

## 4

### Não-Estacionariedade nos Hedge Funds Brasileiros

De acordo com Petersen (2007) (35) um *hedge fund* pode ser definido como um fundo de investimento cujo objetivo é obter a maior rentabilidade possível utilizando-se de todas as possibilidades de investimento ao alcance do gestor, ou seja, recorrem-se aos mais variados instrumentos e técnicas de mercado com o objetivo de reduzir a volatilidade (risco) do investimento e, simultaneamente, obter uma rentabilidade elevada e independente da evolução do mercado financeiro.

Em geral considera-se que os *hedge funds* são fundos relativamente complexos e mais adequados a investidores profissionais ou com elevado patrimônio. Este termo, porém, pode levar a enganos, já que muitos *hedge funds* não necessariamente utilizam-se de estratégias totalmente *hedgeadas* e não são de modo algum livres de risco.

Esse leque de possibilidades de estratégias a serem adotadas pelos *hedge funds* tem importantes implicações na avaliação dos seus riscos e retornos esperados. De acordo com Getmansky *et al* (2003) (14) essas influências podem ser resumidas em uma fonte principal, que é a ocorrência de significativa correlação serial nos retornos desses instrumentos financeiros.

Getmansky *et al* (2003) (14) argumenta que em muitos casos, a correlação serial presente nos retornos dos *hedge funds* não é proveniente de oportunidades de lucros inexploradas, mas sim, um resultado da falta de liquidez dos ativos subjacentes ao fundo.

Esse efeito de elevada auto-correlação, em especial para defasagem 1 (como ressaltado em Scholes e Williams (1977) (39)), já foi explorado na literatura de comercialização assíncrona (*nonsynchronous trading*) por que justifica a significância da auto-correlação pelo registro de preços de ativos em tempos diferentes, sendo estes tratados erroneamente como se tivessem sendo observados simultaneamente. Fundamentalmente, essa literatura baseia suas explicações no deslocamento temporal (de horas ou até dias) das cotações dos ativos pertencentes aos fundos.

Entretanto, estudos empíricos desenvolvidos por Lo e MacKinlay (1989)

(28) e (1991) (29), e Kadlec e Patterson (1999) (22), envolvendo retornos semanais de um portfolio formado por ações americanas, mostraram que a comercialização assíncrona de ativos não pode explicar toda a correlação serial existente.

Especialmente no contexto dos *hedge funds*, Getmansky *et al* (2003) (14) argumenta que a correlação serial é resultado da falta de liquidez, e a comercialização assíncrona pode de fato ser um dos sintomas ou subproduto da falta de liquidez, mas não é o único aspecto que causa a elevada correlação serial dos *hedge funds*. Mesmo com as cotações acontecendo simultaneamente, ainda pode existir alta correlação serial, por exemplo, se os ativos não forem de fato comercializados. Getmansky *et al* (2003) (14) então considera nas suas modelagens econométricas quatro principais fontes de correlação serial: a ineficiência do mercado, o valor esperado dos retornos variando no tempo, alavancagem variando no tempo e taxas de incentivo com *water marks*; em resumo, todas as causas consideradas estariam relacionadas à média dos retornos.

Contudo, em Mikosch e Starica (2004) (32) encontramos evidências sobre a influência de mudanças no segundo momento incondicional de séries financeiras, sobre o comportamento da função de auto-correlação serial (ACF). Mikosch e Starica (2004) (32) argumenta ainda que os efeitos de memória longa podem ser um artefato de mudanças estruturais nos dados. As consequências de mudança de regime na estimação da ACF é, neste estudo, teoricamente explicada e empiricamente documentada utilizando séries temporais financeiras.

Objetivando ampliar as possibilidades de explicação da significativa auto-correlação apresentada pelos *hedge funds*, e principalmente motivada pelas características estocásticas apresentadas pelas séries de retornos dos *hedge funds* considerados nesse estudo (figuras 5.1 até 5.11), trabalharemos aqui com a hipótese de mudanças de regime na volatilidade influenciar a forma da função de auto-correlação desses fundos.

Desta forma, inicialmente na seção 4.1 e 4.2 discorreremos brevemente sobre o surgimento e as principais diferenças desses instrumentos no Brasil, frente ao original Norte-Americano. Na seção 4.3 analisamos os *hedge funds* sob um aspecto exploratório e investigamos possíveis não-estacionariedades e memória longa desses instrumentos financeiros. Na seção 4.5 aplicamos aos *hedge funds* não-estacionários, a metodologia apresentada no capítulo 2 na tentativa de identificar/delimitar os diferentes regimes apresentados, além de localizar essas rupturas no cenário econômico.

#### 4.1

##### Revisitando a História

Ainda que a criação do primeiro *hedge fund* seja creditada à Alfred Winslow Jones, pesquisadores recentemente descobriram indícios mais antigos envolvendo atividades desses instrumentos financeiros. De acordo com Lhabitant (2006) (26), a fonte mais antiga até agora identificada é o livro “Scientific Forecasting” publicado em 1931, Nova Iorque. Nele o autor Karl Karsten resumiu os princípios-chave para execução de um *hedge fund*.

Karl Karsten era essencialmente um pesquisador interessado em estatística, não em finanças. Quando Karsten voltou sua atenção ao mercado acionário, ele o percebeu como um campo interessante para testar suas teorias estatísticas.

Em dezembro de 1930, Karsten criou um pequeno fundo que utilizava a previsão de seis dos seus “barômetros” (previsões das condições futuras do mercado). O fundo era sem fins lucrativos, e o dinheiro investido era proveniente de Karsten e seus colegas, mas os resultados foram de fato extraordinários: 78% em aproximadamente 6 meses. Adicionalmente o fundo tinha apresentado algumas características muito interessantes, como não ter apresentado grandes perdas, mas ter períodos de várias semanas em que não teve movimentos substanciais; outras vezes, ele conseguia grandes ganhos, realizados permanentemente; além dos períodos desses movimentos pareceram estar completamente independentes da direção do mercado de ações.

Alfred Winslow Jones foi o primeiro a criar um *hedge fund* com fins lucrativos. O envolvimento de Jones em finanças começou em 1949, quando começou a revisar as práticas da indústria de gerenciamento de ativos e escreveu um artigo sobre técnicas de análise do mercado, tendências em investimentos e previsões do mercado (Jones (1949) (21)). Convencido que era capaz de implementar um modelo de investimento melhor do que os disponíveis, ele levantou \$ 100,000 (incluindo 40,000 de seu próprio capital) e lançou um fundo de ações chamado A. W. Jones & Co. O fundo foi originalmente estruturado como uma parceria para evitar a regulação restritiva da Comissão de Valores Mobiliários e Câmbio (SEC) e permitir uma maior flexibilidade na construção do portfólio. Foi então que nasceu o primeiro *hedge fund*.

O modelo de investimento de Alfred Jones era baseado em duas suposições. A primeira era que ele acreditava que tinha uma habilidade superior de selecionar ações ; a segunda era que ele acreditava que não tinha habilidade relacionada ao *timing* das operações, ou seja, que era incapaz de pr-

ever as direções do mercado. Portanto sua estratégia consistia em combinar posições compradas em ativos sub-precificados e posições vendidas em ativos super-precificados. Isso permitiu que ele obtivesse um pequeno lucro líquido em todos os setores do mercado, capitalizando em sua seleção de ações as “habilidades” enquanto reduzia simultaneamente o risco global via menor exposição líquida ao mercado. Para ampliar os retornos do portfólio, Jones adicionou alavancagem utilizando os proventos das suas vendas para financiar mais posições compradas.

Para atrair investidores, Jones também decidiu cobrar taxa de performance ligada ao desempenho (20% dos lucros realizados), isentando a cobrança da taxa de gestão do fundo. No primeiro ano, os parceiros de Jones obtiveram um lucro de 17.3%. Algumas das ferramentas desenvolvidas por Jones para construir seu portfólio foram de fato inovadoras. Por exemplo, anos antes no nascimento oficial da teoria do portfólio moderno, Jones estava usando o que ele chamava de “velocidade”, uma medida da velocidade na qual o preço de uma ação pode mudar em relação às mudanças no mercado. Embora informalmente definida, a “velocidade” era o antecessor do beta. Jones também calculava regularmente a exposição do seu capital ao mercado, usando suas posições compradas, líquidas das posições vendidas, dividida pelo seu capital (método ainda hoje altamente valorizado pela sua relevância intuitiva).

De 1950 até 1960 o modelo de investimento de Jones performou notavelmente bem chegando a bater o índice de mercado por vários anos.

Jones operou sob sigilo, com poucas modificações do seu modelo inicial, se tornando mais conhecido em 1966, depois que uma matéria jornalística publicada por Carol J. Loomis, que detalhou como sua estratégia “pós-taxas” bateu recordes e superou os fundos mútuos mais bem sucedidos. Carol J. Loomis foi a primeira pessoa a usar o termo “*hedge fund*” em um artigo em que ela discutia a estrutura e estratégia de investimento utilizada por Jones.

Não surpreendentemente, dado os resultados alcançados por Jones (670% de 1955 até 1965), o interesse nos *hedge funds* e seu modelo de investimentos subiram, e a partir daí investidores e profissionais do mercado criaram centenas de novos *hedge funds*.

## 4.2

### **A Indústria nos EUA e no Brasil**

Ao passo que nos EUA os *hedge funds* são em geral entendidos, desde o fundo de Jones, como instrumentos que buscam prêmio semelhante aos existentes no mercado acionário, com menor exposição ao risco; de acordo com

Branco e Franco (2004) (11) no Brasil esses instrumentos nasceram como uma proposta da renda fixa, com maiores riscos e perspectivas de retorno. Enquanto lá costuma-se confrontar retorno e volatilidade com os proporcionados pelas ações, aqui os resultados são tipicamente comparados com a rentabilidade dos juros.

O crescimento da indústria norte-americana se acelerou a partir dos anos 80, passando a uma média de 20% ao ano, e em 2000 havia aproximadamente seis mil *hedge funds* com patrimônio de US\$ 500 bilhões, de acordo com Lochoff (2002) (31). No Brasil, essa classe de ativos se consolidou nos últimos anos, e o número de fundos em geral se multiplicou, em boa parte, devido a duas terceirizações que viabilizaram as boutiques de investimento: a da distribuição, que permite aos gestores captar recursos sem a montagem de uma extensa equipe de vendas, e a da administração, que os dispensa das atividades burocráticas e administrativas.

A quantificação dos *hedge funds* brasileiros não é tão trivial, dado que diferentemente do mercado americano, não temos distinção formal consensual, acerca da delimitação exata dos *hedge funds* no Brasil, e conseqüentemente não possuímos uma classe distinta que abrigue esses fundos. Contudo, podemos dizer que até outubro de 2009 existiam aproximadamente 4,326 fundos multi-mercado com renda variável com alavancagem<sup>1</sup>, totalizando um patrimônio líquido de aproximadamente R\$ 320.14 bilhões, de acordo com AMBIMA (2009) (1). Des acordo com Branco e Franco (2004) (11), destes fundos apenas uma pequena fração são considerados pelo mercado como *hedge funds*.

Há diferenças marcantes ainda entre as duas indústrias no que diz respeito a estrutura administrativa. Nos EUA, os fundos são estabelecidos como sociedades limitadas, pouco reguladas e isentas dos controles do *Company Act* de 1940 (restrições a alavancagem, venda a descoberto, concentração de risco, etc.), que se aplicam aos fundos mútuos. Por outro lado, sofrem limitações na oferta ao público: como número máximo de quotistas, “investidores qualificados”, etc. Em geral, são abertas também versões *off-shore*: corporações registradas em paraísos fiscais, com menor tributação para não-residentes (Branco e Franco (2004) cite Branco).

A literatura trata dos efeitos da baixa regulamentação sobre os *hedge funds* norte-americanos. A isenção da obrigação de reportarem informações detalhadas à SEC (*Securities and Exchange Commission*), ou de serem audi-

<sup>1</sup>A classificação “Multimercado com RV com Alavancagem” foi denominada aqui como uma união de 8 das 10 categorias consideradas pela ANBID (atual ANBIMA), como multimercado, sendo elas: Long and Short - Neutro, Long and Short - Direcional, Multimercados Macro, Multimercados Multiestratégias, Multimercados Multigestor, Multimercados Juros e Moedas e Multimercados Estratégia Específica.

tados, em geral trazem preocupações quanto à transparência. Parte dos fundos escolhe ser auditada para sinalizar profissionalismo e boa governança; mesmo assim, em geral a auditoria é bastante limitada: 40% de uma amostra ampla não é adequadamente auditada, de acordo com Liang (2003) (27). Um impacto importante da falta de regulamentação é a ausência de padronização de precificação que, associada à baixa liquidez de muitos dos ativos detidos pelos *hedge funds*, gera dificuldades para a avaliação de performance, como comenta Asness *et al* (2001) (8).

No Brasil, não há diferenças significativas entre a estrutura legal/administrativa de um *hedge fund* e a de um fundo de renda fixa tradicional. São atualmente raros os problemas de precificação; na verdade, as questões de precificação mais delicadas no mercado brasileiro se encontram nos fundos mais conservadores, em especial os que investem em crédito privado (Branco e Franco (2004) (11)).

Outra diferença entre os *hedge funds* brasileiros e americanos reside na segregação de estratégias. Ao passo que nos EUA há alto grau de especialização e uma categorização relativamente estanque (*convertible arbitrage, dedicated short bias, emerging markets, equity market neutral, event driven, fixed income arbitrage, global macro, long/short equity, managed futures* e *multi strategy*) disponibilizada pelo Credit Suisse (2009) (43), no Brasil existe pouca segregação (nenhuma que abarque especificamente os *hedge funds*), mesmo nos multimercados, e em geral as estratégias utilizadas variam de acordo com alterações na equipe e o momento de mercado (Branco e Franco (2004) (11)).

Contudo, com o aumento da demanda por produtos com estratégias distintas, em 2008 a ANDIMA<sup>2</sup> (Associação Nacional das Instituições do Mercado Financeiro), uma entidade civil brasileira, sem fins lucrativos, que atua no fortalecimento do mercado financeiro, lançou o IHFA (Índice de Hedge Funds ANDIMA), como norteador para o comportamento do segmento de *Hedge Funds*.

A carteira do IHFA é reflexo da evolução de uma aplicação hipotética em cotas de uma cesta de fundos classificados pela CVM (Comissão dos Valores Mobiliários) como multimercados (Instrução n 409, 2004), que seguem critérios como patrimônio e volatilidade mínima (ANDIMA (3)), com rebalanceamento trimestral, objetivando, não classificar, mas sim representar de forma geral a indústria de *hedge funds* no Brasil.

<sup>2</sup>Em outubro de 2009 a ANDIMA se uniu à ANBID, originando a ANBIMA (Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais), maior entidade do mercado de capitais brasileiro.

### 4.3

#### Os Hedge Funds Brasileiros

Como forma de acessar alguns *hedge funds* brasileiros, tomamos como base o IHFA e analisaremos inicialmente os log-retornos diários de 106 fundos<sup>3</sup> constantes no índice (até o segundo trimestre de 2009), como ponto de partida para investigar o comportamento estocástico dos *hedge funds* brasileiros.

Inicialmente faremos uma análise exploratória contemplando todos os fundos constantes no índice, analisando as principais características das séries de retornos, e posteriormente estudaremos possíveis as fontes da autocorrelação serial, como a não-estacionariedade e memória longa das séries, através de testes estatísticos já consagrados na literatura.

A partir desse estudo preliminar, avançaremos no sentido de identificar os *hedge funds* globalmente não-estacionários, e aplicaremos toda metodologia apresentada no capítulo 2, objetivando identificar os períodos estacionários, e verificar se existe alguma correlação com eventos do cenário econômico.

#### 4.3.1

##### Análise Exploratória

O tamanho das séries variam de acordo com sua data de lançamento, terminando todas no dia 20 de julho de 2009.

Na Figura 5.1 até 5.11 (Anexo), temos a evolução temporal dos retornos diários dos fundos<sup>4</sup>, sendo possível constatar imediatamente uma sensível mudança no comportamento da volatilidade incondicional em algumas séries. Os fundos que expressam essa característica de forma mais dramática são os GAP ABSOLUTO FI MM, REAL FIC FI MM SKY HEDGE, BBM HIGH YIELD 1 FI MM, MERCATTO DIFERENCIAL INST MM FI LP e o QUEST LS 30 FI MM, nos quais podemos verificar uma amplitude diária dos níveis de retornos significativamente diferente ao longo das séries.

Nas tabelas 5.1 até 5.5 (Anexo) apresentamos as principais estatísticas descritivas dos retornos diários dos fundos pertencentes ao IHFA.

Em média o retorno financeiro diário gerado pelos fundos em análise foi de aproximadamente 0.07%, enquanto o menor foi cerca de -2.30% e o maior 2.26%. Com exceção do fundo KADIMA 30 FIC FI MM, rejeitamos a hipótese

<sup>3</sup>O índice continha nesta data 107 fundos, porém o fundo FI MM CRÉDITO PRIVADO VITÓRIA SALUS de CNPJ 07325028000148 foi retirado da amostra por apresentar valores de cota zerados no período de 15/10/2007 até 24/10/2007.

<sup>4</sup>Algumas abreviações foram feitas nos nomes dos fundos. Desta forma o termo MM significa “Multimercado”, FIC FI é utilizado para denotar “Fundos de Investimento em Cotas de Fundos de Investimento”, LP é utilizado para abreviar “Longo Prazo”, LS significa “Long-Short” e INST é utilizado para “Institucional”.

nula de normalidade em todos os fundos. A volatilidade dos fundos apresenta valores muito discrepantes no decorrer da amostra: com um valor médio de 0.31%, o desvio-padrão dos fundos varia de um mínimo de 0.04% nos fundos BBM INST FI e BRZ CRÉDITO PRIVADO FI MM, até um máximo de 0.82% no fundo CSHG I FIC FI MM.

Nas tabelas 5.6 até 5.8 (Anexo) apresentamos os valores das estatísticas de teste<sup>5</sup> de estacionariedade KPSS<sup>6</sup> e memória longa (R/S Modificado)<sup>7</sup> (Kwiatkowski *et al* (1992) (24)) aplicados aos retornos diários. Quando analisada a estacionariedade na média dos retornos, verificamos que ao nível de significância de 1%, cerca de 42.45% dos fundos rejeitam a hipótese nula de estacionariedade.

Quanto à memória longa, em 40.56% dos fundos rejeitamos a hipótese nula de não ter memória longa nos retornos. No total em 31.13% rejeitamos tanto a hipótese nula de estacionariedade como de não ter memória longa.

Apesar desse quantitativo dos retornos, baseado na estatística de teste R/S modificada, visualmente, de acordo com os ACFs disponibilizados nas figuras 5.12 até 5.22 do Anexo, apenas 51.16% dos fundos nos quais a estatística rejeitou a hipótese nula de não ter memória longa, apresentam indícios de memória longa, isto é apenas 20.75% dos fundos apresentam visualmente sinais que apontam para existência de memória longa.

Para verificar estacionariedade na variância, calculamos as mesmas estatísticas para o log do valor absoluto dos retornos. Nas tabelas 5.9 até 5.11 (Anexo) apresentamos os valores das estatísticas de teste KPSS e R/S modificada aplicadas ao log do valor absoluto dos retornos. No total, em 63.20% dos fundos rejeitamos a hipótese de estacionariedade na variância, enquanto em 73.58% rejeitamos a hipótese de não ter memória longa.

Da mesma forma, de acordo com as figuras 5.23 até 5.33 (Anexo), 80.52% dos fundos nos quais a estatística rejeitou a hipótese nula de não ter memória longa, apresentam indícios de memória longa, cerca de 58.49% de todos os fundos pertencentes ao IHFA apresentam sinalizam visualmente para existência de memória longa na série de log do valor absoluto dos retornos, *proxy* utilizada para volatilidade.

É interessante verificar que em 29.24% dos fundos temos indícios de não-estacionariedade na média e na variância.

<sup>5</sup>\* Significante à 1%. \*\* Significante à 5%.

<sup>6</sup>A hipótese nula do teste é que a série é estacionária.

<sup>7</sup>A hipótese nula do teste é que a série não apresenta memória longa.

#### 4.4

#### Os Hedge Funds Brasileiros Não Estacionários

Consideramos como não-estacionários os *hedge funds* que ou em média ou em volatilidade rejeitaram a hipótese de estacionariedade pelo teste KPSS ao nível de significância de 1%. No total, dos 106 fundos considerados e pertencentes ao IHFA, 81 fundos (76.31%) apresentam algum tipo de não-estacionariedade, seja na média ou na variância.

Contudo, para viabilizar a aplicação da metodologia apresentada no capítulo 2, verificamos a finitude do quarto momento dos fundos selecionados. Quando avaliamos as séries de retornos dos fundos até então mantidos na amostra, apenas 22% (10 de 45) apresentaram o quarto momento finito. Entretanto quando analisamos as séries da variância (log do valor absoluto dos retornos) dos fundos, percebemos que todos os fundos que demonstraram não-estacionariedade na variância, possuem o quarto momento finito.

Desta forma, mantivemos na amostra os fundos que apresentaram indícios de não-estacionariedade e apresentaram o quarto momento finito. Nas tabelas 5.12 e 5.12 (Anexo) listamos estes fundos, nos quais iremos nos aprofundar, aplicando a metodologia apresentada para detecção ed períodos estacionários e avaliando as possíveis fontes de não-estacionariedade. Do total apenas 1 fundo apresentou não-estacionariedade somente nos retornos, 9 apresentaram não-estacionariedade nos retornos e no log do valor absoluto dos retornos, e 58 apresentaram não-estacionariedade somente no log do valor absoluto dos retornos.

#### 4.5

#### Delimitando Intervalos de Estacionariedade

A metodologia proposta por Staria e Granger (2005) (41) apresenta alguns parâmetros inerentes ao processo de estimação dos blocos estacionários, que devem ser estudados, e cujas implicações devem ser analisadas para que o método tenha sucesso. Os principais são: o tamanho da sub-amostra ( $s$ ), o tamanho mínimo dos blocos estacionários ( $p$ ) e a ordem máxima dos modelos lineares ajustados à série  $X_t$ .

O tamanho da sub-amostra ( $s$ ) é um elemento crítico para o bom desempenho do método. Ele precisa ser grande o suficiente para sustentar a distribuição assintótica da estatística de teste  $B(n, X, \mathcal{M}_{\mu, \sigma^2, f_\psi})$ , e pequeno o bastante para que as hipóteses sobre estacionariedade local tenham êxito.

Staria e Granger (2005) (41) utilizam o número aproximado de dias úteis em um ano como tamanho da sub-amostra ( $s = 250$ ) e o total (aproximado)

de dias úteis em um mês como tamanho mínimo de um bloco estacionário ( $p = 20$ ), sendo este o intervalo passível de ser estendido em cada intervalo, a cada passo.

Como trabalhamos com séries menores<sup>8</sup> que a abordada em Staria e Granger (2005) (41), a utilização de sub-amostras de tamanho 250 resultaria na possibilidade de delimitação de poucos períodos, comprometendo a hipótese de estacionariedade local. Desta forma fizemos uma análise de sensibilidade da escolha de  $s$  e  $p$  para delimitação dos períodos homogêneos, verificando suas implicações nas propriedades dos resíduos resultantes. O tamanho da amostra com melhor desempenho foi 100 ( $s = 100$ ), e o tamanho mínimo de cada bloco foi escolhido como sendo 50 ( $p = 50$ ).

Diferente do estudo original de Staria e Granger (2005) (41), onde é investigado a estrutura de dependência local dada pelos modelos AR(1), MA(1) e ARMA(1,1), sem permitir que o processo gerador possa ser modificado ao longo da série; neste estudo deixamos os parâmetros dos modelos locais ARMA, variarem de 0 a 3, possibilitando que o modelo linear também varie. A escolha do modelo de cada bloco é dada com base na significância dos parâmetros e do critério de informação Akaike (AIC).

Uma outra diferença entre este estudo e Staria e Granger (2005) (41) diz respeito às séries analisadas. Enquanto Staria e Granger (2005) (41) analisaram apenas o log do valor absoluto dos retornos do S&P 500, neste estudo, avaliamos a não-estacionariedade na média (retornos) e na variância (log do valor absoluto dos retornos) de 9 fundos, a não-estacionariedade somente em média de 1 fundo, e somente em variância de 58 fundos.

A seguir apresentamos os resultados da modelagem da não-estacionariedade dos retornos e do log do valor absoluto dos retornos.

## **4.6**

### **Retornos**

Staria e Granger (2005) (41) justificam a modelagem da não estacionariedade do log do valor absoluto dos retornos, pelas evidências empíricas que o “sinal” dos retornos não podem ser preditos. Contudo, como ilustrou os resultados das simulações do capítulo 3, a estatística sensível à mudanças na variância incondicional dos dados.

Na figura 5.34 temos os retornos das séries não-estacionárias em média (em azul) e o desvio-padrão dos períodos homogêneos estimados (em vermelho). Percebemos que a estatística se mostrou extremamente sensível às

<sup>8</sup>Staria e Granger (2005) (41) utilizam no seu estudo 72 anos do índice S&P 500, aproximadamente 18,144 retornos diários.

mínimas mudanças na volatilidade dos dados, dividindo excessivamente a série, e por isso detectando na verdade mudanças na volatilidade e não na média, como indicou o teste KPSS.

Na figura 5.35 (Anexo) temos a ACF dos resíduos dos retornos submetidos a modelagem da não-estacionariedade. Podemos notar uma clara insignificância das auto-correlações, fato que acreditamos estar relacionado à excessiva segregação das séries, e não propriamente à reais mudanças de regime.

#### **4.7**

##### **Log do Valor Absoluto dos Retornos**

Enquanto Staria e Granger (2005) (41) verificaram em seu estudo que a série do log do valor absoluto dos retornos não apresentava dependência linear local, variando de forma (estatisticamente) significativa apenas a média incondicional, no nosso estudo, as séries de log do valor absoluto dos retornos demonstram ter dependência temporal local em grande parte dos intervalos, exibindo coeficientes auto-regressivos (e/ou das médias móveis) significativos à 5%.

Dos períodos estacionários estimados, apenas 0.30% não apresentaram dependência linear, enquanto 12.48% exibiram um modelo AR(1), 63.14% um AR(2), 21.55% um AR(3), 2.53% um ARMA( $p,q$ ) com  $p$  e  $q$  diferentes de zero, enquanto nenhum se mostrou um MA puro.

Nos gráficos 5.36 a 5.42 (Anexo) apresentamos as séries temporais do log do valor absoluto dos retornos (em azul) e as médias dos períodos homogêneos (em vermelho).

É notória a mudança de nível dos fundos em vários momentos períodos. A acurácia quanto ao momento de mudança dos níveis foi parcialmente afetada pelo tamanho mínimo dos blocos tomados como sendo 50, contudo essa perda foi necessária visto a instabilidade gerada por modelagens de blocos de tamanhos inferiores. O acompanhamento dos pontos de ruptura de cara período homogêneo pela mudança nos níveis foi de fato muito satisfatória.

Para os fundos que apresentaram não-estacionariedade também nos retornos, é interessante verificar como os pontos de ruptura dos períodos de homogeneidade estimados para o log do valor absoluto dos retornos indicam mudanças de forma extremamente mais robusta, sendo estes intervalos possíveis que de serem relacionados a mudanças de regime na volatilidade.

Nos gráficos 5.43 a 5.49 temos a ACF dos resíduos do log do valor absoluto dos retornos, nos quais podemos perceber uma forte redução na dependência presente anteriormente na ACF do log do valor absoluto dos retornos. Esses

resíduos foram concebidos pela união dos resíduos de cada período estacionário estimado.

Esses resultados condizem com os achados de Staria e Granger (2005) (41) e Mikosch e Starica (2004) (32). Aqui, assim como nos estudos mencionados, verificamos como o comportamento de memória longa apresentada pelas ACFs das séries originais (em qualquer quebra), é totalmente extinguida quando aplicamos a modelagem da não-estacionariedade.

Adicionalmente alguns pontos de ruptura estimados estão totalmente em linha com eventos econômico e em alguns casos conferem com informações prestadas pelos gestores sobre mudanças do posicionamento dos fundo. A Quest Investimentos por exemplo, declara no relatório de julho de 2008, descrevem uma série de estratégias para diminuir a exposição ao risco dos seus fundos, frente a alta volatilidade dos mercados e a baixa visibilidade do cenário macroeconômico naquele momento. Essa mudança no posicionamento dos seus fundos (QUEST 30 FIC FI MM e QUEST LS 30 FI MM) for percebida pela estatística de teste que neste período começou um novo bloco homogêneo com um nível da volatilidade bem inferior ao anterior.