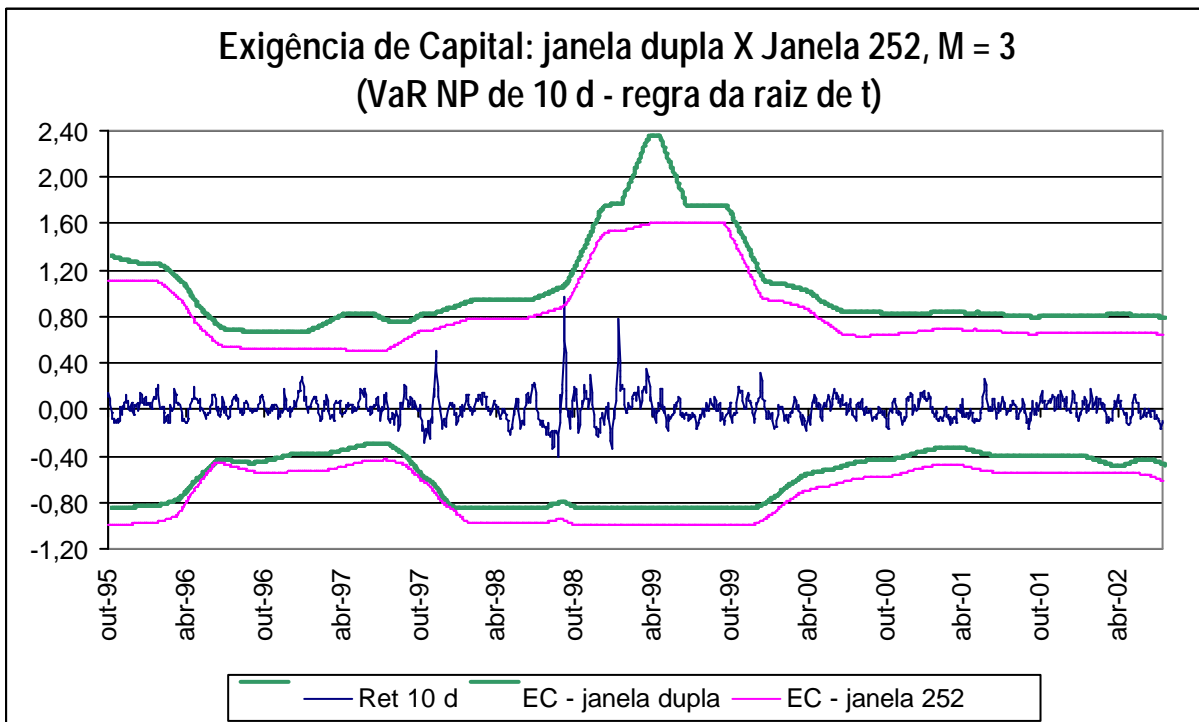
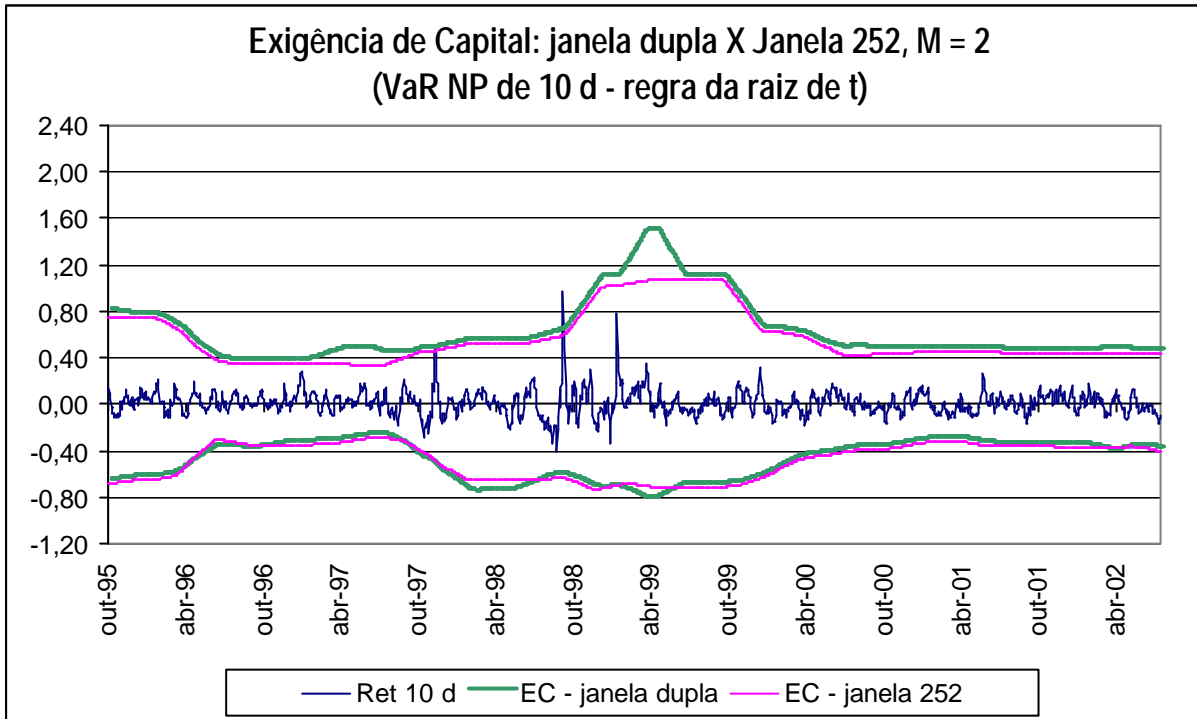




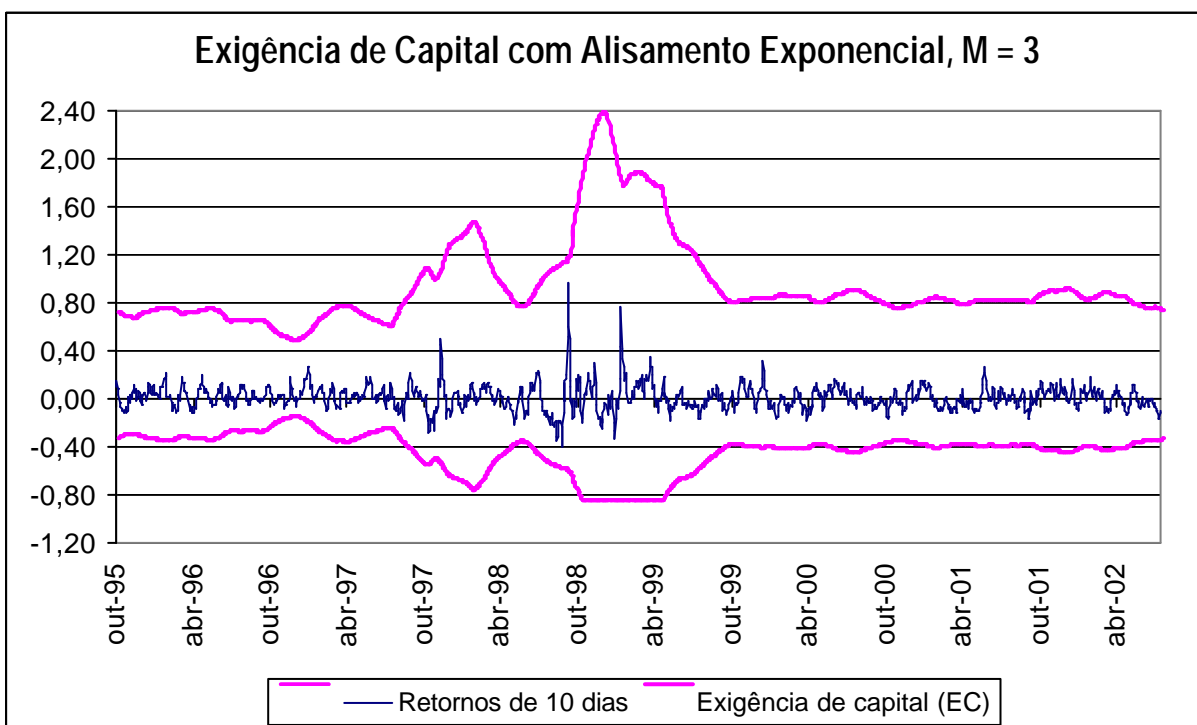
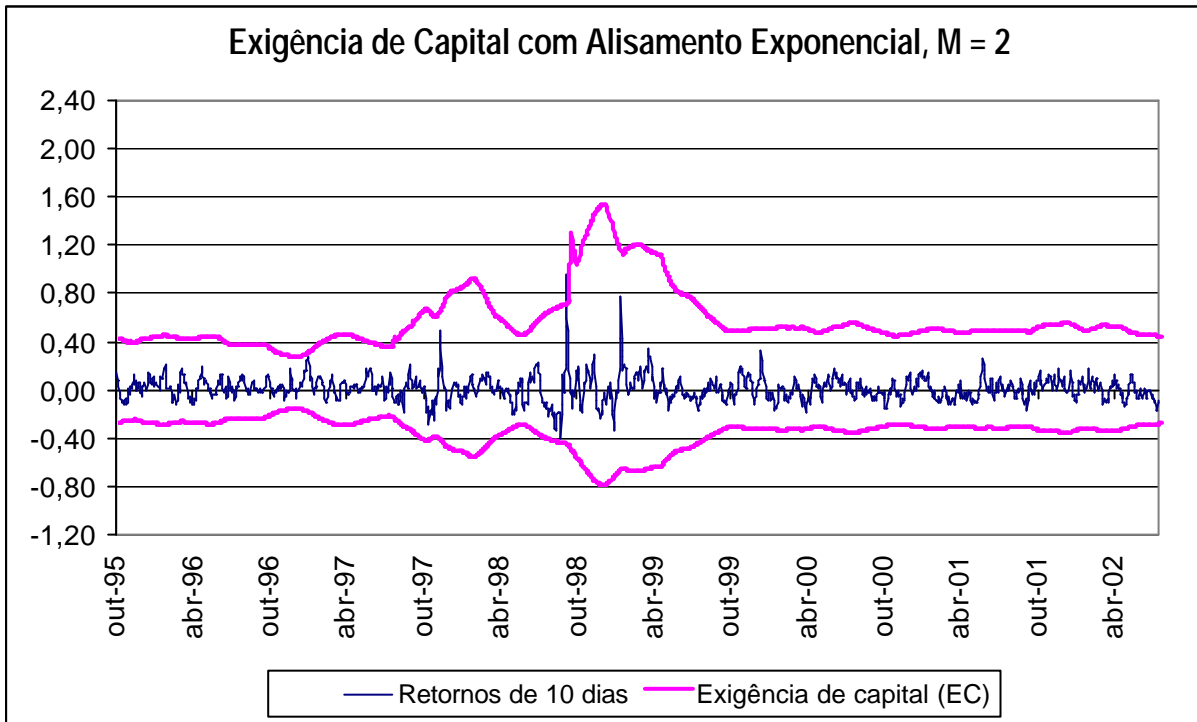
# Bradesco



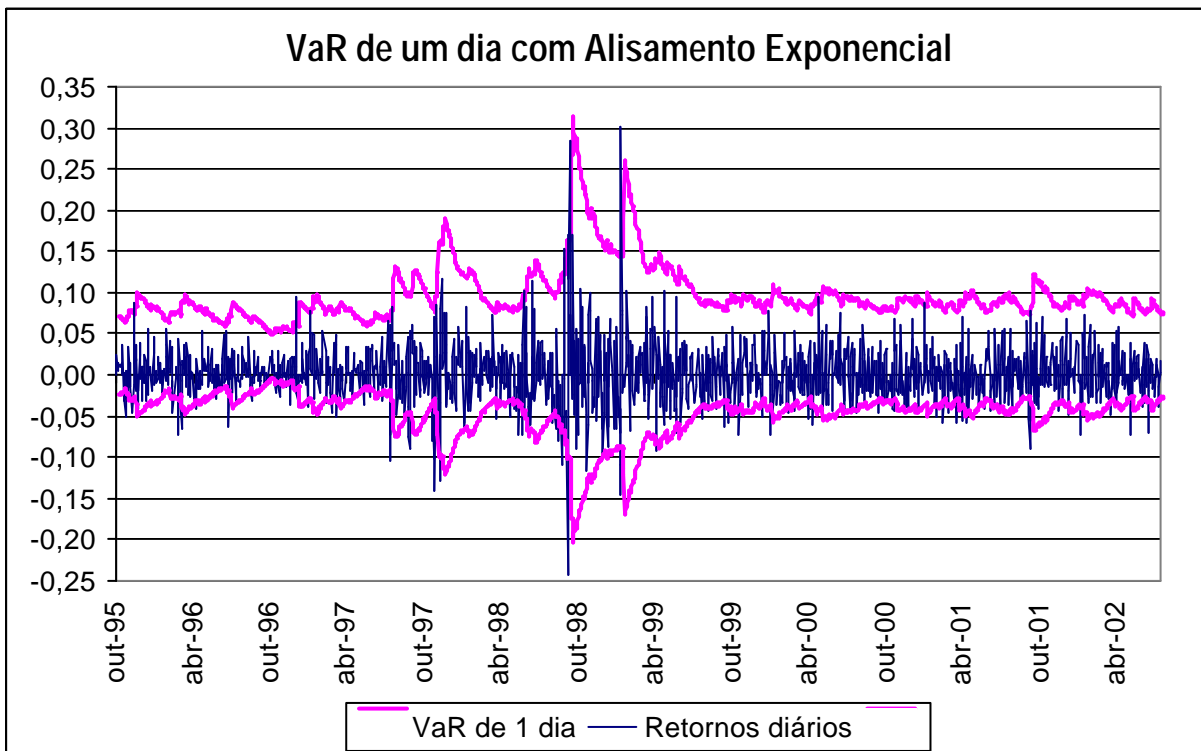
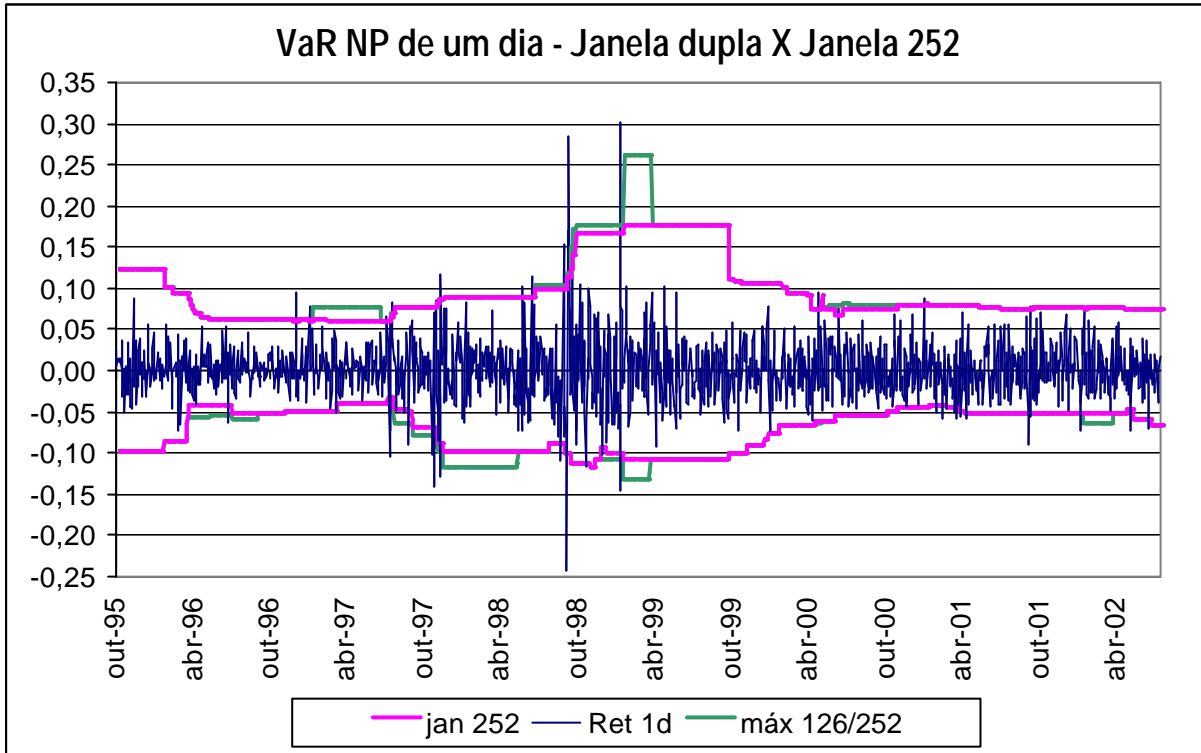
# Cemig



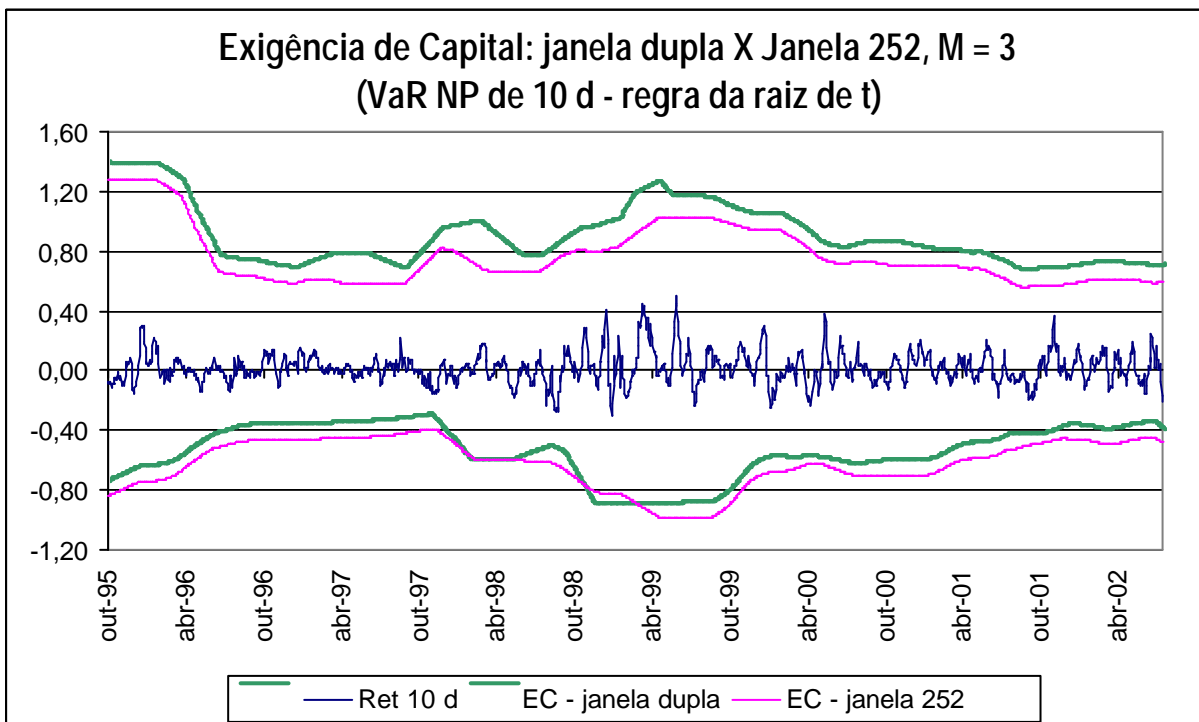
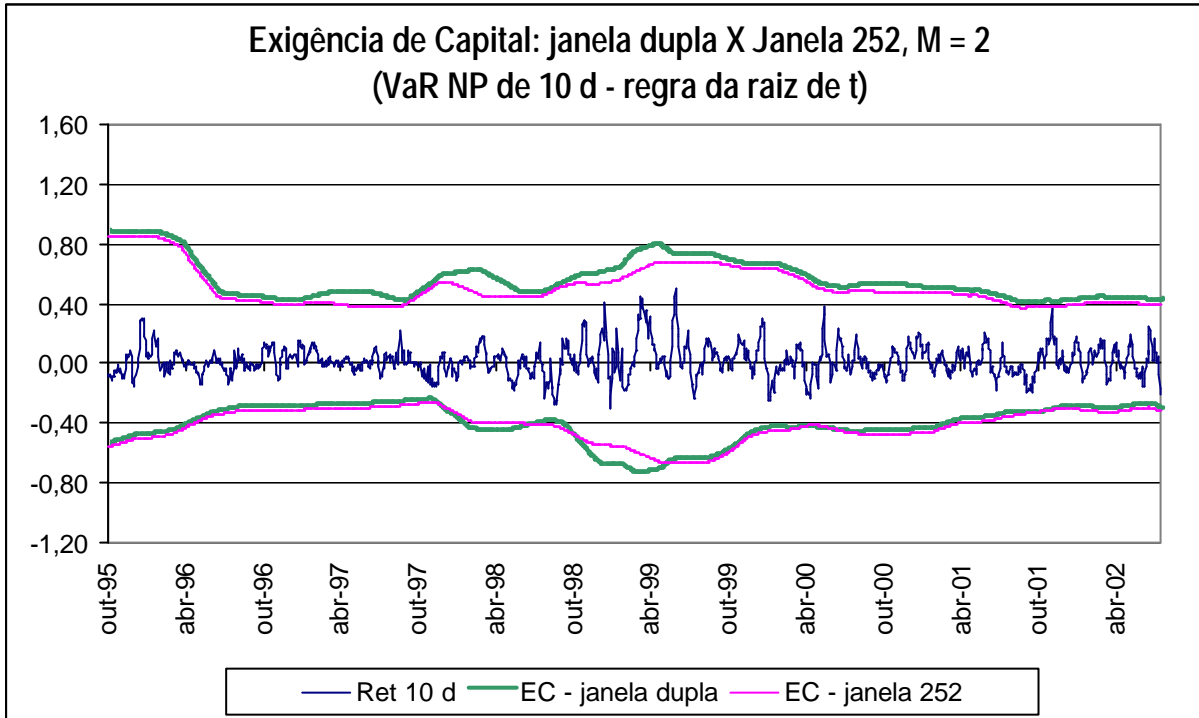
# Cemig



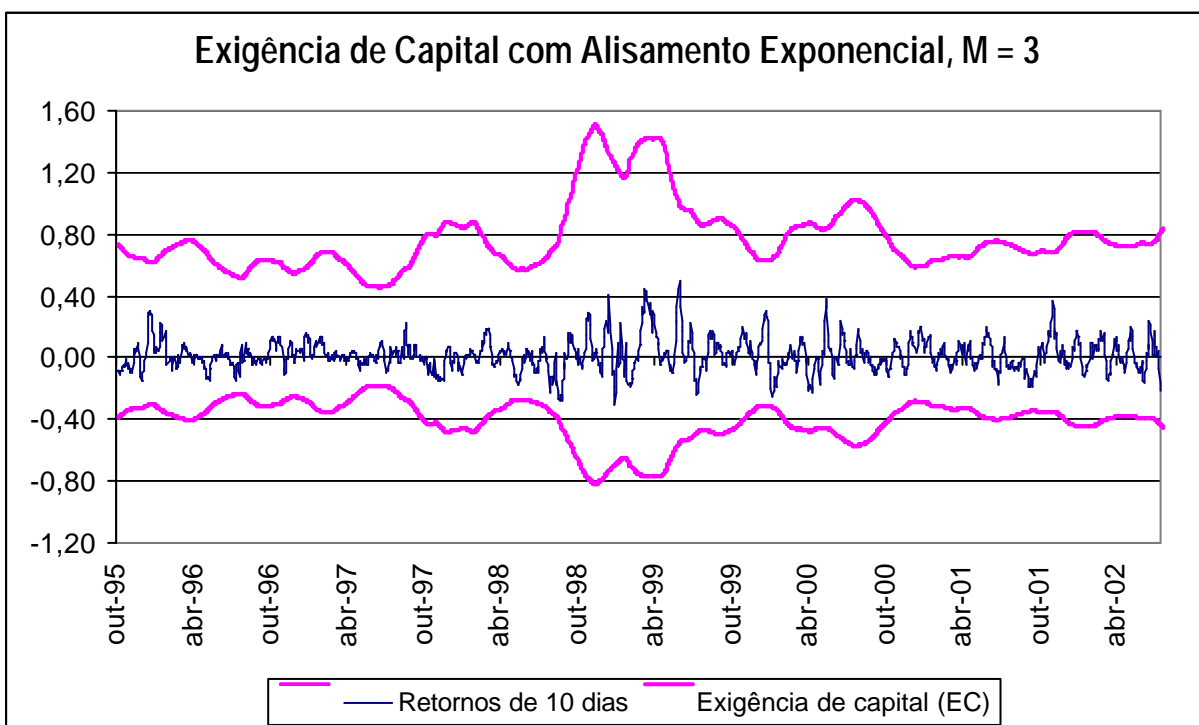
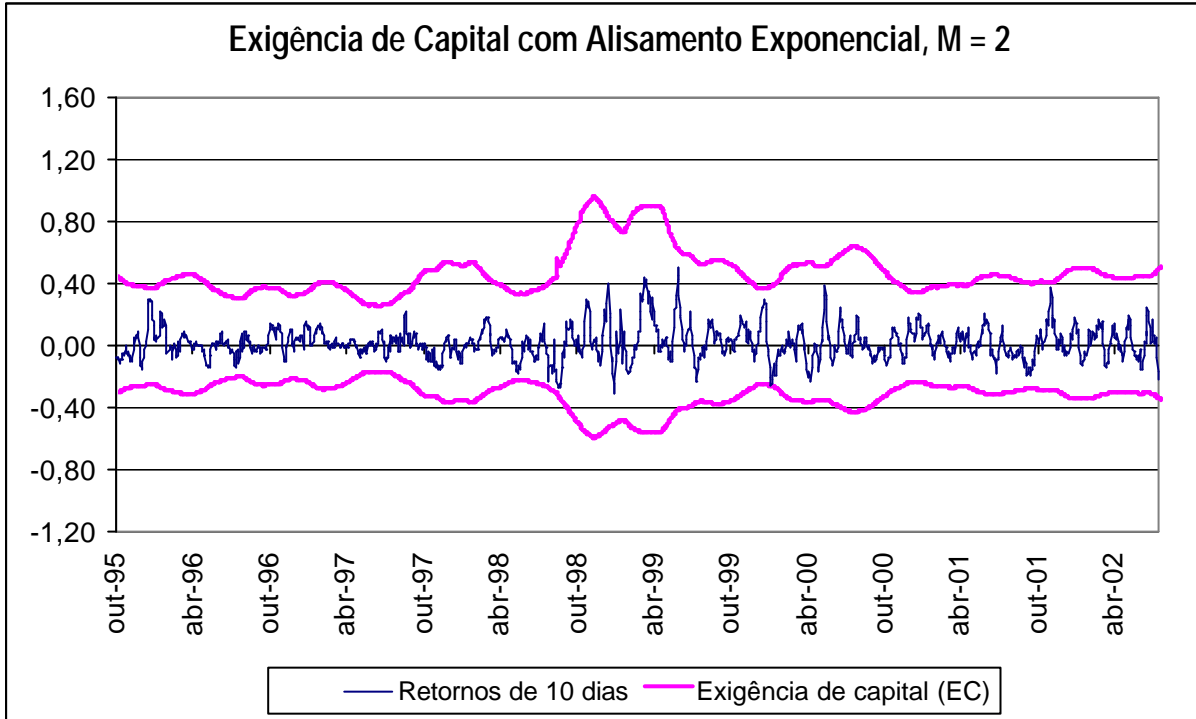
# Cemig



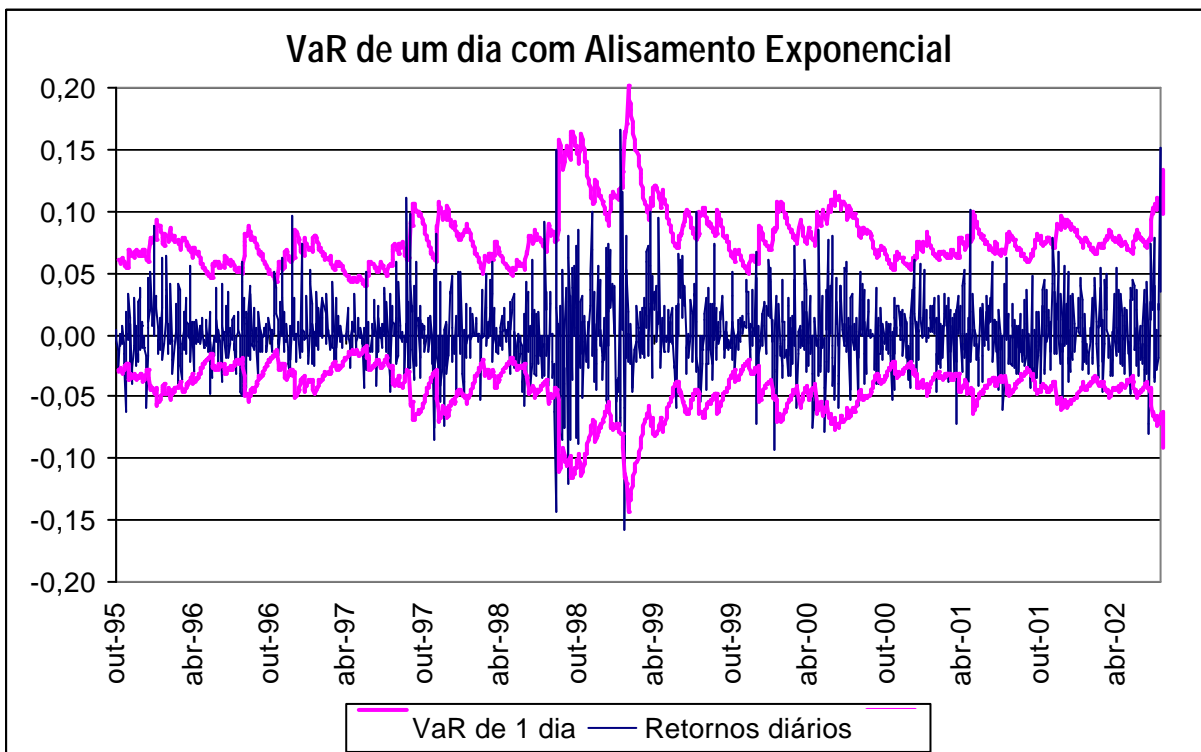
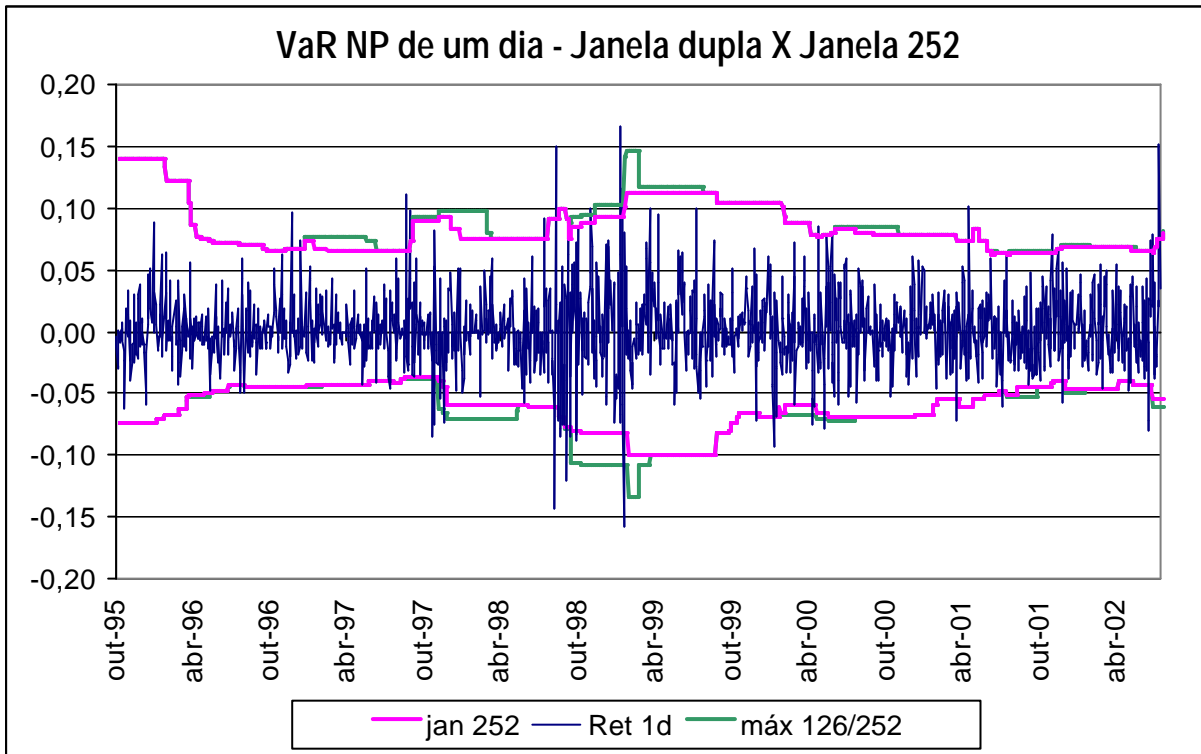
# CSN



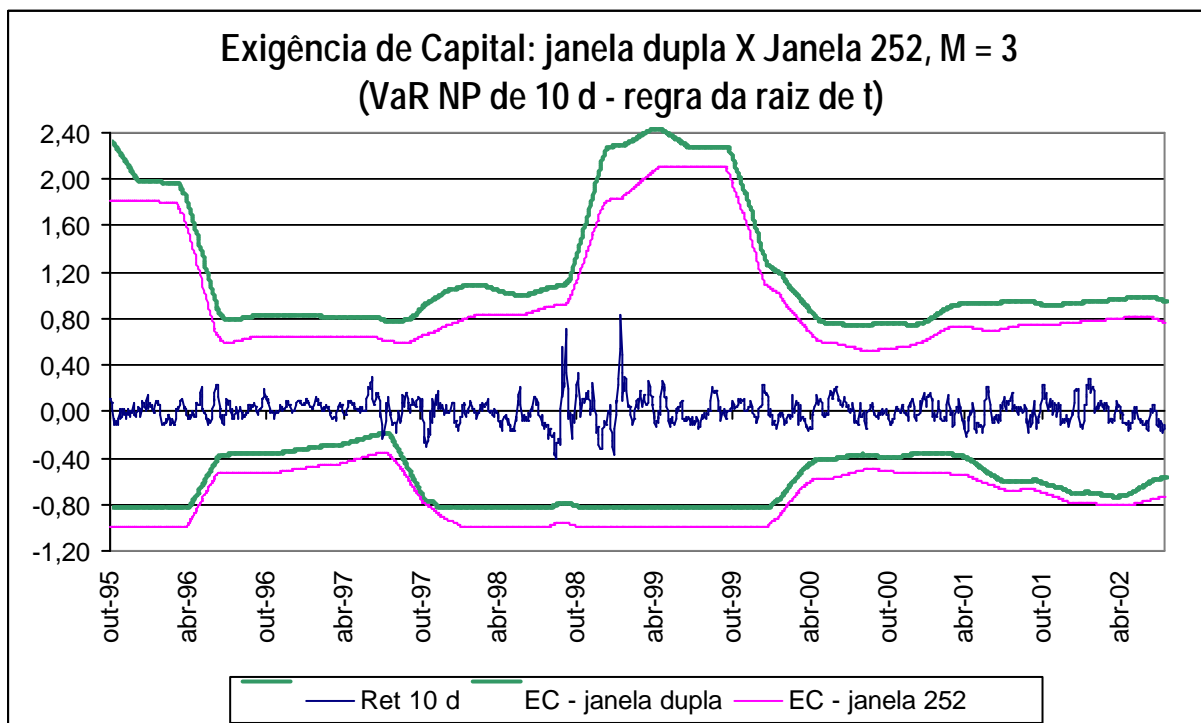
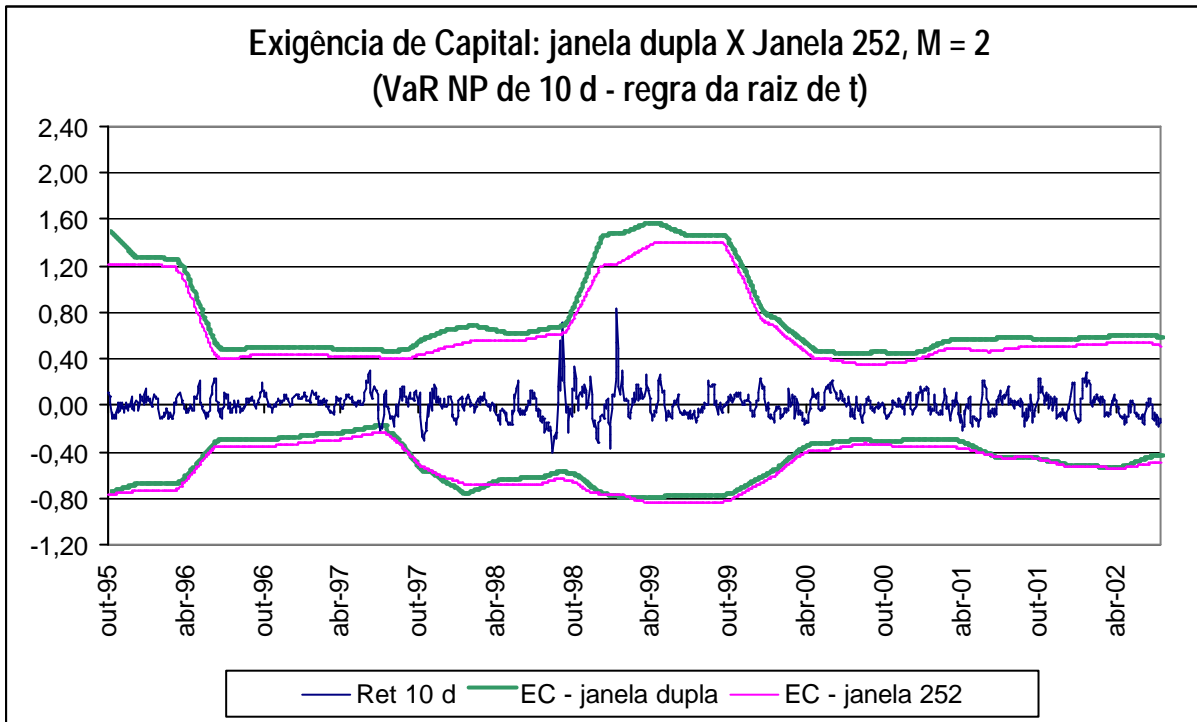
# CSN



# CSN

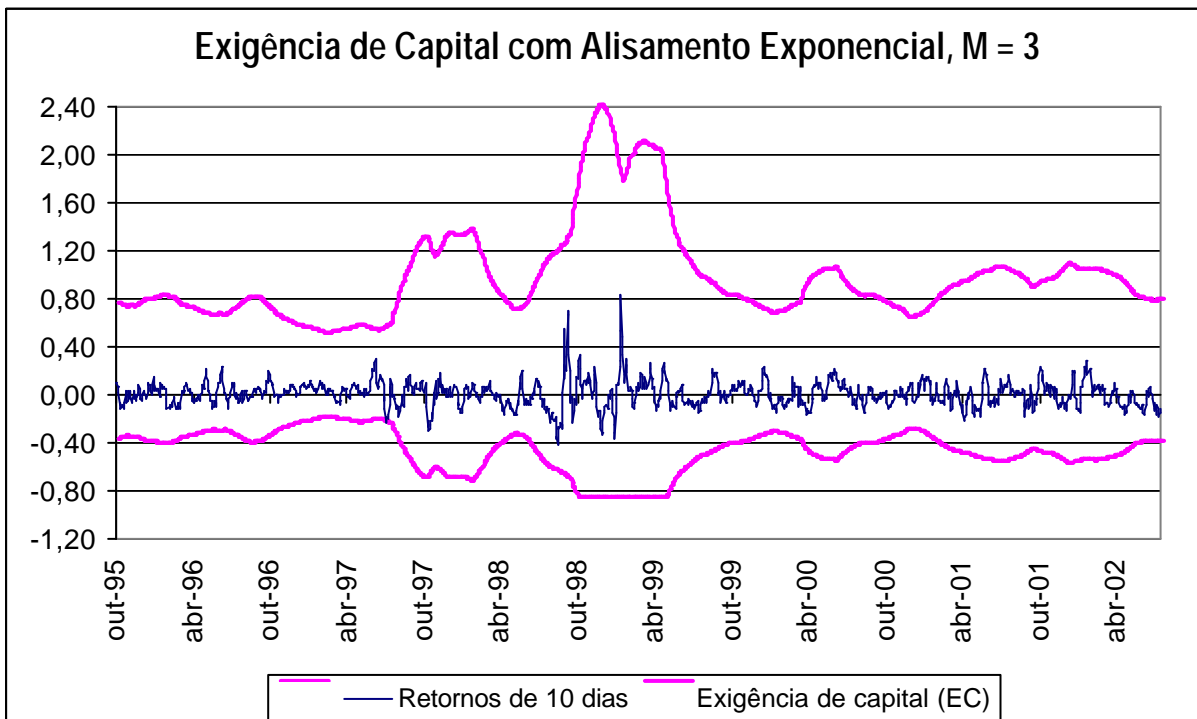
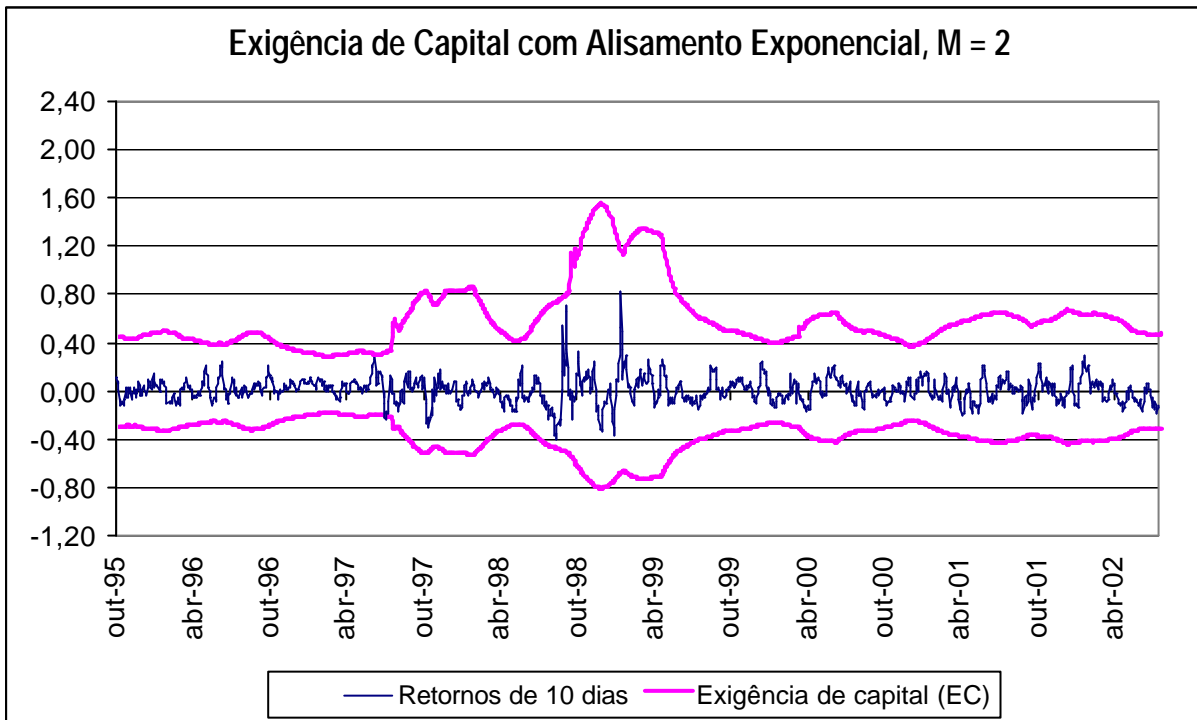


# Eletrobrás

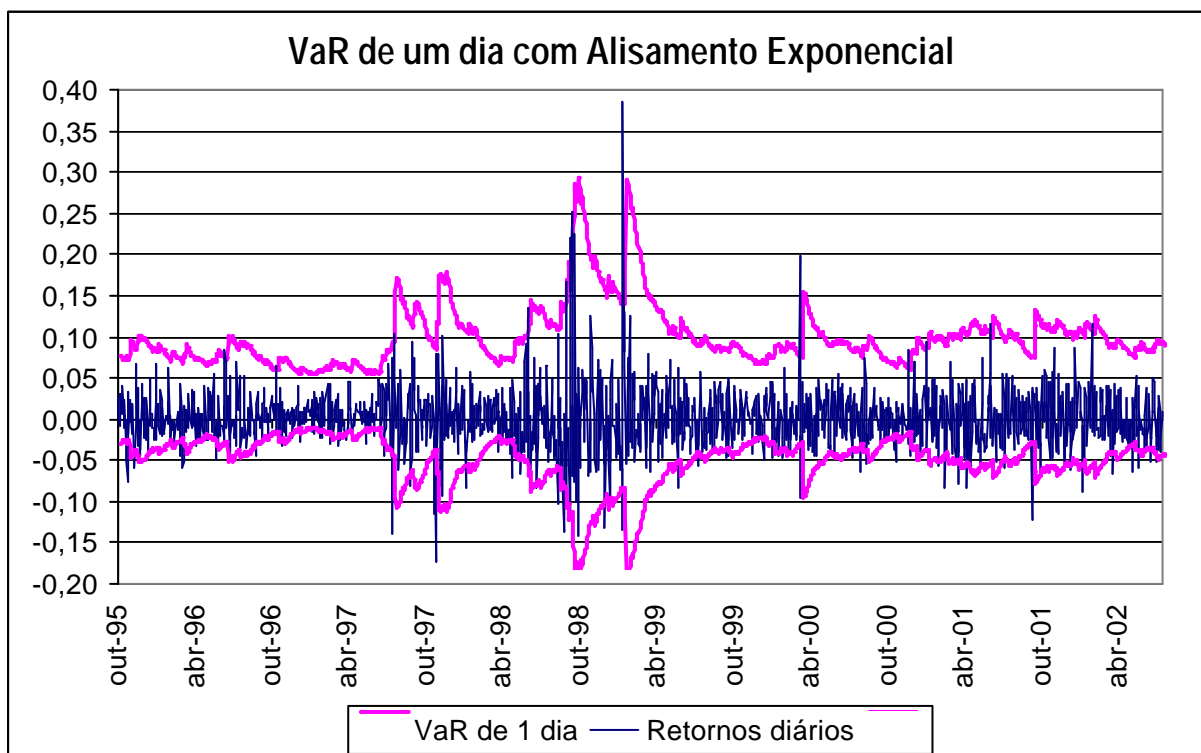
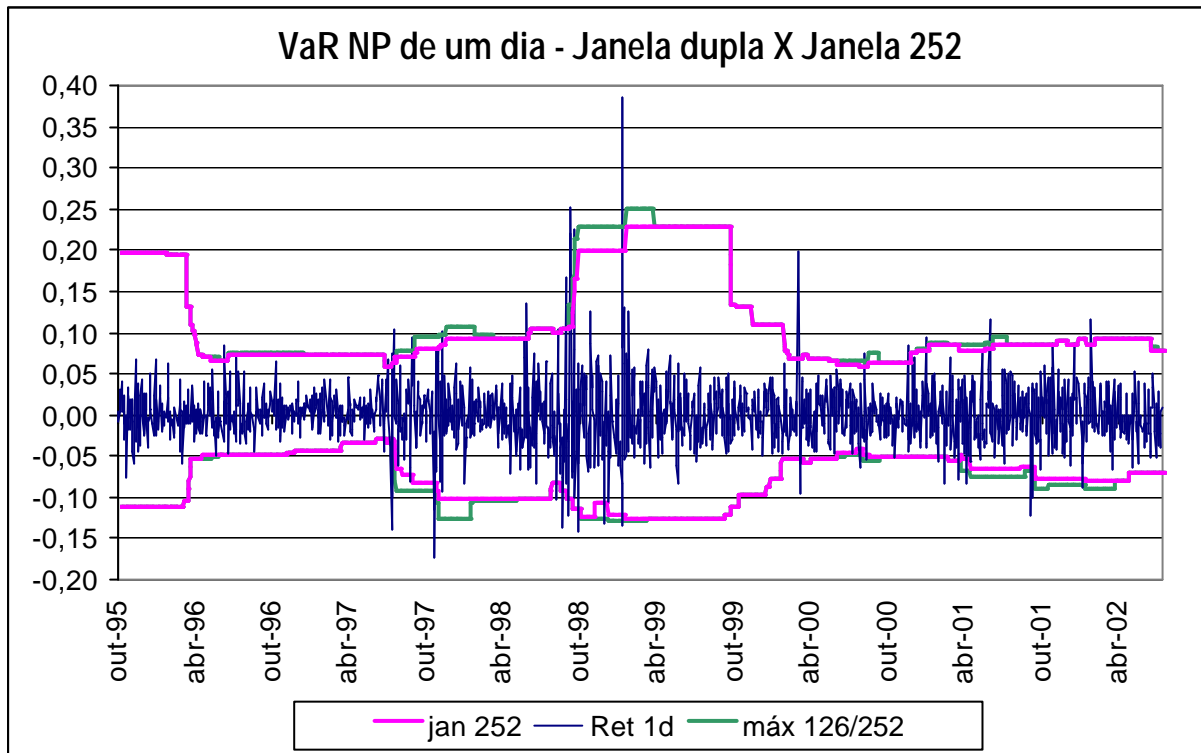




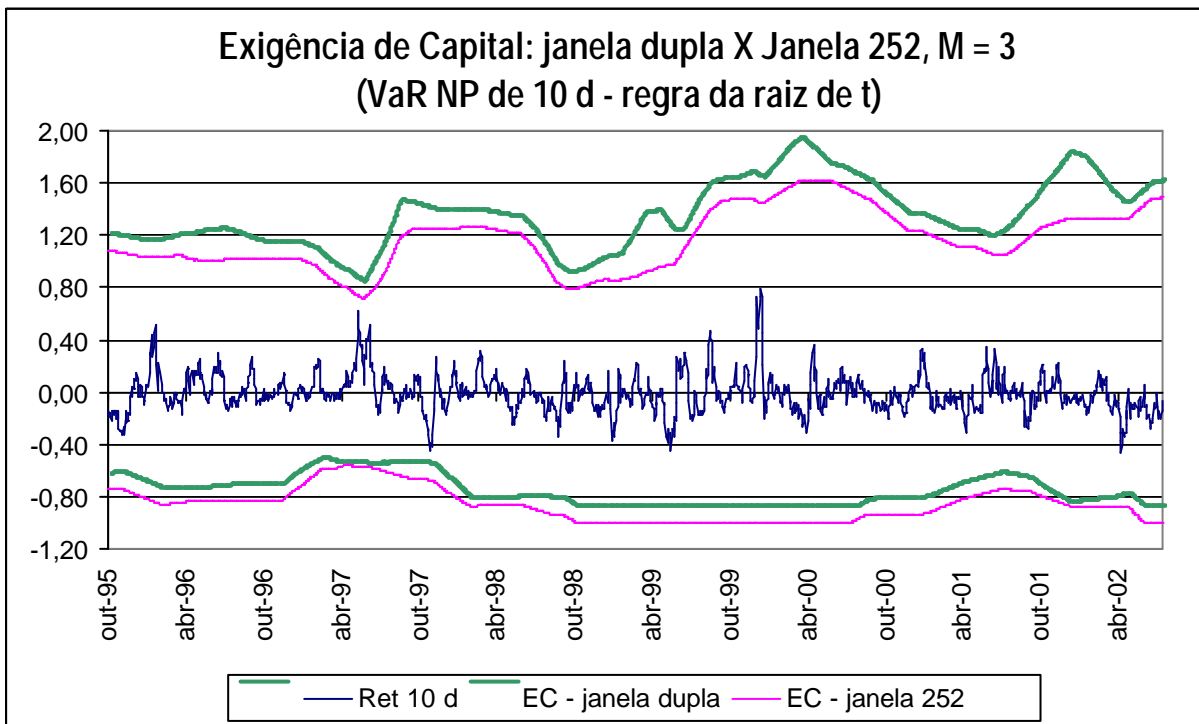
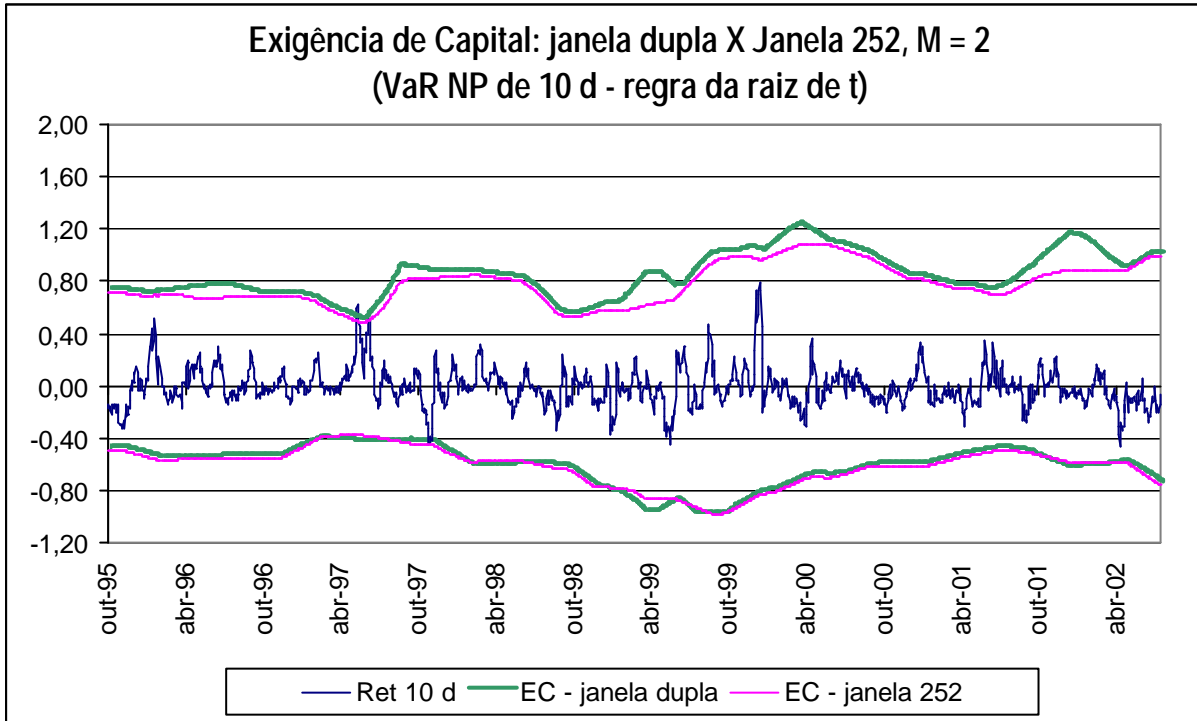
# Eletrobrás



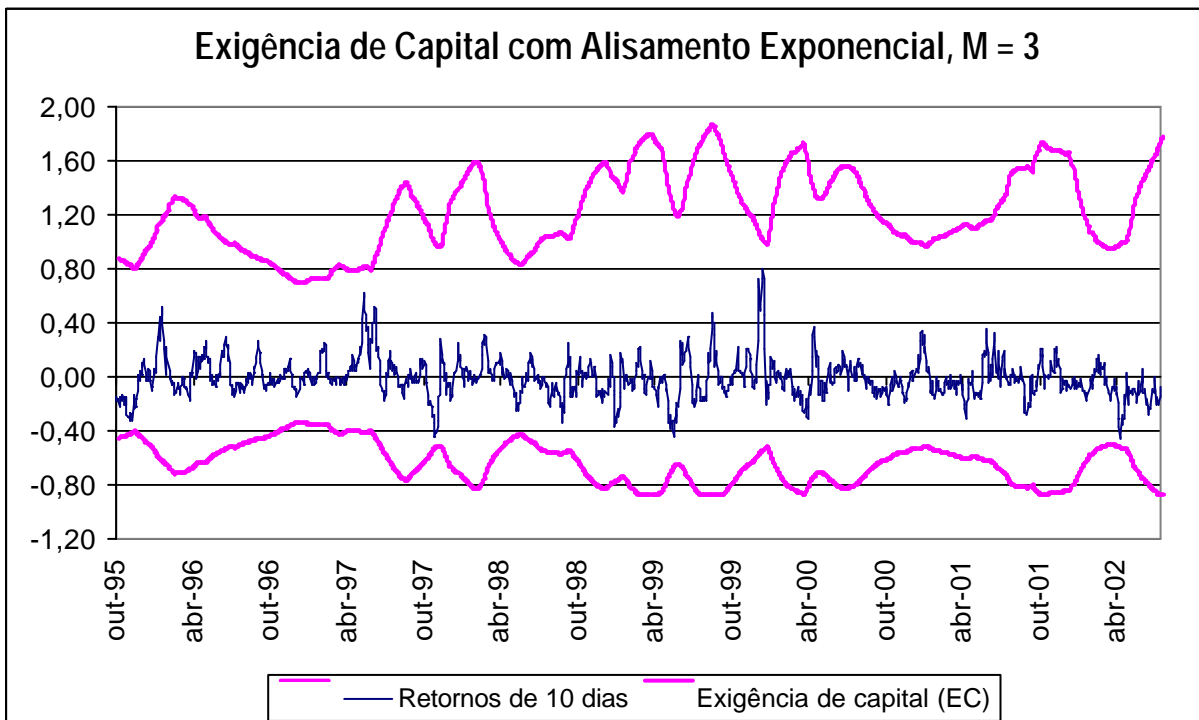
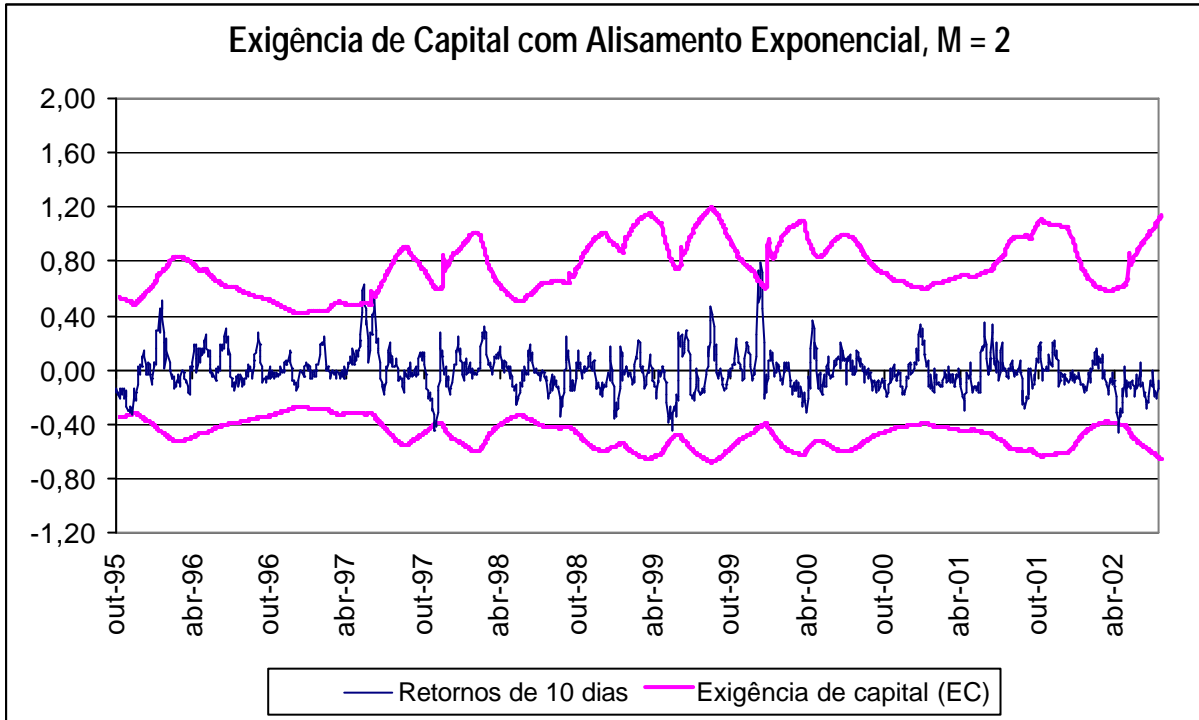
# Eletrobrás



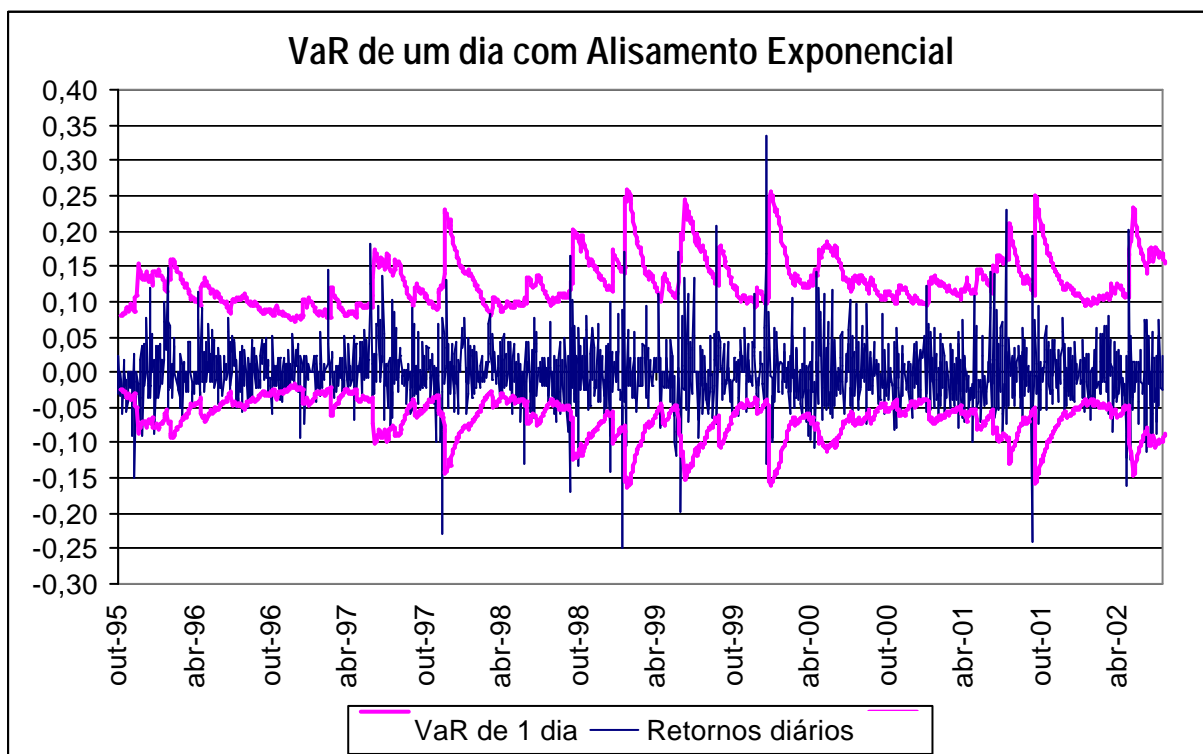
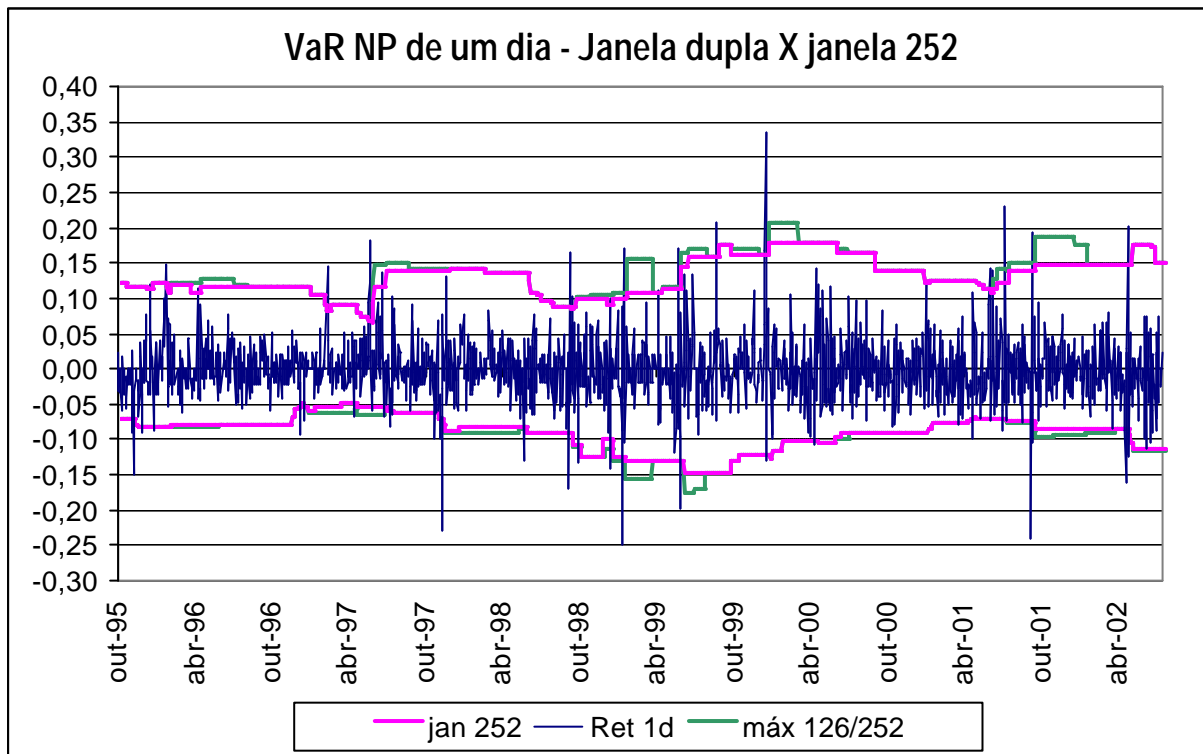
# Inepar



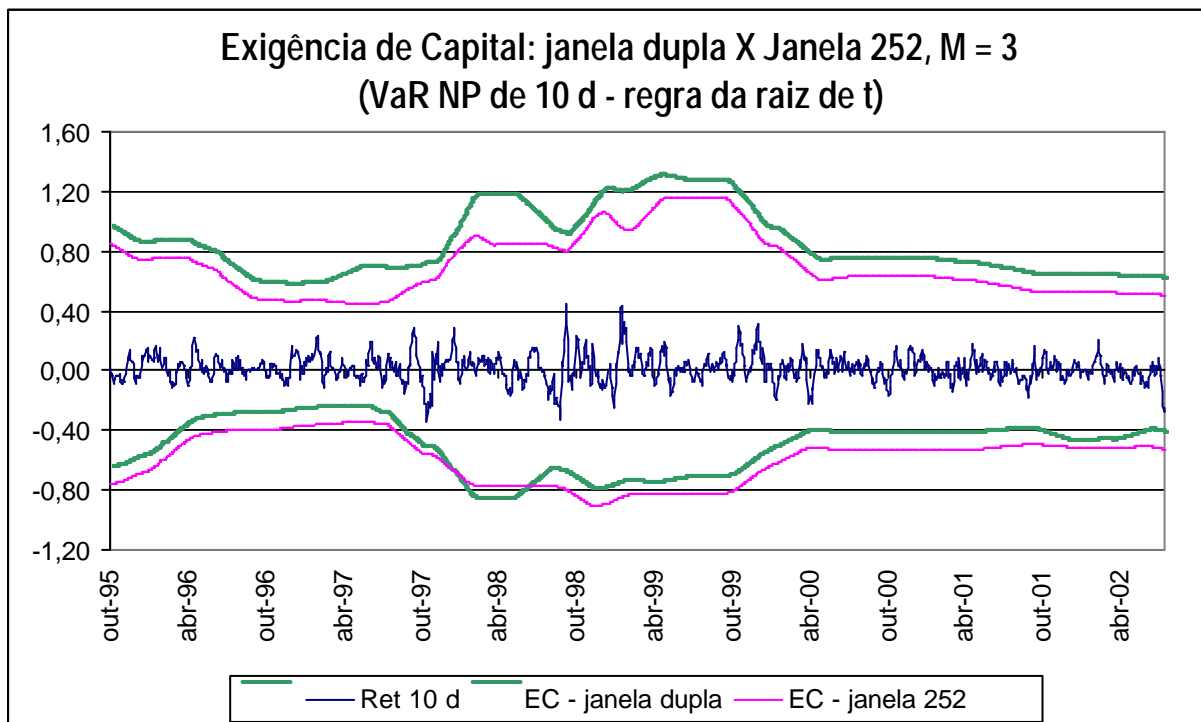
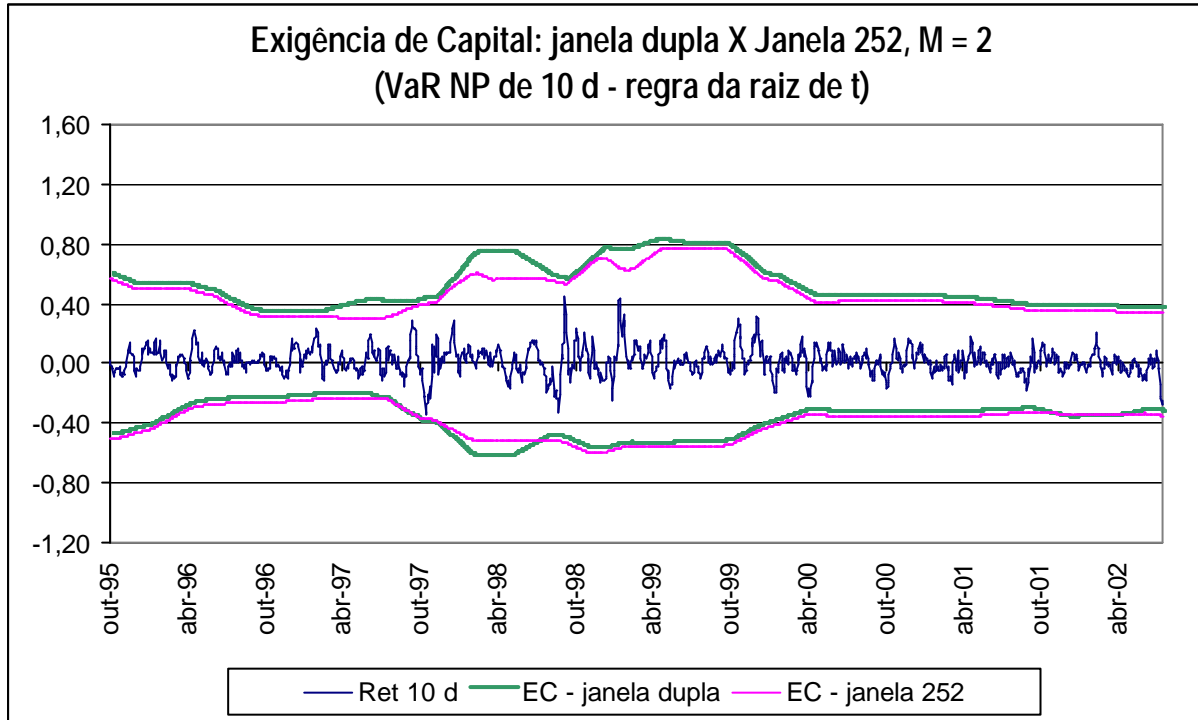
# Inepar



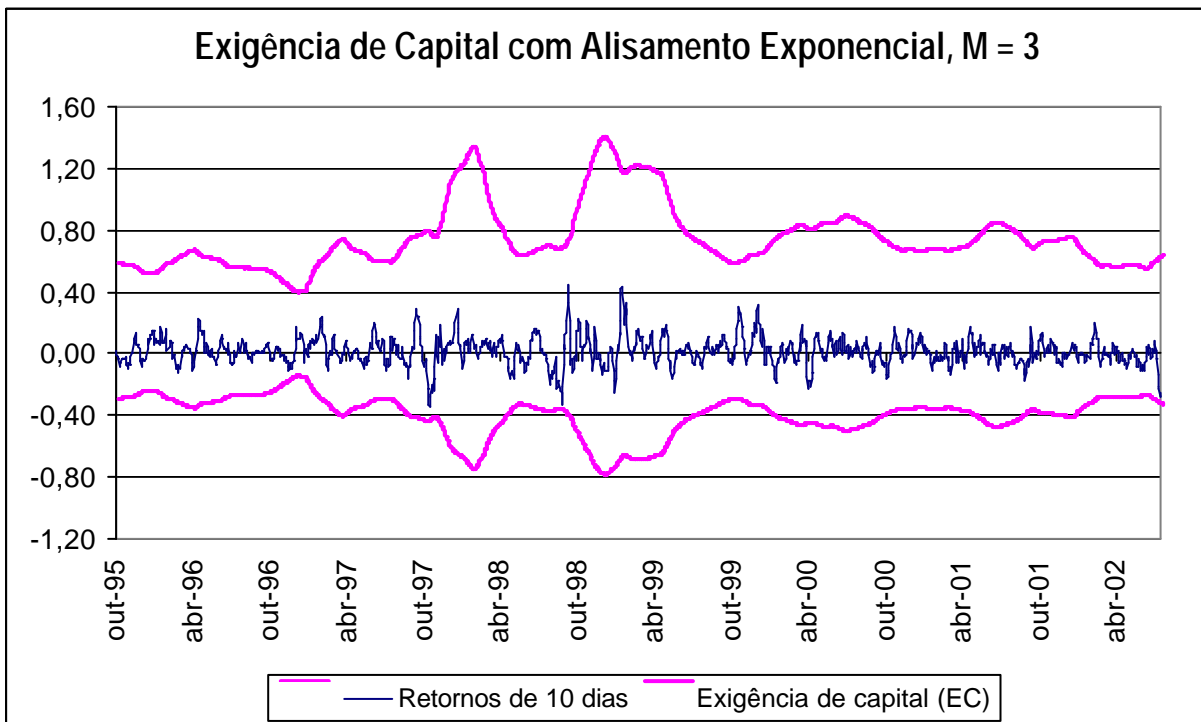
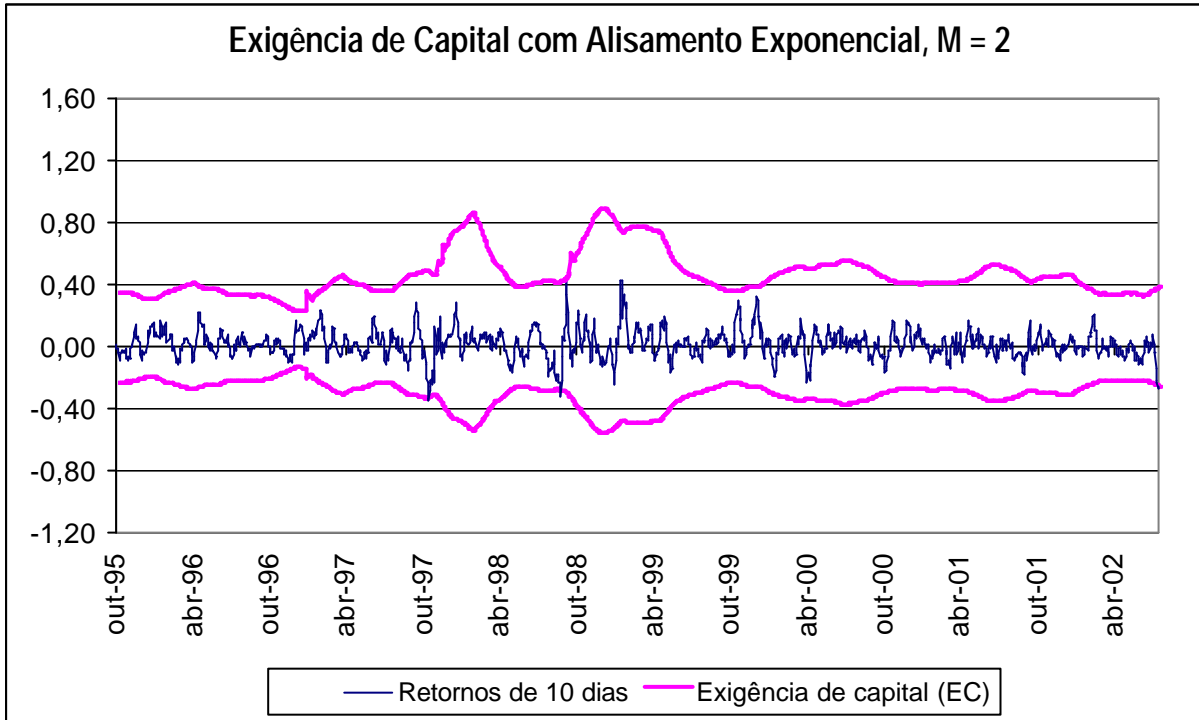
# Inepar



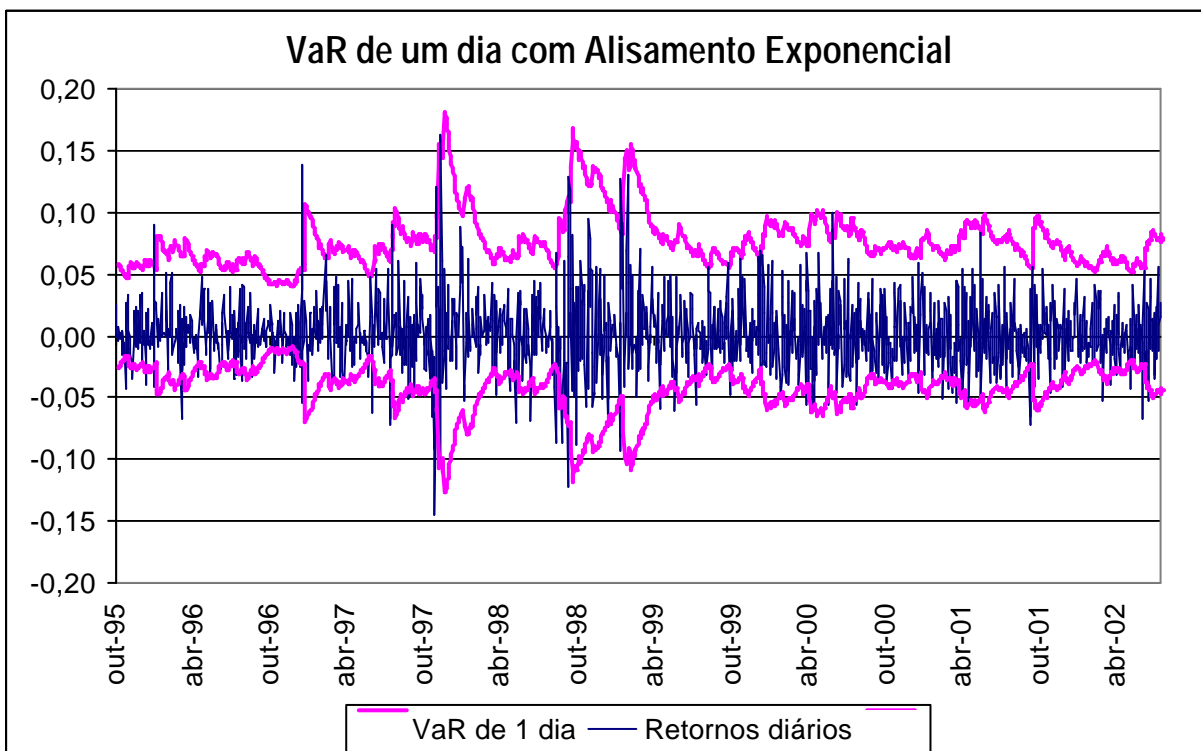
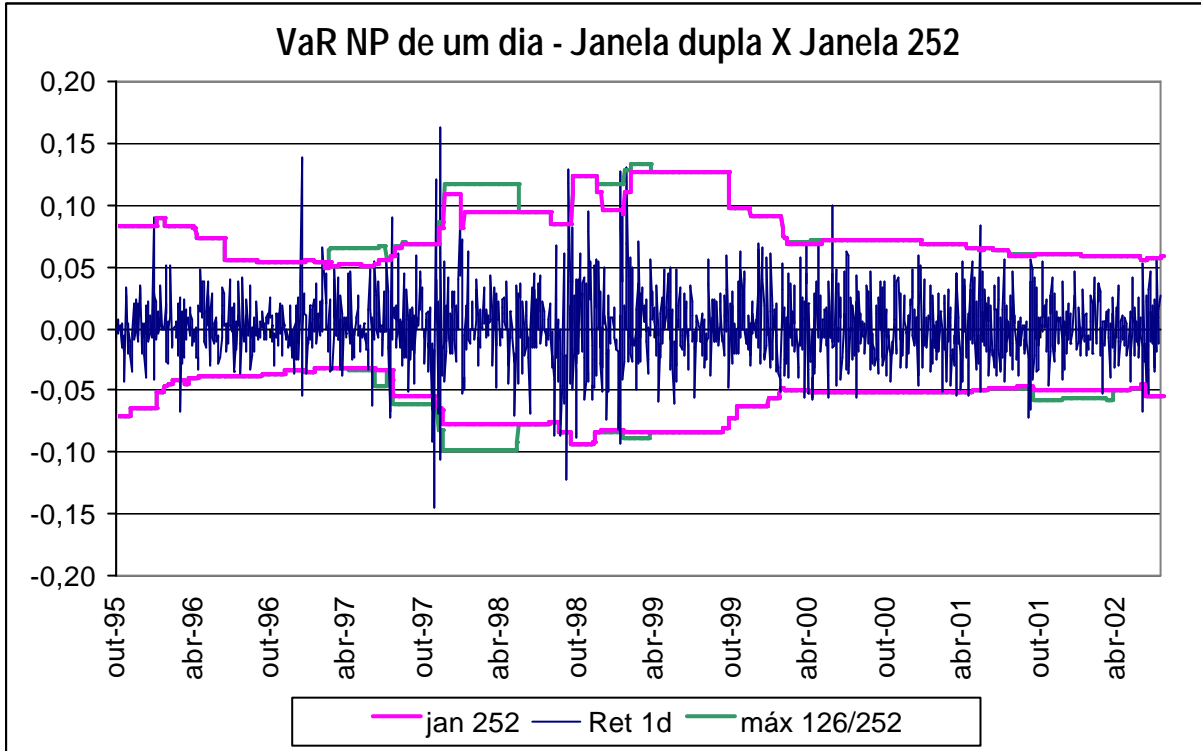
# Itaú



# Itaú

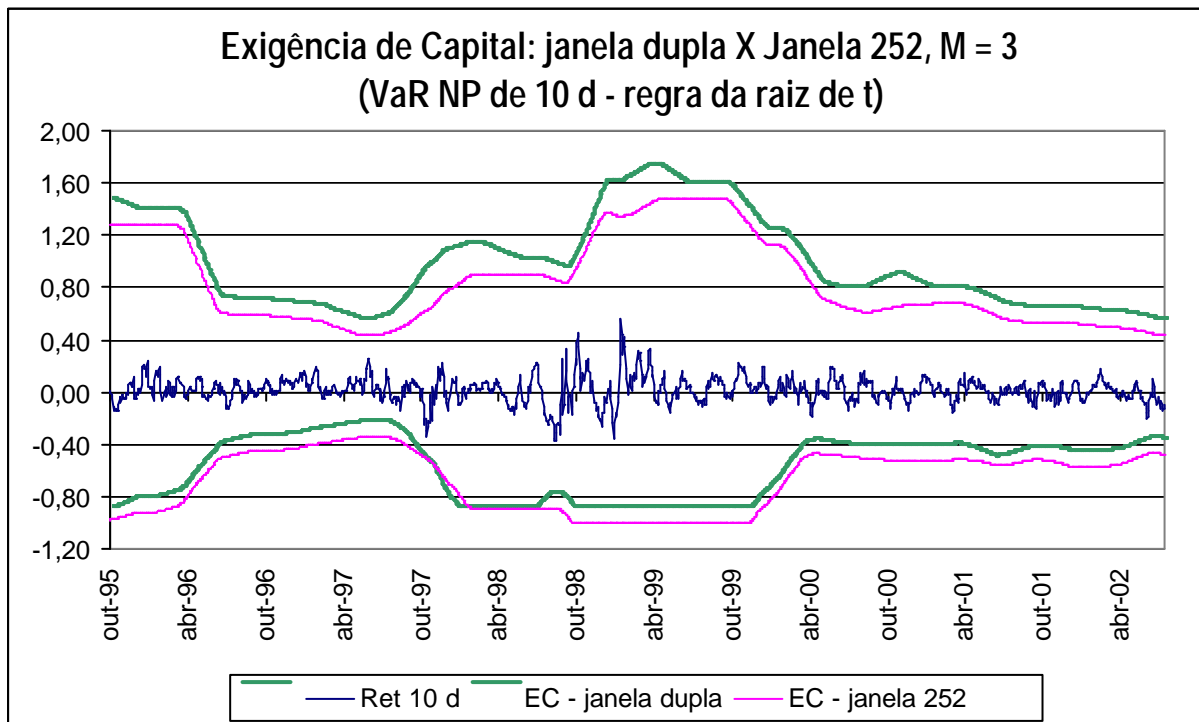
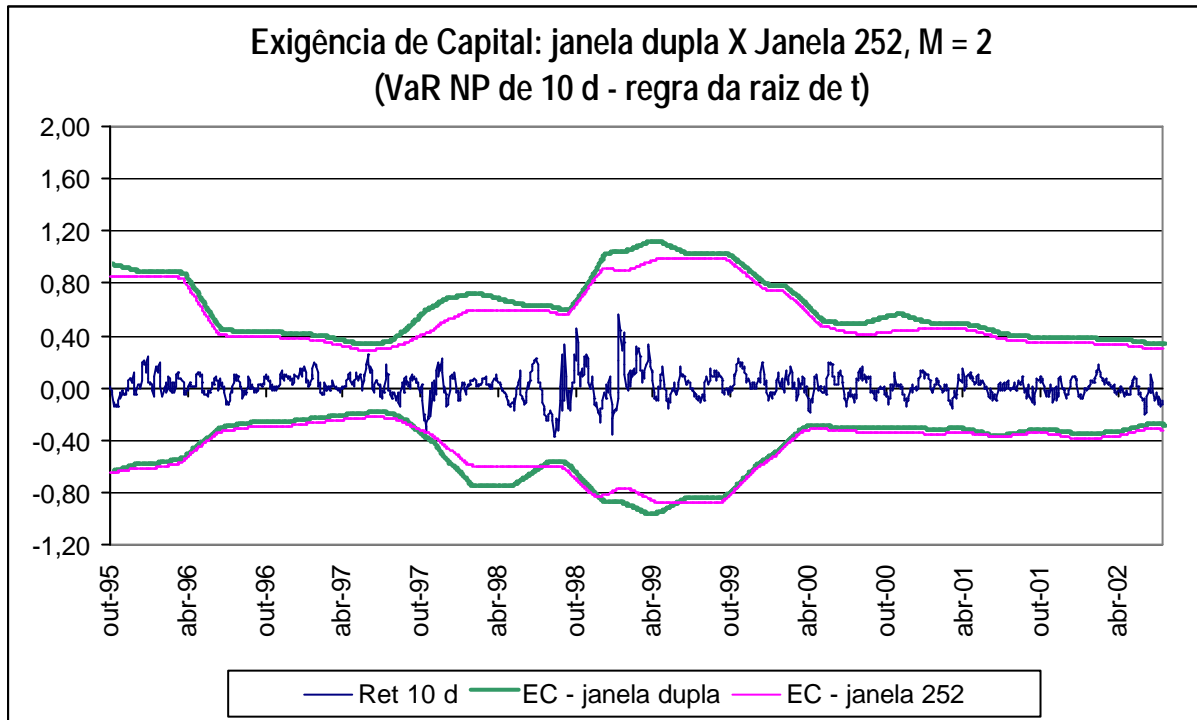


# Itaú

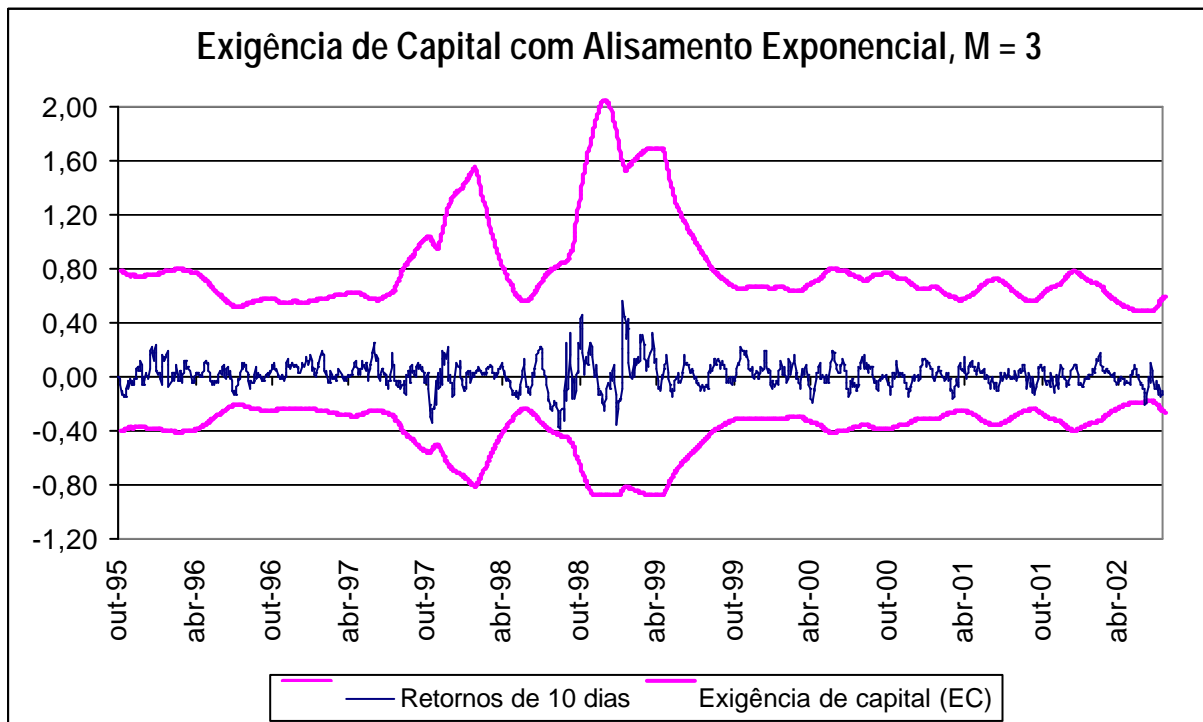
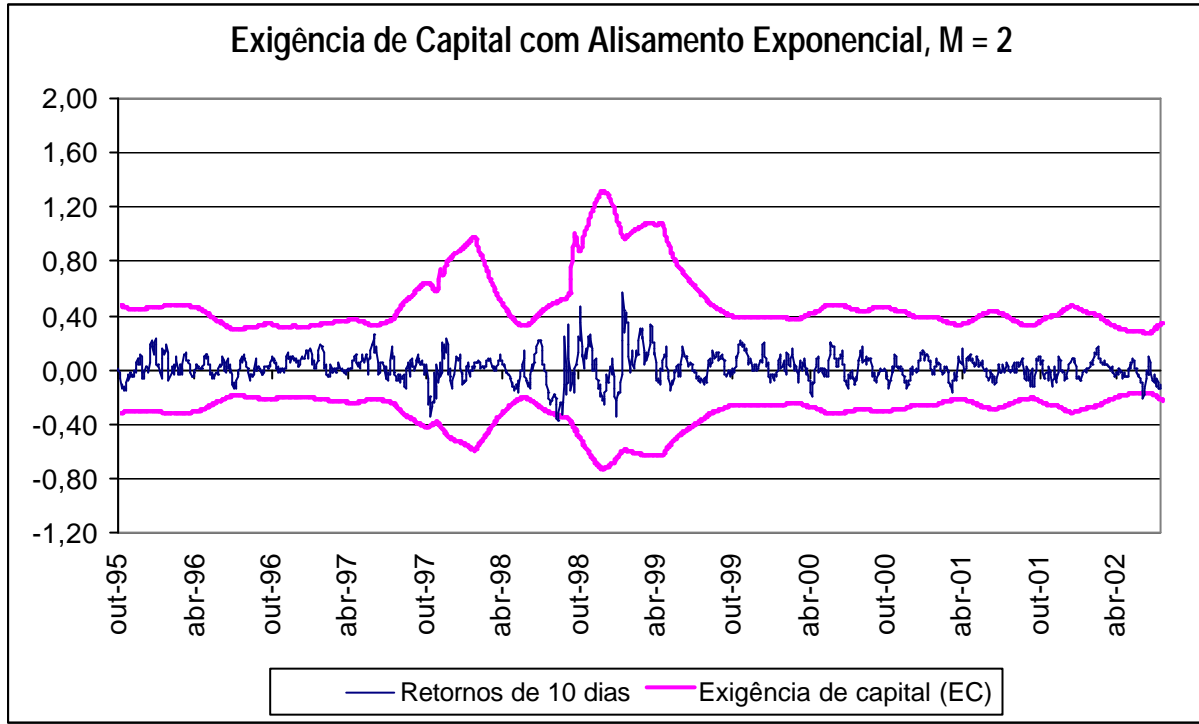




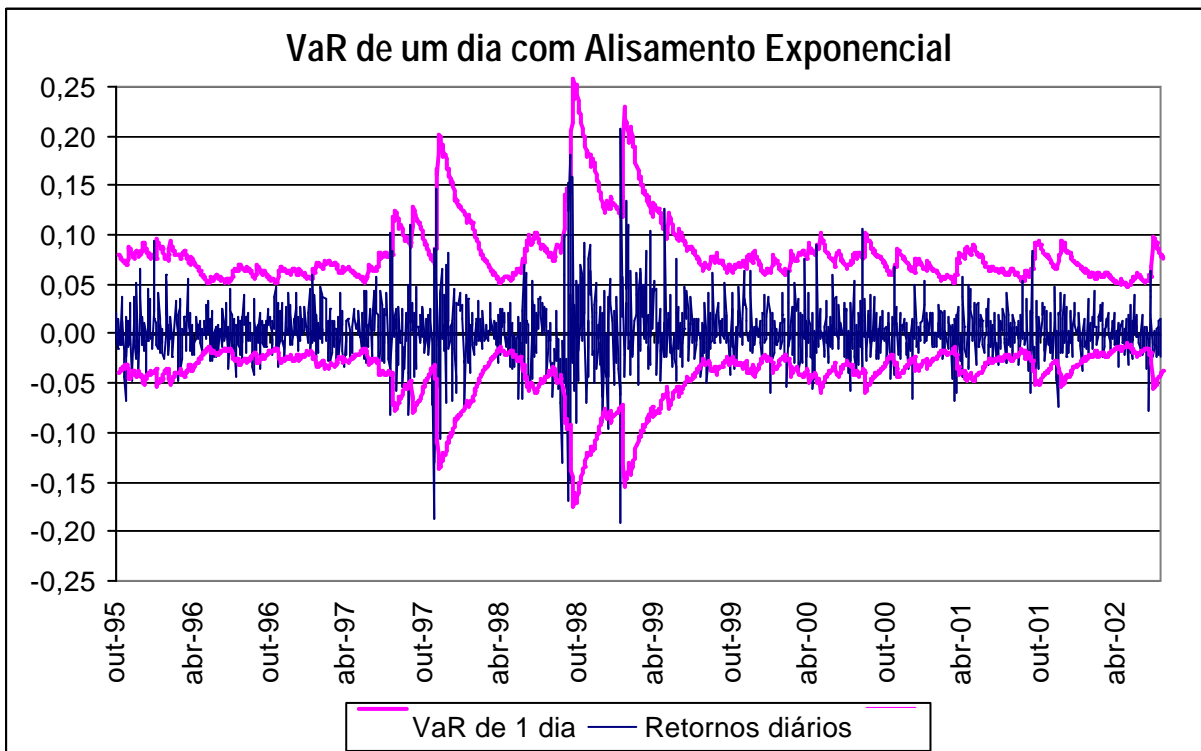
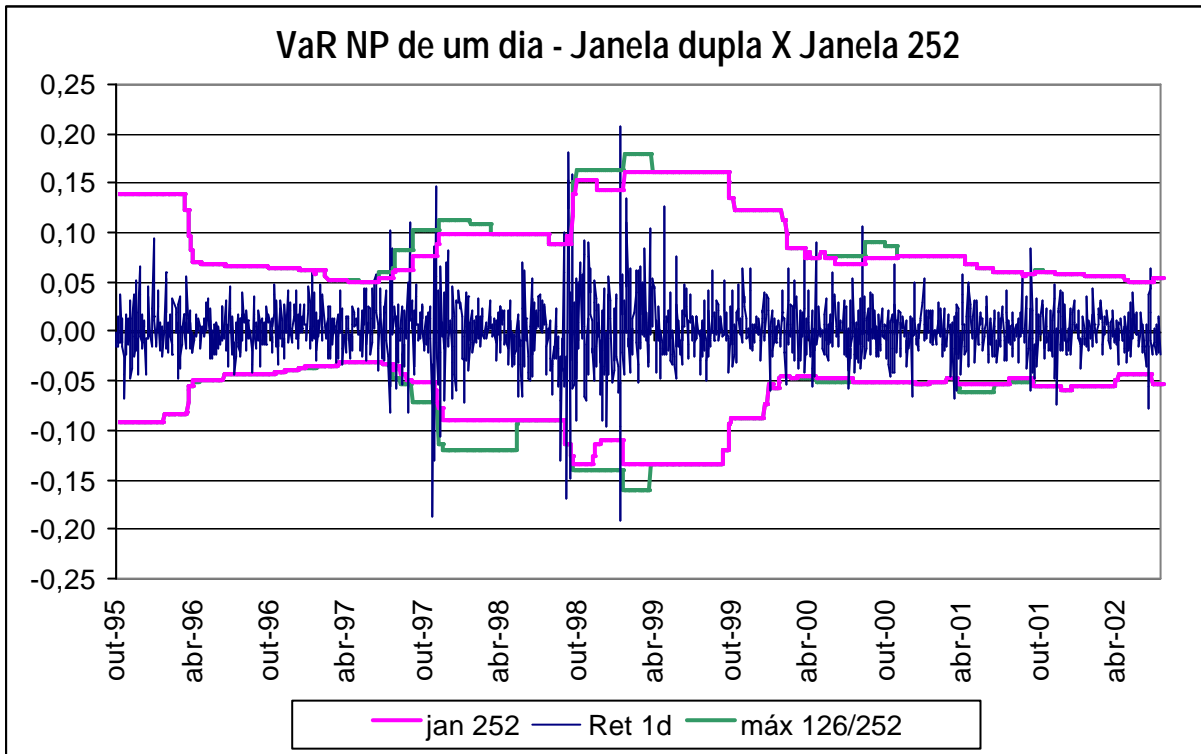
# Petrobrás



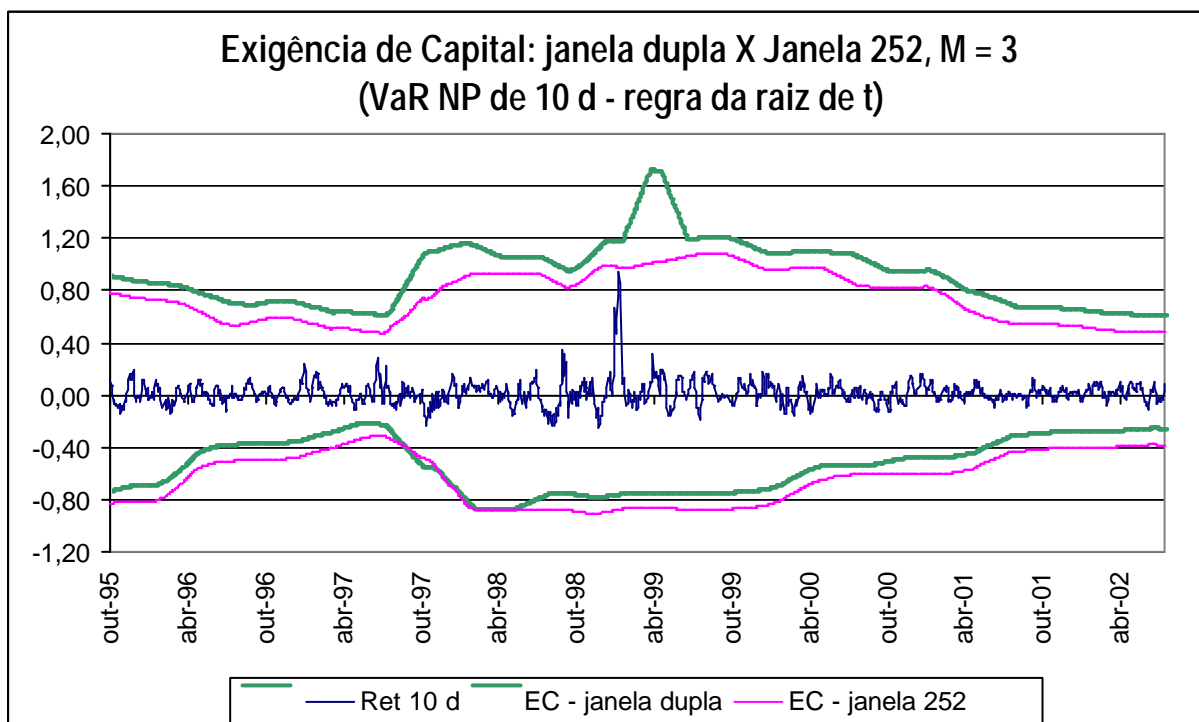
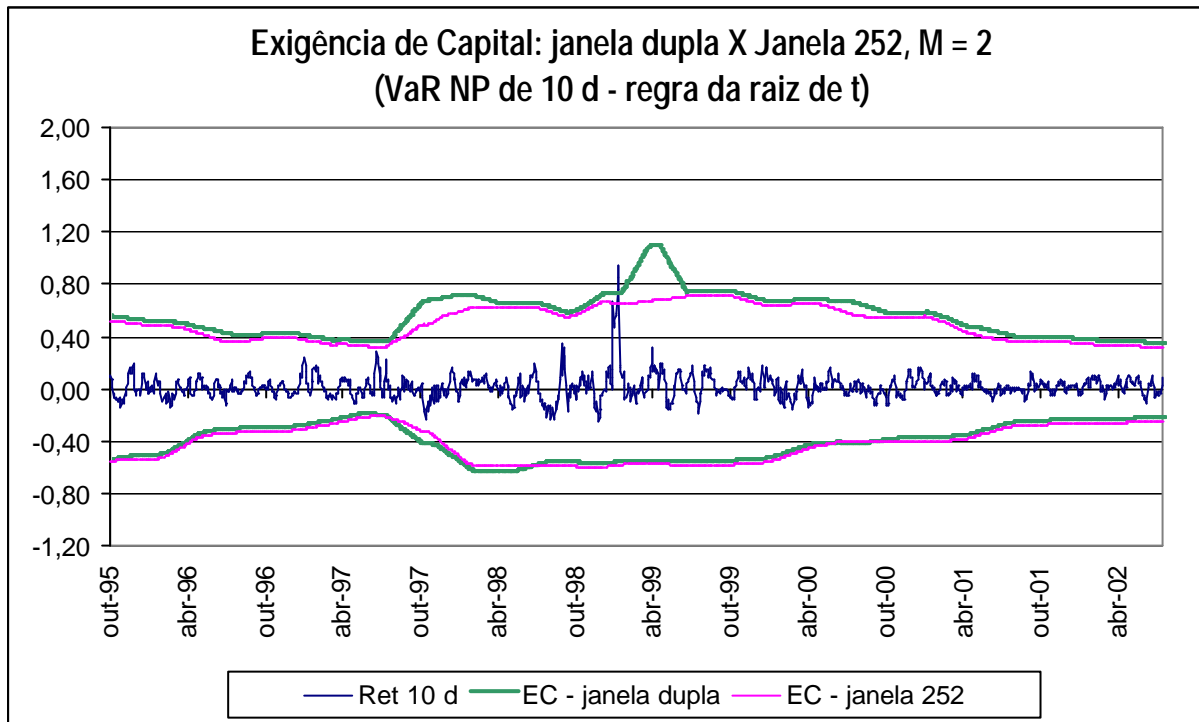
# Petrobrás



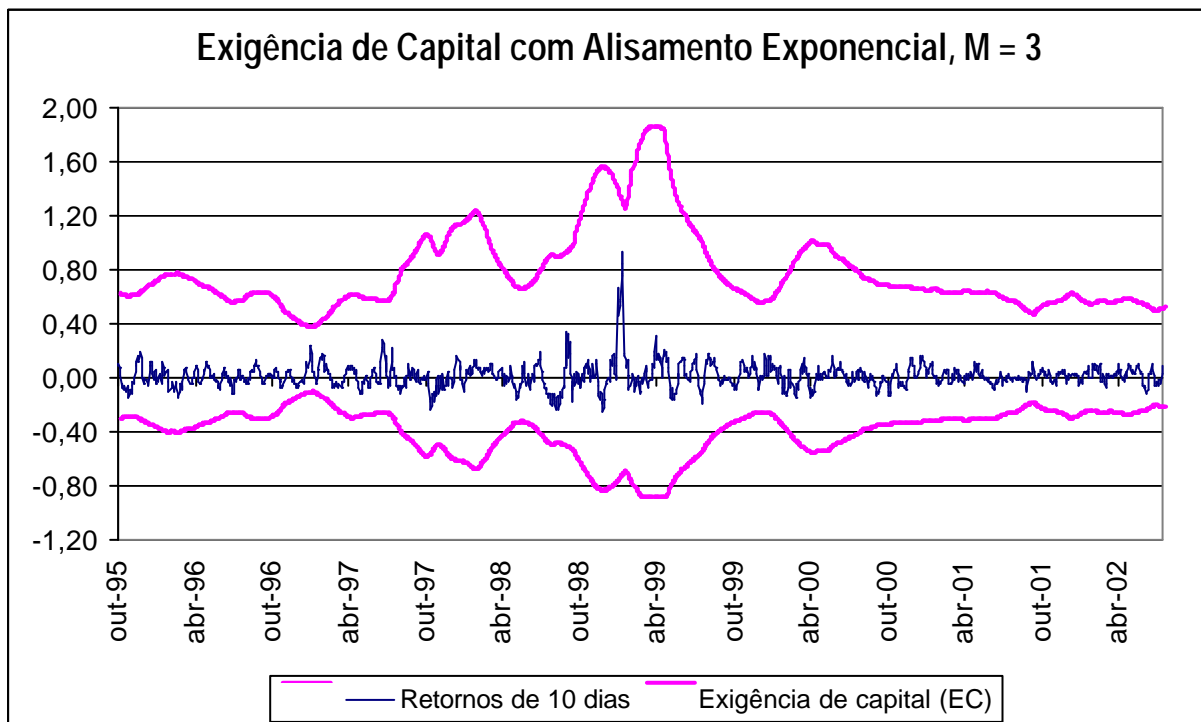
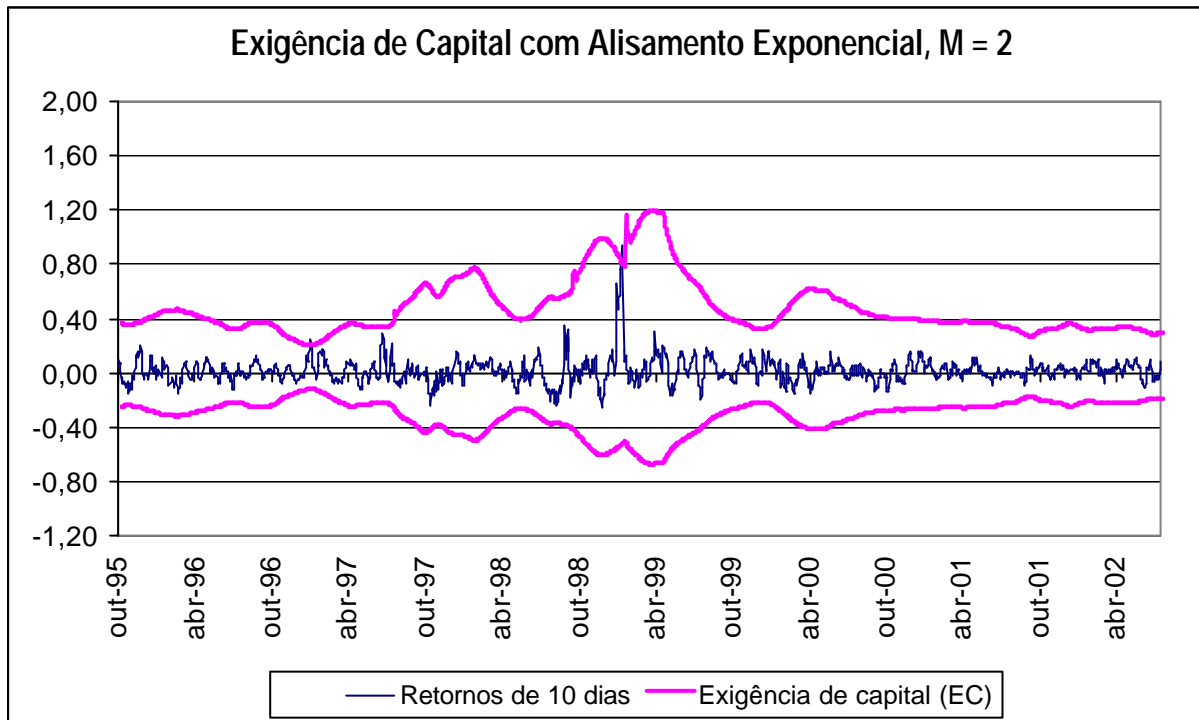
# Petrobrás



# Vale do Rio Doce



# Vale do Rio Doce



# Vale do Rio Doce

