

7

Comparação das Estratégias nas Amostras

Após o estudo dos dados preliminares, a montagem dos gráficos de controle e a estimação dos modelos de retorno, existe material suficiente para simular o comportamento das estratégias propostas neste trabalho. Neste capítulo serão apresentados os resultados encontrados a partir de sua utilização na amostra inicial (dados de janeiro de 1994 a dezembro de 2004) e na amostra de controle (cotações de janeiro de 2005 a dezembro de 2006). Com os valores encontrados espera-se poder apontar as melhores opções de pares de limites de compra e venda, bem como os gráficos de controle e modelos de retorno que se mostraram mais eficientes para cada tipo de investidor.

7.1 METODOLOGIA

Normalmente o uso de gráficos de controle seria adotado para verificar se determinada série de dados ultrapassou, em algum instante do tempo, os limites três-sigma. No caso em estudo, olhar apenas para estes limites pode traduzir-se em ineficiência da ferramenta já que se espera que poucos apresentem esta característica. Adicionalmente, como não se trata de avaliar se os processos em estudo estão sob ou fora de controle, não faz sentido engessar o olhar apenas sobre as observações que extrapolam os limites tradicionais dos gráficos de controle de Shewhart e/ou EWMA. Assim, seguindo o caminho da dissertação de mestrado anteriormente citada, manteve-se a metodologia de testar frações dos limites originalmente plotados nos gráficos de controle. Mais uma vez, optou-se por testar o desempenho das estratégias tendo como base valores múltiplos de 0,5 sigma (0σ , $0,5 \sigma$, 1σ , $1,5 \sigma$, 2σ , $2,5 \sigma$ e 3σ), além do valor zero (limite este que é extrapolado quando o erro de previsão muda de sinal).

Matematicamente, está-se falando em aplicar as seguintes regras:

1. O investidor deve comprar determinada ação (ou carteira) sempre que $\ln RD_t - \ln \hat{RD}_t < LI$ ou erro de previsão do modelo $< LI^1$;

¹ Esta restrição foi considerada porque, se o valor observado for inferior ao previsto (com uma distância de, pelo menos, LI entre eles), então se espera que o valor observado

2. Estando com a ação em carteira, este mesmo investidor deve vender esta ação quando $\ln RD_t - \hat{\ln RD}_t > LS$ ou erro de previsão do modelo $> LS$;

Onde:

LI = limite inferior, definido conforme a estratégia;

LS = limite superior, também definido conforme a estratégia;

$\hat{\ln RD}_t$ = valor estimado para o $\ln RD_t$ segundo os modelos apresentados no capítulo anterior.

Os limites inferior e superior correspondem à distância da linha central (LC) até cada múltiplo 0,5 sigma, conforme descrito no parágrafo anterior.

Mais especificamente, ao longo de 11 anos, será simulada uma compra sempre que o erro de previsão de determinada observação (segundo cada um dos modelos já detalhados, ou seja, AR, MA, ARMA, SETAR, ARCH, EWMA ou passeio aleatório) ultrapassar LI, considerando-se que, já que estamos trabalhando com cotações de fechamento, esta compra só poderá ser realizada com um dia de atraso, após a plotagem do gráfico de controle. Com relação à venda da ação e realização de lucro ou prejuízo, o cálculo é semelhante, incorporando-se a restrição de que o investidor não pode ficar “vendido” (não pode haver vendas a descoberto, ou seja, só é possível vender determinado ativo se o investidor o tiver comprado em data anterior). No sentido de apurar os resultados do modo mais isento possível, utilizou-se como cotação de compra e venda a cotação média do dia da operação (média do dia seguinte à sinalização dos LI e LS). Nesta etapa inicial trabalhou-se com 105 estratégias que correspondem àqueles pares de LI e LS tais que $LI \leq LS$, ou seja, trabalhou-se com pares de limites apresentados na Tabela 7.1².

cresça até o previsto (já que flutuações nos valores observados ocorrem com maior intensidade do que nos valores previstos, cuja trajetória tende a ser bem mais estável), ou seja, quando erro de previsão $< LI$, espera-se que o retorno da ação suba e, portanto, sua cotação está baixa e é hora de comprá-la. Por exemplo, se $LI = 0$, então, deve-se comprar sempre que $\ln RD_t < \hat{\ln RD}_t$.

² Em AMARAL (2004) também foram avaliadas, para o modelo AR associado ao gráfico de Shewhart, as estratégias onde $LI > LS$, mas os resultados indicaram que a inclusão destes novos limiares não alterou o resultado final da ferramenta. Os casos onde $LI = LS$ foram mantidos porque, apesar de se tratar do mesmo valor de referência, espera-se que, após a indicação de compra (resíduo $< LI$), exista um período de tempo relevante até que a trajetória descendente do resíduo retorno seja revertida e isso se transforme em indicação de compra (resíduo $> LS$).

TABELA 7.1 - LI e LS CONSIDERADOS

estratégia	LI (parâmetro)	LS (parâmetro)
1	zero	zero
2	\bar{X}	zero
3	$\bar{X}-0,5s$	zero
4	$\bar{X}-1s$	zero
5	$\bar{X}-1,5s$	zero
6	$\bar{X}-2s$	zero
7	$\bar{X}-2,5s$	zero
8	$\bar{X}-3s$	zero
9	\bar{X}	\bar{X}
10	$\bar{X}-0,5s$	\bar{X}
11	$\bar{X}-1s$	\bar{X}
12	$\bar{X}-1,5s$	\bar{X}
13	$\bar{X}-2s$	\bar{X}
14	$\bar{X}-2,5s$	\bar{X}
15	$\bar{X}-3s$	\bar{X}
16	zero	$\bar{X} + 0,5s$
17	\bar{X}	$\bar{X} + 0,5s$
18	$\bar{X}+0,5s$	$\bar{X} + 0,5s$
19	$\bar{X}-0,5s$	$\bar{X} + 0,5s$
20	$\bar{X}-1s$	$\bar{X} + 0,5s$
21	$\bar{X}-1,5s$	$\bar{X} + 0,5s$
22	$\bar{X}-2s$	$\bar{X} + 0,5s$
23	$\bar{X}-2,5s$	$\bar{X} + 0,5s$
24	$\bar{X}-3s$	$\bar{X} + 0,5s$
25	zero	$\bar{X} + 1s$
26	\bar{X}	$\bar{X} + 1s$
27	$\bar{X}+0,5s$	$\bar{X} + 1s$
28	$\bar{X}+1s$	$\bar{X} + 1s$
29	$\bar{X}-0,5s$	$\bar{X} + 1s$
30	$\bar{X}-1s$	$\bar{X} + 1s$
31	$\bar{X}-1,5s$	$\bar{X} + 1s$
32	$\bar{X}-2s$	$\bar{X} + 1s$
33	$\bar{X}-2,5s$	$\bar{X} + 1s$
34	$\bar{X}-3s$	$\bar{X} + 1s$
35	zero	$\bar{X} + 1,5s$
36	\bar{X}	$\bar{X} + 1,5s$
37	$\bar{X}+0,5s$	$\bar{X} + 1,5s$
38	$\bar{X}+1s$	$\bar{X} + 1,5s$
39	$\bar{X}+1,5s$	$\bar{X} + 1,5s$
40	$\bar{X}-0,5s$	$\bar{X} + 1,5s$
41	$\bar{X}-1s$	$\bar{X} + 1,5s$
42	$\bar{X}-1,5s$	$\bar{X} + 1,5s$
43	$\bar{X}-2s$	$\bar{X} + 1,5s$
44	$\bar{X}-2,5s$	$\bar{X} + 1,5s$
45	$\bar{X}-3s$	$\bar{X} + 1,5s$
46	zero	$\bar{X} + 2s$
47	\bar{X}	$\bar{X} + 2s$
48	$\bar{X}+0,5s$	$\bar{X} + 2s$
49	$\bar{X}+1s$	$\bar{X} + 2s$
50	$\bar{X}+1,5s$	$\bar{X} + 2s$
51	$\bar{X}+2s$	$\bar{X} + 2s$
52	$\bar{X}-0,5s$	$\bar{X} + 2s$
53	$\bar{X}-1s$	$\bar{X} + 2s$

(continua na página seguinte)

TABELA 7.1 - LI e LS CONSIDERADOS

(continuação)

estratégia	LI (parâmetro)	LS (parâmetro)
54	$\bar{X} - 1,5s$	$\bar{X} + 2s$
55	$\bar{X} - 2s$	$\bar{X} + 2s$
56	$\bar{X} - 2,5s$	$\bar{X} + 2s$
57	$\bar{X} - 3s$	$\bar{X} + 2s$
58	zero	$\bar{X} + 2,5s$
59	\bar{X}	$\bar{X} + 2,5s$
60	$\bar{X} + 0,5s$	$\bar{X} + 2,5s$
61	$\bar{X} + 1s$	$\bar{X} + 2,5s$
62	$\bar{X} + 1,5s$	$\bar{X} + 2,5s$
63	$\bar{X} + 2s$	$\bar{X} + 2,5s$
64	$\bar{X} + 2,5s$	$\bar{X} + 2,5s$
65	$-0,5s$	$\bar{X} + 2,5s$
66	$\bar{X} - 1s$	$\bar{X} + 2,5s$
67	$\bar{X} - 1,5s$	$\bar{X} + 2,5s$
68	$\bar{X} - 2s$	$\bar{X} + 2,5s$
69	$\bar{X} - 2,5s$	$\bar{X} + 2,5s$
70	$\bar{X} - 3s$	$\bar{X} + 2,5s$
71	zero	$\bar{X} + 3s$
72	\bar{X}	$\bar{X} + 3s$
73	$\bar{X} + 0,5s$	$\bar{X} + 3s$
74	$\bar{X} + 1s$	$\bar{X} + 3s$
75	$\bar{X} + 1,5s$	$\bar{X} + 3s$
76	$\bar{X} + 2s$	$\bar{X} + 3s$
77	$\bar{X} + 2,5s$	$\bar{X} + 3s$
78	$\bar{X} + 3s$	$\bar{X} + 3s$
79	$\bar{X} - 0,5s$	$\bar{X} + 3s$
80	$\bar{X} - 1s$	$\bar{X} + 3s$
81	$\bar{X} - 1,5s$	$\bar{X} + 3s$
82	$\bar{X} - 2s$	$\bar{X} + 3s$
83	$\bar{X} - 2,5s$	$\bar{X} + 3s$
84	$\bar{X} - 3s$	$\bar{X} + 3s$
85	$\bar{X} - 0,5s$	$\bar{X} - 0,5s$
86	$\bar{X} - 1s$	$\bar{X} - 0,5s$
87	$\bar{X} - 1,5s$	$\bar{X} - 0,5s$
88	$\bar{X} - 2s$	$\bar{X} - 0,5s$
89	$\bar{X} - 2,5s$	$\bar{X} - 0,5s$
90	$\bar{X} - 3s$	$\bar{X} - 0,5s$
91	$\bar{X} - 1s$	$\bar{X} - 1s$
92	$\bar{X} - 1,5s$	$\bar{X} - 1s$
93	$\bar{X} - 2s$	$\bar{X} - 1s$
94	$\bar{X} - 2,5s$	$\bar{X} - 1s$
95	$\bar{X} - 3s$	$\bar{X} - 1s$
96	$\bar{X} - 1,5s$	$\bar{X} - 1,5s$
97	$\bar{X} - 2s$	$\bar{X} - 1,5s$
98	$\bar{X} - 2,5s$	$\bar{X} - 1,5s$
99	$\bar{X} - 3s$	$\bar{X} - 1,5s$
100	$\bar{X} - 2s$	$\bar{X} - 2s$
101	$\bar{X} - 2,5s$	$\bar{X} - 2s$
102	$\bar{X} - 3s$	$\bar{X} - 2s$
103	$\bar{X} - 2,5s$	$\bar{X} - 2,5s$
104	$\bar{X} - 3s$	$\bar{X} - 2,5s$
105	$\bar{X} - 3s$	$\bar{X} - 3s$

Para análise dos resultados de cada estratégia, será apurado o resultado de cada operação de compra e venda conforme a seguinte razão:

$$RO_t = \frac{CV_{t+i}}{CC_t}, \text{ onde:}$$

CV_{t+i} : cotação média de venda na data $t+i$;

CC_t : cotação média de compra na data t ;

RO_t : resultado da operação iniciada na data t ;

i : número de dias entre a compra e a venda do ativo (conta-se o dia da compra, mas não o da venda).

O resultado final de cada estratégia corresponde ao produtório de cada uma das razões de cada operação de compra e venda menos 1:

$$RE = \prod_{t=1}^n RO_t - 1 \text{ onde:}$$

n : último dia útil da amostra considerada;

RE: resultado final da estratégia.

Para facilitar os cálculos, nos dias em que não houver operação, o RE será considerado equivalente a um, como se todos os dias fossem realizadas operações, mesmo que com resultado igual a zero. Portanto, para cada uma das 105 estratégias, cada um dos 7 modelos de retorno e cada um dos 3 gráficos plotados, será gerado um grupo composto de 10 REs. Como as dez ações compõem um grupo bastante heterogêneo no que diz respeito a ordem de grandeza das cotações e retornos, conforme análise preliminar apresentada no capítulo anterior, a comparação destes resultados pode não ser indicada antes que se faça algum tratamento nos dados apurados. Para tanto, decidiu-se trabalhar com a média e o desvio-padrão dos ROs diários (σ_{RO_i}), calculado como se $i=1$ seguindo a fórmula apresentada para o cálculo de RO sempre que uma ação ou o índice estivesse na posição comprado. Com a divisão de RE pelo desvio-padrão de RO (chamado de retorno escalonado - RETESC) gera-se uma espécie de índice de Sharpe adaptado ou o inverso do coeficiente de variação.

$$RETESC_i = \frac{RE_i}{\sigma_{RO_i}}$$

Deste modo, para cada conjunto com um modelo de retorno, um gráfico de controle e um par (LI,LS) calculou-se um total de 10 RETESCs. Esta amostra

com RETESCs foi a base de dados utilizada para escolha das melhores estratégias.

Para a escolha das estratégias mais eficientes, num primeiro momento, trabalhou-se com o conceito de que o investidor racional segue o critério de média e variância, ou seja:

$$\text{Estratégia}_A > \text{Estratégia}_B \text{ se} \\ \overline{\text{RETESC}}_A > \overline{\text{RETESC}}_B \text{ e } \sigma_{\text{RETESC}_A} \leq \sigma_{\text{RETESC}_B}$$

Este comportamento, que equivale ao comportamento de um investidor racional, que só aceita correr mais risco se for remunerado para tanto, é bastante utilizado para se gerar uma fronteira eficiente. No caso específico deste trabalho, foi gerado, para cada modelo de retorno e gráfico de controle, um conjunto de estratégias cujo mix risco (σ_{RETESC}) e retorno (RETESC) atende ao comportamento esperado do investidor racional.

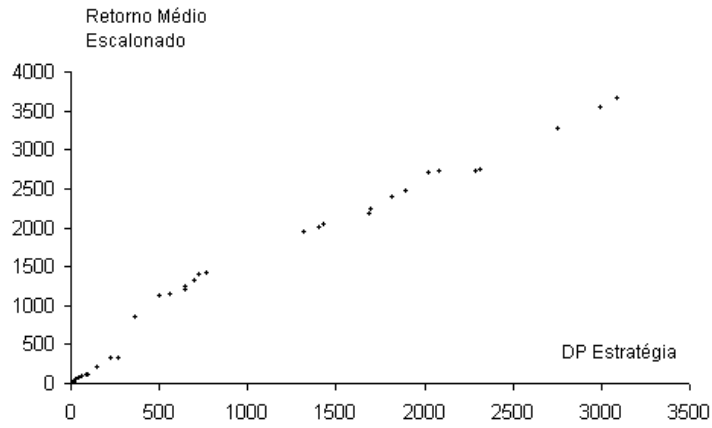
Vale a pena destacar que, conceitualmente, este critério de otimalidade só é válido quando assumimos distribuição normal de retornos ou existe aversão relativa crescente a risco, ou seja, quando a proporção aplicada em ativos com risco cai à medida que a riqueza aumenta. Isto acontece toda vez que a função utilidade da riqueza do investidor pode ser descrita segundo uma função quadrática do tipo $U(W) = W - bW^2$, desde que $W < 1/(2b)$, onde:

W: riqueza do investidor;

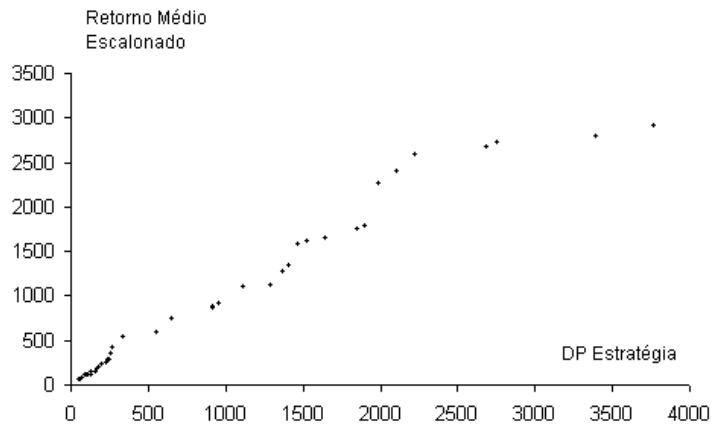
U(W): utilidade da riqueza do investidor.

7.2 RESULTADOS DAS ESTRATÉGIAS NA AMOSTRA INICIAL (DADOS DESSAZONALIZADOS)

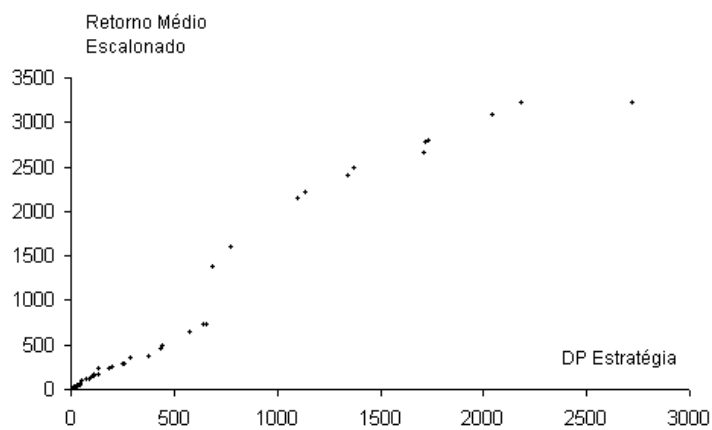
Aplicando-se a metodologia proposta na seção anterior, chega-se aos gráficos apresentados a seguir:



**Figura 7.1: Conjunto de Soluções Não Dominadas - Amostra inicial
Modelo: AR - Gráfico: SHEWHART**



**Figura 7.2: Conjunto de Soluções Não Dominadas - Amostra inicial
Modelo: AR - Gráfico: EWMA lambda=0,2**



**Figura 7.3: Conjunto de Soluções Não Dominadas - Amostra inicial
Modelo: AR - Gráfico: EWMA lambda=0,6**

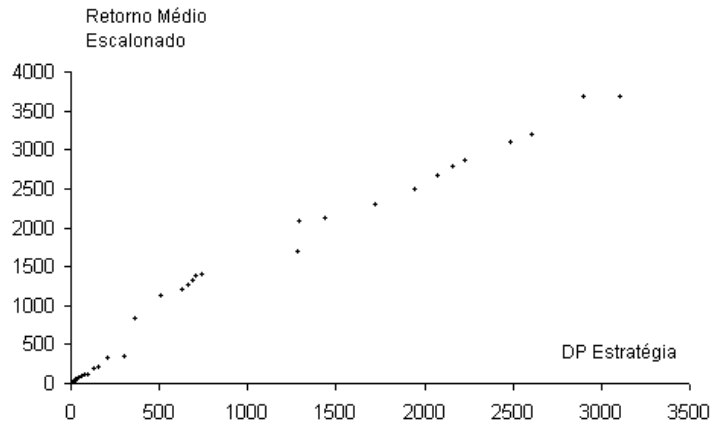


Figura 7.4: Conjunto de Soluções Não Dominadas - Amostra inicial
Modelo: ARMA - Gráfico: SHEWHART

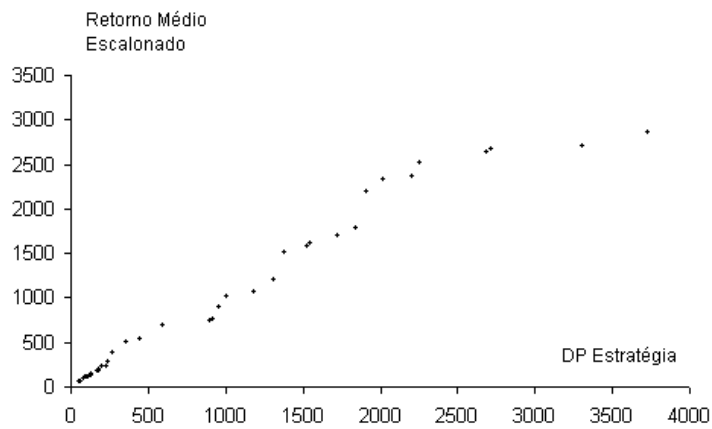


Figura 7.5: Conjunto de Soluções Não Dominadas - Amostra inicial
Modelo: ARMA - Gráfico: EWMA lambda=0,2

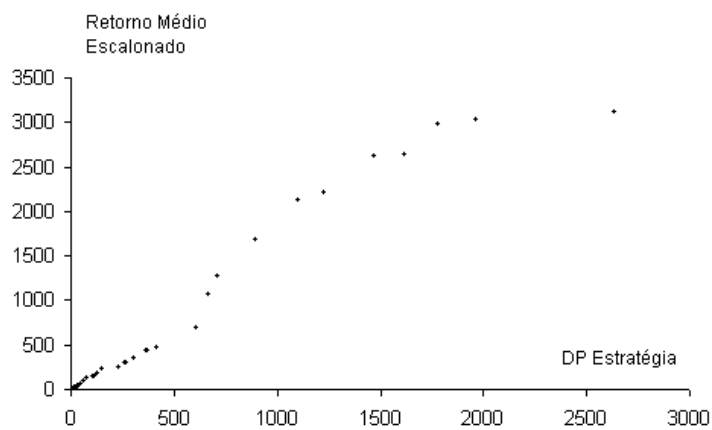
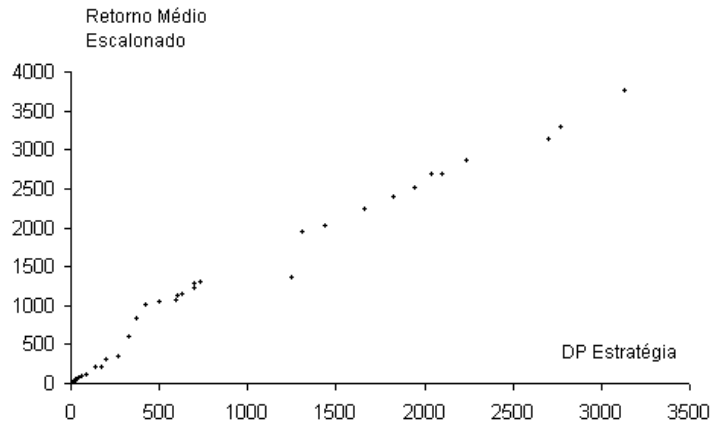
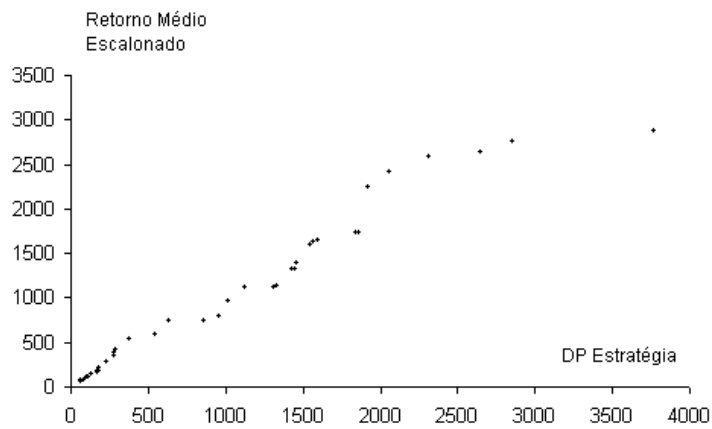


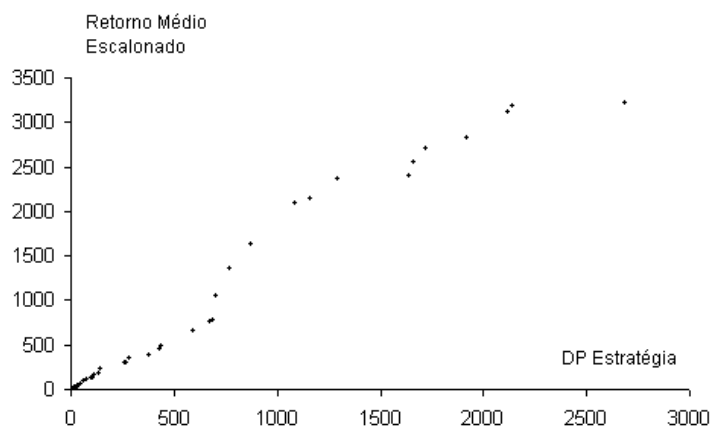
Figura 7.6: Conjunto de Soluções Não Dominadas - Amostra inicial
Modelo: ARMA - Gráfico: EWMA lambda=0,6



**Figura 7.7: Conjunto de Soluções Não Dominadas - Amostra inicial
Modelo: MA - Gráfico: SHEWHART**



**Figura 7.8: Conjunto de Soluções Não Dominadas - Amostra inicial
Modelo: MA - Gráfico: EWMA lambda=0,2**



**Figura 7.9: Conjunto de Soluções Não Dominadas - Amostra inicial
Modelo: MA - Gráfico: EWMA lambda=0,6**

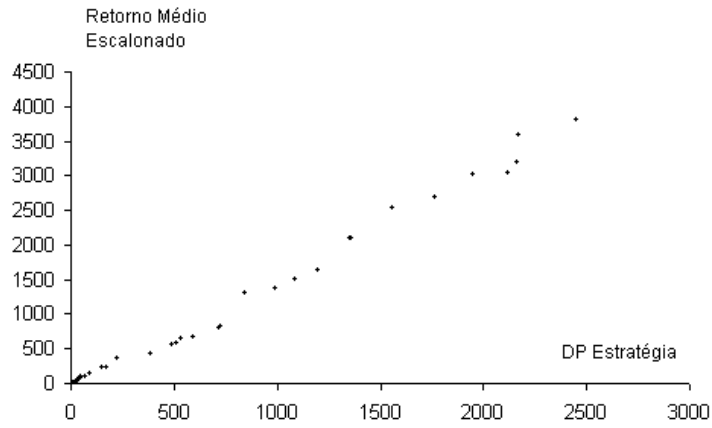


Figura 7.10: Conjunto de Soluções Não Dominadas - Amostra inicial
Modelo: EWMA - Gráfico: SHEWHART

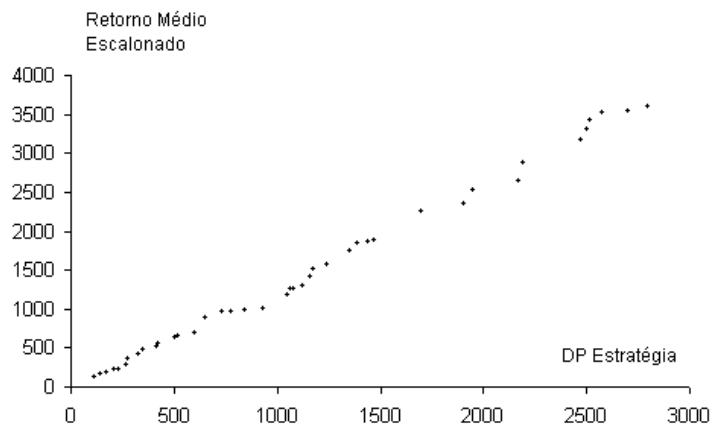


Figura 7.11 Conjunto de Soluções Não Dominadas - Amostra inicial
Modelo: EWMA - Gráfico: EWMA lambda=0,2

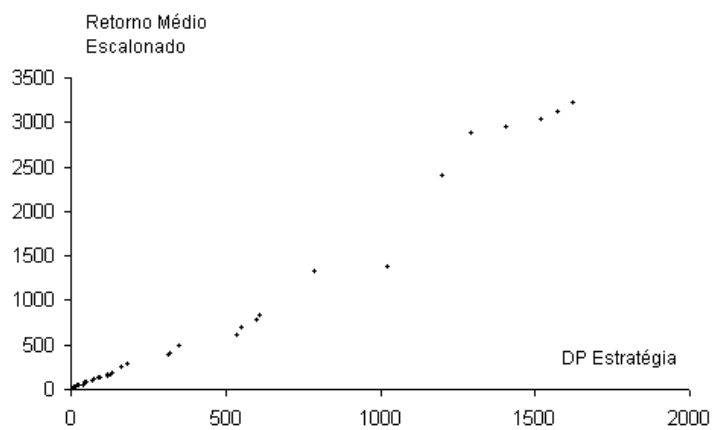


Figura 7.12: Conjunto de Soluções Não Dominadas - Amostra inicial
Modelo: EWMA - Gráfico: EWMA lambda=0,6

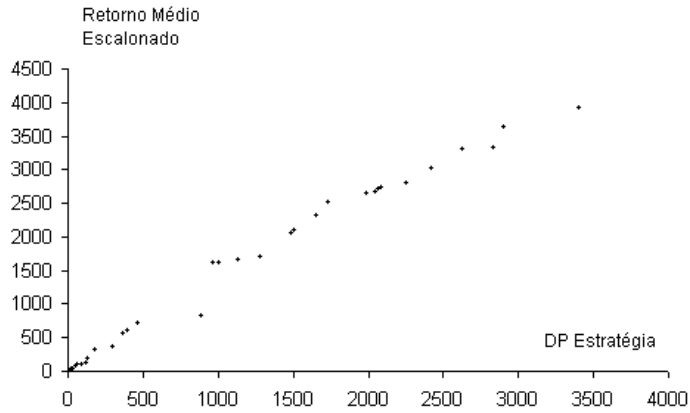


Figura 7.13: Conjunto de Soluções Não Dominadas - Amostra inicial
Modelo: SETAR - Gráfico: SHEWHART

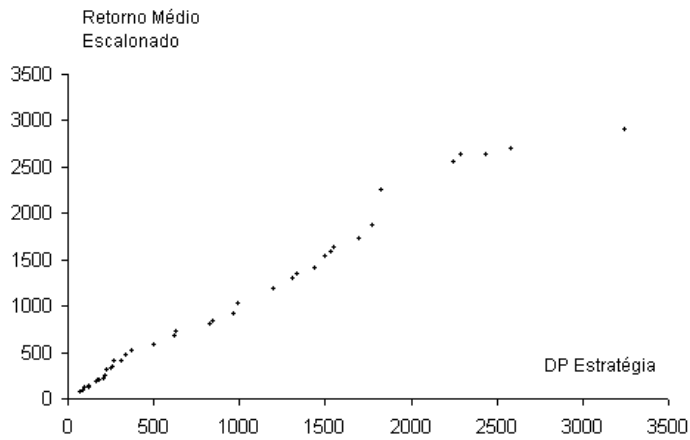


Figura 7.14: Conjunto de Soluções Não Dominadas - Amostra inicial
Modelo: SETAR - Gráfico: EWMA lambda=0,2

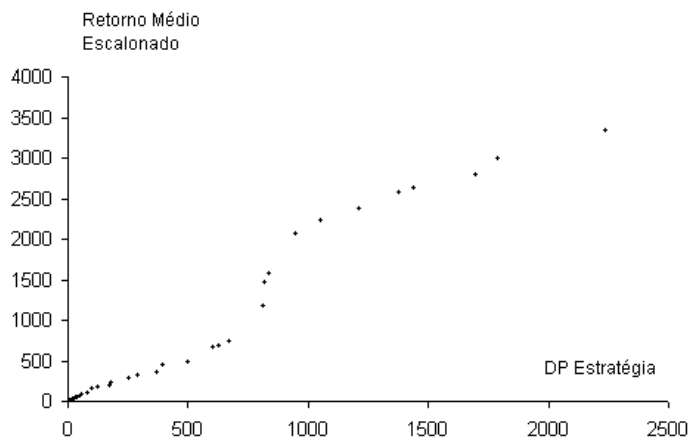


Figura 7.15: Conjunto de Soluções Não Dominadas - Amostra inicial
Modelo: SETAR - Gráfico: EWMA lambda=0,6

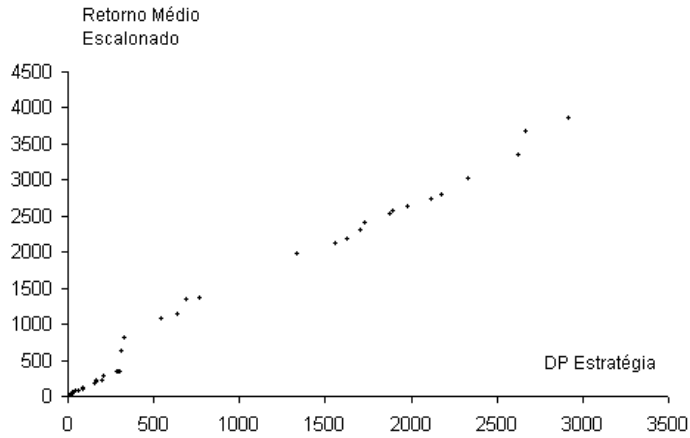


Figura 7.16: Conjunto de Soluções Não Dominadas - Amostra inicial
Modelo: ARCH - Gráfico: SHEWHART

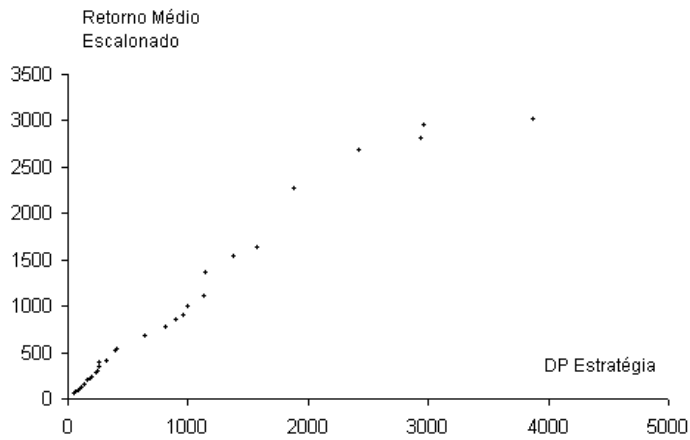


Figura 7.17: Conjunto de Soluções Não Dominadas - Amostra inicial
Modelo: ARCH - Gráfico: EWMA lambda=0,2

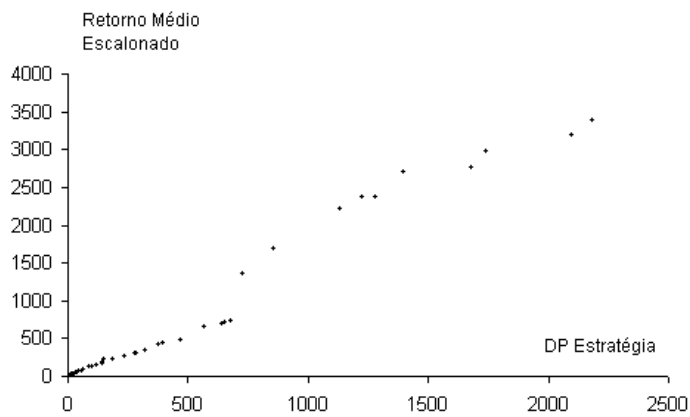


Figura 7.18: Conjunto de Soluções Não Dominadas - Amostra inicial
Modelo: ARCH - Gráfico: EWMA lambda=0,6

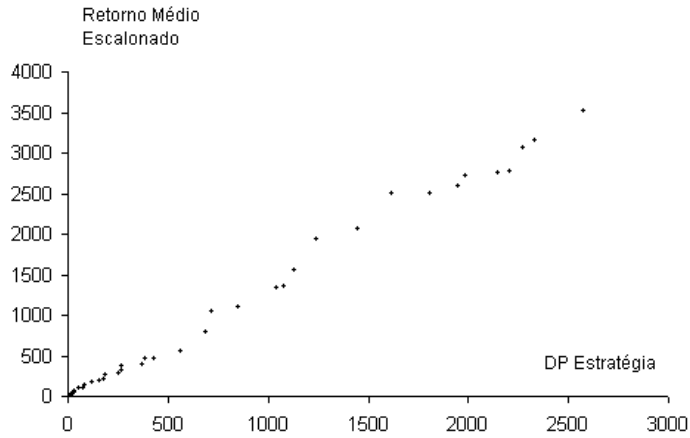


Figura 7.19: Conjunto de Soluções Não Dominadas - Amostra inicial
Modelo: SEM_TRAT - Gráfico: SHEWHART

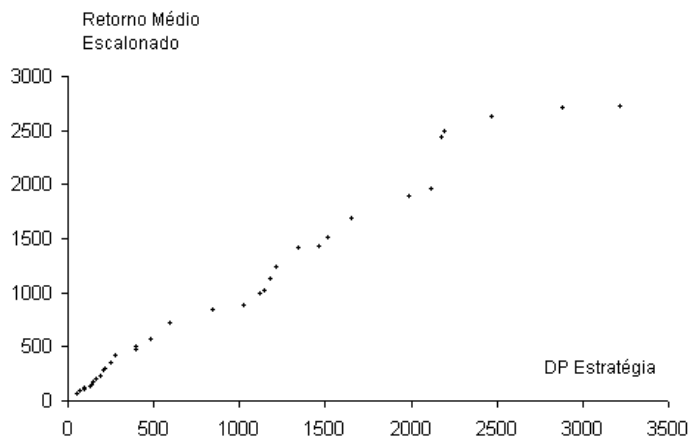


Figura 7.20: Conjunto de Soluções Não Dominadas - Amostra inicial
Modelo: SEM_TRAT - Gráfico: EWMA lambda=0,2

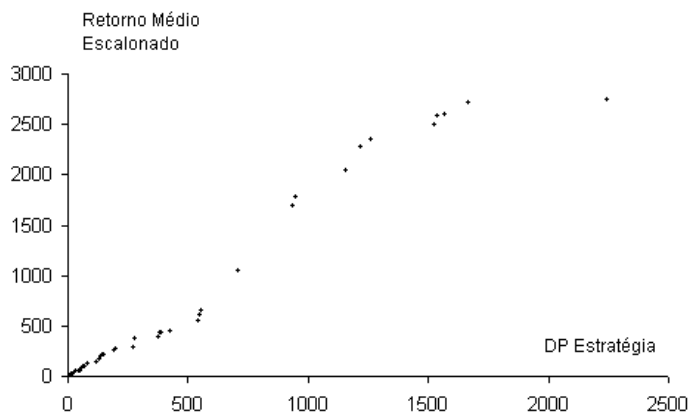


Figura 7.21: Conjunto de Soluções Não Dominadas - Amostra inicial
Modelo: SEM_TRAT - Gráfico: EWMA lambda=0,6

As curvas das figuras 7.1 a 7.21 representam o conjunto de soluções não dominadas, e não a fronteira eficiente, que é um subconjunto deste conjunto de soluções não dominadas. Uma fronteira eficiente sempre apresentará formato côncavo, isto porque, segundo a teoria de finanças, uma combinação linear de dois ativos que compõem a fronteira jamais poderá ter risco maior do que a média ponderada dos riscos individuais destes dois ativos. Este formato encontrado sugere que o conjunto das melhores estratégias (“não dominadas”) parece estar gerando resultados que não violam a teoria econômica, mesmo depois de se trocar o modelo escolhido para representar o retorno e de se alterar a escolha do gráfico de controle para aplicação das estratégias.

Mesmo após a eliminação das estratégias dominadas, ainda foi grande o leque de opções de escolha de pares de limites LI e LS encontrado com o uso da ferramenta proposta. Assim, resolveu-se prosseguir com este trabalho levando-se em consideração que destacar apenas uma opção de limites de compra e venda não seria capaz de atender aos diversos tipos de investidores com os quais nos deparamos na prática. Na teoria de finanças é possível destacar pelo menos três tipos de comportamento do investidor frente ao risco: existe o grupo dos investidores com aversão a risco, o grupo neutro ao risco e o que é propenso a risco. É a estes diferentes tipos de investidores que tentaremos atender com a análise a seguir.

Vale a pena destacar que uma mesma pessoa, sob conjunturas diferentes, pode mudar o grau de aversão a risco que é capaz de suportar. Por exemplo, um certo indivíduo tende a ser mais amante do risco quando sua riqueza é pequena, mas sua aversão a risco cresce na medida em que fica mais rico. Este comportamento é relativamente comum e sua descrição não é recente, sendo conhecida como paradoxo de Friedman-Savage publicado em 1948. Pela sua teoria é possível, inclusive, que se vivencie, ao mesmo tempo, situações de aversão e amor ao risco, como por exemplo quando um mesmo indivíduo com um dado nível de riqueza aposta em loterias e, ao mesmo tempo, faz algum tipo de seguro.

“A maior parte das evidências indicaria que, à medida que a riqueza aumenta, o volume total aplicado em ativos com risco deve crescer, o que significa que os investidores possuem aversão absoluta decrescente a risco. (...) Embora haja concordância generalizada quanto à idéia de que a maioria dos investidores possui aversão absoluta decrescente a risco, há concordância muito menor quanto à aversão relativa a risco. Geralmente se supõe aversão relativa constante a risco. A justificativa, porém, é a de conveniência, e não a crença

quanto à precisa descrição. Seja qual for o caso, se os investidores puderem articular suas atitudes quanto à porcentagem que aplicariam em ativos com risco à medida que sua riqueza variasse, então conseguiriam reduzir o número de carteiras que deveriam considerar, ou restringir ainda mais as funções utilidade que poderiam descrever seu comportamento.”³

A função utilidade quadrática, apresentada anteriormente no final da seção 7.1, é uma das funções que representaria aversão absoluta crescente ao risco e, por isso, ocupa lugar de destaque quando se utiliza o critério de média-variância. Já a função logarítmica⁴ é eficiente para explicar o comportamento do investidor com aversão absoluta decrescente e aversão relativa constante a risco, ou seja, aquele investidor que prefere mais a menos riqueza, mas cujo percentual aplicado em ativos de risco se mantém constante à medida que sua riqueza se altera.

Levando-se em consideração toda esta diversidade de comportamentos que podemos encontrar no investidor, é de se esperar que não exista apenas uma estratégia de investimento preferível às demais, já que o critério de preferência deve mudar em função do tipo de investidor que se deseja atender. Assim, procurando atender a uma parcela significativa dos aplicadores de recursos em ativos com risco, um aspecto interessante a ser considerado é a rentabilidade relativa que determinada estratégia gerou em relação às demais. Um dos indicadores de maior utilização para comparação de resultados de carteira ou fundos compostos por ativos de renda variável é o índice de Sharpe:

$$IS_p = \frac{(\bar{R}_p - R_f)}{\sigma_p}$$

onde:

IS_p : índice de Sharpe para a carteira ou fundo p

\bar{R}_p : retorno médio da carteira ou fundo p (segundo as práticas de mercado, em geral corresponde à taxa de retorno nominal mensal equivalente à média geométrica dos retornos diários de uma determinada carteira ou fundo);

R_f : retorno da renda fixa;

σ_p : desvio-padrão do retorno da carteira ou fundo p. (usualmente calculado como o desvio-padrão histórico de \bar{R}_p).

³ In Elton *et al.* (2004); pp.197-198

⁴ Função de utilidade logarítmica: $U(W) = \ln W$, onde W: riqueza do investidor.

“Este quociente também é chamado de medida de retorno excedente por variabilidade, ou ainda recompensa por variabilidade.”⁵

Na prática, muitas avaliações enfrentam um problema para trabalhar com este indicador devido à dificuldade em se estabelecer que título serviria como *proxy* para a renda fixa, especialmente em economias como a brasileira, onde até os títulos do governo apresentam risco, pois incluir a parcela de renda fixa, neste caso, poderia gerar índices negativos e comprometer a comparabilidade dos valores apurados. Um modo de contornar este problema é substituir a renda fixa por um *benchmark* (o Ibovespa, por exemplo). Outra solução é retirar do cálculo a parcela da renda fixa, o que não é incomum, pois se costuma trabalhar apenas com a relação entre retorno e risco para medir desempenho de fundos ou carteiras de ativos de renda variável. Neste caso, trata-se de trabalhar com o inverso do coeficiente de variação, medida definida pela estatística e aplicável a qualquer variável aleatória, seja ela financeira ou não.

Vale a pena olhar essa medida representada pelo inverso do coeficiente de variação, ou índice de Sharpe adaptado (ISA), como iremos chamá-la daqui por diante. A Tabela 7.2 apresenta os ISA máximos (ISAM) apurados para cada modelo de retorno e gráfico de controle:

Tabela 7.2: Comparação dos ISAM apurados

Modelo de Retorno	Shewhart	EWMA com $\lambda = 0,2$	EWMA com $\lambda = 0,6$
EWMA	2,8867	1,3999	3,2110
ARCH	2,5020	1,5313	2,2047
SETAR	2,0411	1,5813	2,2032
MA	2,4305	1,5051	2,0487
ARMA	2,3186	1,5085	2,1122
AR	2,4092	1,6062	2,1824
SEM_TRAT	1,9342	1,5410	2,3175

É interessante observar que, de modo geral, os gráficos de Shewhart e EWMA com $\lambda = 0,6$ produziram estratégias com desempenho superior aos gráficos EWMA com $\lambda = 0,2$ (pelo menos para as estratégias que geraram ISA máximo), o que indica que a escolha do gráfico de controle a ser considerado pode ser um fator crítico para o sucesso da estratégia. Este resultado não era esperado, pelo menos não se esperava encontrar variações tão grandes como as verificadas, já que a escolha de limites para compra e venda baseados em

⁵ In Elton *et al.* (2004); p.542

subdivisões dos limites de controle deveria ter amenizado estas diferenças. Destaca-se que, para os dois melhores gráficos (Shewhart e EWMA com $\lambda = 0,6$), o modelo de retorno EWMA apresentou desempenho bastante superior aos demais modelos considerados, sendo responsável pela observação com maior distância em relação à média apurada de ISA máximo. Caso fosse desconsiderada esta observação, todos os valores de ISA máximo encontrados estariam contidos no intervalo (1,9;2,5), valores bastante superiores a qualquer uma das medidas calculadas com o uso do gráfico EWMA com $\lambda = 0,2$. Ainda desconsiderando-se a 1ª linha da Tabela 7.2, o gráfico EWMA com $\lambda = 0,6$ apresenta valores máximos de ISA bem mais concentrados em torno da média do que os apurados com os gráficos de Shewhart, o que indica que, provavelmente, o risco associado à adoção de estratégias com este gráfico parece ser menor.

No conjunto de ISAM apurados com o uso dos gráficos de Shewhart e EWMA com $\lambda = 0,6$ encontra-se a ocorrência da estratégia 99 quatro vezes e da estratégia 80 três vezes. A estratégia 99 tem como limite inferior (de compra) $-3s$ e superior (de venda) $-1,5s$. A estratégia 80 tem como limite inferior $-1s$ e como limite superior o $3s$. Isto é de certa forma surpreendente porque uma estratégia é complementar à outra se olharmos para todos os subconjuntos de limites considerados entre $-3s$ e $3s$.

Adicionalmente, vale destacar que as estratégias 80 e 99 aparecem como as que apresentaram melhor ISAM para os seguintes modelos: ARCH, ARMA e AR (a 99 também apresentou o melhor desempenho para o modelo MA), sendo que a estratégia 80 representa a moda de ISAM para o gráfico de Shewhart e a 99 a moda de ISAM para o uso do gráfico EWMA com $\lambda = 0,6$. Além disso, para estes 3 modelos (ARCH, ARMA e AR), o valor apurado dos ISAM é sempre superior quando se olha as estratégias aplicadas com gráficos de Shewhart. Isto pode ser um indício de que os modelos que contenham alguma estrutura autoregressiva devem gerar melhores desempenhos quando combinados com o gráfico de Shewhart.

Uma outra análise com resultados bastante interessantes é a observação das estratégias que geraram os RETESCs máximos e mínimos. Não vale a pena apresentar uma tabela exclusivamente com os valores apurados para RETESC porque se referem a números sem sentido financeiro já que se trata do retorno em unidades de desvio-padrão; mas as Tabelas 7.3 e 7.4 apresentam as melhores estratégias apuradas com este critério:

Tabela 7.3: RETESCs Máximos - Estratégias e Valores

Modelo de Retorno	Shewhart		EWMA com $\lambda = 0,2$		EWMA com $\lambda = 0,6$	
	Estratégia	RETESC	Estratégia	RETESC	Estratégia	RETESC
EWMA	39	3.809,58	63	3.615,74	64	3.230,15
ARCH	39	3.858,11	74	3.027,93	51	3.389,59
SETAR	39	3.923,15	75	2.911,90	51	3.354,12
MA	39	3.765,34	74	2.889,13	39	3.225,90
ARMA	38	3.689,34	74	2.872,42	39	3.117,06
AR	39	3.676,08	74	2.915,24	37	3.232,83
SEM_TRAT	39	3.533,06	75	2.729,58	27	2.749,61

É evidente que as estratégias 38 (LI = 1s e LS = 1,5s) e 39 (LI = 1,5s e LS = 1,5s) para Shewhart e 74 (LI = 1s e LS = 3s) e 75 (LI = 1,5s e LS = 3s) para EWMA com $\lambda = 0,2$ dominam este indicador. E, neste caso, os RETESCs encontrados para Shewhart são bastante superiores aos apurados com os gráficos EWMA. É claro que, por se tratar de estratégias que compõem o conjunto das não dominadas, então o maior RETESC também corresponde ao desempenho de maior risco e deve ser levado em consideração por aqueles investidores com maior capacidade de absorver riscos (investidores que se encontram no grupo de investidores racionais, mas com maior propensão a correr riscos). Fica claro que, aquele que se enquadra nesta categoria deve dar preferência ao uso da estratégia 39 com o gráfico de Shewhart, independentemente do modelo de retorno que julgar mais adequado para representar o desempenho das ações.

Isso deveria significar que, para aqueles que aceitam correr mais riscos, a melhor escolha de estratégias seria independente do modelo de retorno escolhido e, deste modo, o mais recomendável seria trabalhar com dados dessazonalizados sem tratamento (este representaria a modelagem mais parcimoniosa para se aplicar a ferramenta). No entanto, uma olhada nos RETESCs revela que o modelo SETAR produziu RETESC máximo, em média, 10% superior ao encontrado com dados sem tratamento. Isto é bastante surpreendente porque representa que a estratégia 39 apresenta consistência no que diz respeito a gerar retornos e riscos mais elevados, mas que, ainda assim, a escolha do modelo de retorno pode gerar resultados significativamente melhores, apesar do aparente baixo poder explicativo apurado no capítulo 6.

Uma análise dos RETESCs máximos ordenados revela que, para os três gráficos de controle, trabalhar sem modelo de retorno (dados sem tratamento) gerou os menores valores apurados, ou seja, para o investidor que deseja

maximizar retorno, é fundamental trabalhar com os resíduos de algum modelo de séries temporais, independentemente do gráfico de controle com o qual se escolha trabalhar. Além disso, os modelos de retorno ARMA e MA geraram, no máximo, o 4º melhor RETESC máximo, tanto para o gráfico de Shewhart quanto para os gráficos EWMA. Em sentido oposto, a modelagem ARCH respondeu, no mínimo, pela segunda colocação em termos de RETESC máximo, para qualquer dos três gráficos de controle considerados.

Tabela 7.4: Estratégias com RETESCs Mínimos

Modelo de Retorno	Shewhart	EWMA com $\lambda = 0,2$	EWMA com $\lambda = 0,6$
EWMA	102	105	105
ARCH	104	104	105
SETAR	104	105	105
MA	105	104	105
ARMA	105	104	105
AR	105	104	105
SEM_TRAT	102	104	105

Mais surpreendente é a verificação daquelas estratégias que geraram os RETESCs mínimos das estratégias não dominadas. As estratégias se resumem a três: 102 (LI = -3s e LS = -2s), 104 (LI = -3s e LS = -2,5s) e 105 (LI = -3s e LS = -3s). Em oposição ao encontrado para os RETESCs máximos, todos os limites, neste caso, são sigmas negativos e se aproximam do mínimo considerado neste trabalho. Adicionalmente, os melhores resultados foram apurados para o gráficos EWMA com $\lambda = 0,2$. Além disso, o RETESC mínimo para o modelo de retorno EWMA (do gráfico de controle EWMA com $\lambda = 0,2$) é quase 60% superior ao 2º colocado. Portanto, aqueles investidores que aceitam aplicar em bolsa, mas que gostam de correr riscos mínimos, devem preferir a estratégia 105, com a combinação de modelo de retorno EWMA e gráfico de controle EWMA com $\lambda = 0,2$.

Em relação a valores medianos, os melhores RETESCs apurados referem-se àqueles encontrados com os gráficos de controle EWMA com $\lambda = 0,2$. E, neste grupo, mais uma vez, é a utilização do modelo de retorno EWMA quem produz a melhor resposta. O RETESC mediano, neste caso, corresponde à média entre o RETESC das estratégias 17 (LI = média e LS = 0,5s) e 40 (LI = -0,5s e LS = 1,5s). Definitivamente, trata-se de estratégias bem diferentes, mas certamente com limites de compra e venda mais centralizados do que os apurados para RETESCs máximos e mínimos.

Outro dado que talvez indique algum comportamento é a análise de quantas vezes a estratégia fez parte do conjunto das não dominadas. Talvez este dado nos dê alguma idéia de consistência do desempenho de cada estratégia. Se forem consideradas todas as 21 chances (7 modelos de retorno para cada um dos 3 gráficos de controle) de se entrar no conjunto, nenhuma estratégia atinge este limite, indicando que, provavelmente, os desempenhos são bastante diferentes dependendo do gráfico de controle que se esteja escolhendo. Assim, não parece existir uma única estratégia que seja superior às demais independentemente do gráfico de controle escolhido para acompanhamento do desempenho das ações. No entanto, algumas estratégias anteriormente citadas surpreendem quanto ao número de vezes que aparecem no conjunto das estratégias não dominadas: 105 (aparece 17 vezes) e 99, 39 e 104 (aparecem 15 vezes, cada uma). Destaca-se, ainda, que para o gráfico de Shewhart, a estratégia 80 (considerada a melhor em se tratando de maximizar ISA) aparece em 6 dos 7 conjuntos (correspondendo aos 7 modelos possíveis) e a estratégia 39 (entre as de melhor RETESC máximo) aparece em todas os 7 conjuntos. Com relação ao gráfico EWMA com $\lambda = 0,2$, as estratégias 104 e 105 (melhores RETESCs mínimos) aparecem em 6 e 7 vezes no conjunto não dominado, respectivamente. Curiosamente, a estratégia 84 (LI = $-3s$ e LS = $3s$, que correspondem aos limites de controle tradicionais) não aparece nenhuma vez no gráfico de estratégias não dominadas.

Assim, após esta análise exploratória, é possível tirar algumas conclusões a respeito do conjunto de soluções “não dominadas”:

- Para o investidor racional que busca a melhor combinação de retorno e risco, a melhor alternativa parece ser acompanhar as ações com gráfico de controle de Shewhart (coincidentalmente, o de mais fácil aplicação) com um modelo auto-regressivo de 1ª ordem (AR (1), por ser o de estimação de parâmetros mais simples entre os que contêm componentes auto-regressivos) em conjunto com a estratégia 80;
- Para o investidor que procura maximizar retorno, também é recomendável trabalhar com o gráfico de Shewhart, mas utilizar o modelo de retorno do tipo SETAR;
- Para investidores que buscam alcançar os menores retornos (esperando, com isso, correr menos riscos), o ideal parece ser apostar nos gráficos EWMA com $\lambda = 0,2$, modelo de retorno EWMA e estratégia 105;
- Finalmente, para o investidor que tem como meta obter retornos medianos (conseqüentemente, correr riscos medianos), o mais coerente

parece ser optar pelo uso dos gráficos EWMA com $\lambda = 0,2$, modelo de retorno EWMA e estratégia 17 ou 40;

- Para qualquer tipo de investidor, independentemente do modelo ou gráfico de controle escolhido, deve-se excluir a possibilidade de escolher momentos de compra e venda de ações usando-se como limitadores os limites originais dos gráficos de controle;
- Os limites de compra e venda parecem estar associados ao tamanho do risco que se aceita correr: quanto maior o grau de risco que o investidor aceita, maior as distâncias entre os limites, mas se o investidor tem preferência por um grau de risco menor, então LI e LS se aproximam, indicando que pequenos movimentos do mercado são suficientes para gerar uma reação do investidor.

Dentre as opções apresentadas, parece mais sensato que o investidor procure maximizar o retorno alcançado em relação ao risco corrido o que significa, neste caso, procurar maximizar o índice de Sharpe e, portanto, trabalhar com gráfico de controle Shewhart, modelo AR(1) e estratégia 80. Vale ressaltar que este resultado é bem próximo ao apurado na dissertação de mestrado (AMARAL, 2004), quando a melhor estratégia encontrada foi a 81, cuja diferença para a estratégia que se está considerando neste momento é apenas de 0,5s para a emissão do sinal de compra. A combinação de gráficos EWMA com $\lambda = 0,2$ e modelos de retorno EWMA parece ser mais poderosa do que as demais para investidores que desejam obter retornos mínimos ou medianos, talvez a minoria em se tratando de venda e compra de ações.

7.3 RESULTADOS DAS ESTRATÉGIAS NA AMOSTRA DE CONTROLE

No que diz respeito à amostra de controle, os gráficos com a plotagem das estratégias não dominadas têm características bem semelhantes aos apresentados para a amostra inicial e, portanto, não serão apresentados nesta seção (caso o leitor queira consultá-los, eles são apresentados no Anexo D). Pela própria metodologia de cálculo não era esperado encontrar algo diferente disto.

A análise das estratégias, no entanto, revela algumas semelhanças e algumas diferenças em relação ao apontado na seção anterior. A Tabela 7.5 apresenta os valores de ISAM apurados para esta amostra.

Tabela 7.5: Comparação dos ISAM apurados amostra de controle

Modelo de Retorno	Shewhart	EWMA com $\lambda = 0,2$	EWMA com $\lambda = 0,6$
EWMA	1,4533	1,4654	1,6037
ARCH	18,7402	1,5449	1,6863
SETAR	1,4442	1,5007	1,7276
MA	5,5338	1,5268	1,7591
ARMA	22,0601	1,5244	1,7714
AR	31,4951	1,5585	1,7202
SEM_TRAT	1,5116	1,5208	1,6958

Chama a atenção o fato de se encontrar, para alguns modelos de retorno combinados com o gráfico de Shewhart, valores para ISA bem superiores aos da amostra anterior. Isto não pode ser fruto de características do período de análise escolhido, uma vez que o padrão não se repete para os gráficos EWMA. Assim, parece que esta amostra ratifica que, caso o investidor esteja procurando maximizar o ISA, este deve optar por trabalhar com gráficos de Shewhart. Adicionalmente, mais uma vez é evidente a superioridade de desempenho dos modelos com alguma estrutura auto-regressiva e, dentre estes, o modelo de retorno AR gera um indicador de ISAM cerca de 40% superior ao 2º colocado. No entanto, a estratégia correspondente a este desempenho é a de número 24 (LI = -3s e LS = 0,5s), praticamente o oposto da estratégia 80, cujo risco subiu consideravelmente na amostra de controle (por ter correspondido a aplicações em duas ações com retorno negativo). Para os últimos 2 anos a estratégia 80 corresponderia a um ISA pouco acima de 0,5, cerca de 20% do valor apurado para a amostra inicial.

Com relação à apuração dos RETESCs máximos, o gráfico de Shewhart continua mostrando-se superior aos demais, mas as distâncias entre os gráficos EWMA e ele parecem estar menores, talvez por causa da menor representatividade da amostra. A estratégia com melhor desempenho foi a 26 (LI = média e LS = 1s). Apesar de não ter apresentado o melhor desempenho, o modelo de retorno SETAR continua sendo uma boa opção para os investidores que desejam maximizar retorno.

Surpreendentemente, os investidores que procuram minimizar retorno e risco, mas que desejam investir em bolsa, continuam encontrando na estratégia 105, em conjunto com o gráfico de controle EWMA com $\lambda = 0,2$, uma boa ferramenta para gerenciar suas aplicações. No entanto, o modelo de retorno EWMA já não apresenta a mesma distância em relação aos demais, como

verificado na amostra inicial. Apesar disto, continua sendo uma boa opção para aqueles que não desejam correr muito risco pois apresentou desvio-padrão ligeiramente superior à da estratégia 102.

Tabela 7.6: Estratégias com RETESCs Mínimos amostra de controle

Modelo de Retorno	Shewhart	EWMA com $\lambda = 0,2$	EWMA com $\lambda = 0,6$
EWMA	102	102	102
ARCH	102	105	103
SETAR	101	105	90
MA	8	105	103
ARMA	34	105	100
AR	24	95	103
SEM_TRAT	104	105	103

Os investidores medianos continuam encontrando vantagem na combinação gráfico EWMA com $\lambda = 0,2$ e modelo de retorno EWMA.

Uma avaliação interessante é observar o comportamento dos ISAs e dos RETESCs comparativamente em relação à amostra inicial. Para tanto, optou-se por fazer uma análise de regressão onde a variável independente seria o ISA ou o RETESC apurado, para a mesma combinação de estratégia e gráfico de controle, na amostra inicial e a variável dependente seria também o ISA ou o RETESC calculado pela amostra de controle. Partindo-se da hipótese de que a participação no conjunto das estratégias não dominadas pode ajudar a explicar o comportamento das estratégias, tentou-se avaliar este efeito com o uso de uma variável qualitativa de intercepto e de inclinação associada à entrada ($D = 1$) ou ausência ($D = 0$) no conjunto não dominado da estratégia em questão na amostra inicial. Assim, foram apuradas 21 equações de regressão com a seguinte estrutura:

$$\text{RETESC}_{c_j} = \beta_0 + \beta_1 * \text{RETESC}_{i_j} + \beta_2 * D_j + \beta_3 * D_j * \text{RETESC}_{i_j} + \varepsilon_j$$

onde:

RETESC_{c_j} : RETESC da estratégia j na amostra de controle;

RETESC_{i_j} : RETESC da estratégia j na amostra inicial

D_j : variável dummy

ε_j : erro do modelo

E outras 21 equações com a seguinte estrutura:

$$\text{ISAC}_j = \beta_0 + \beta_1 * \text{ISAI}_j + \beta_2 * D_j + \beta_3 * D_j * \text{ISAI}_j + \varepsilon_j$$

onde:

ISAC_j : ISA da estratégia j na amostra de controle;

ISAI_j: ISA da estratégia j na amostra inicial

D_j: variável dummy

ε_j: erro do modelo

Para os dados de RETESC muitos coeficientes apresentaram-se estatisticamente nulos (as equações estimadas são apresentadas no Anexo D). Optou-se, então, por retirar do modelo as variáveis dummy de intercepto, ou seja, considera a mesma estrutura anterior, mas com $\beta_2 = 0$. Ainda assim não foram encontradas dummies com significância estatística, de modo que o modelo para os RETESCs mais adequado apresentava a seguinte equação:

$$\text{RETESC}_j = \beta_0 + \beta_1 * \text{RETESC}_i + \varepsilon_j$$

A Tabela 7.7 resume os resultados encontrados:

Tabela 7.7 -Resumo dos Resultados - Regressão com RETESC

Gráfico / Modelo de Retorno		R ²			β ₁
		com D int e incl	com D incl	sem D	sem D
S H E W	SETAR	0,755	0,754	0,726	0,010
	SEM_TRAT	0,749	0,745	0,742	0,011
	EWMA	0,790	0,787	0,779	0,010
	MA	0,795	0,794	0,761	0,011
	ARMA	0,791	0,791	0,748	0,011
	AR	0,786	0,786	0,755	0,011
	ARCH	0,753	0,752	0,729	0,010
E W M A , I 2 = =	SETAR	0,871	0,870	0,870	0,009
	SEM_TRAT	0,902	0,900	0,896	0,009
	EWMA	0,902	0,901	0,896	0,009
	MA	0,875	0,874	0,874	0,009
	ARMA	0,876	0,876	0,875	0,009
	AR	0,878	0,877	0,877	0,009
	ARCH	0,883	0,883	0,883	0,009
E W M A , I 6 = =	SETAR	0,858	0,857	0,856	0,011
	SEM_TRAT	0,892	0,890	0,890	0,012
	EWMA	0,888	0,888	0,887	0,011
	MA	0,903	0,900	0,900	0,012
	ARMA	0,881	0,868	0,868	0,012
	AR	0,901	0,896	0,896	0,012
	ARCH	0,895	0,893	0,893	0,011

Como se trata da análise de apenas um coeficiente angular, um elevado coeficiente de determinação implica em significância estatística do coeficiente estimado. Em todos os casos encontrou-se um elevado poder explicativo e valores muito próximos para β_1 . Isto demonstra que o grau de correlação do RETESC é positivo e bem alto e que participar do conjunto das estratégias não dominadas na amostra inicial não parece ter relação com o RETESC apurado

para o futuro, ou pelo menos não parece haver uma relação linear entre a entrada no conjunto não dominado e o desempenho *a posteriori* da estratégia.

A mesma análise para os ISA não leva aos mesmos resultados.

Os modelos calculados apresentam baixo poder explicativo e, mesmo adotando a primeira equação de estimação (com dummies para intercepto de inclinação), os valores apurados para β_1 não apresentam comportamento padrão (nem de valor, nem de sinal) nem com algum sentido econômico.

Tabela 7.8 -Resumo dos Resultados - Regressão com ISA

Gráfico / Modelo de Retorno		R ²			β_1
		com D int e incl	com D incl	sem D	com D int e incl
S H E W	SETAR	0,031	0,030	0,007	-0,225
	SEM_TRAT	0,047	0,020	0,018	0,322
	EWMA	0,043	0,026	0,007	-0,057
	MA	0,074	0,039	0,009	0,518
	ARMA	0,038	0,032	0,023	0,087
	AR	0,015	0,015	0,006	1,582
	ARCH	0,043	0,036	0,001	2,039
E W M A , I 2 =	SETAR	0,107	0,061	0,011	-0,098
	SEM_TRAT	0,084	0,050	0,026	0,186
	EWMA	0,022	0,020	0,019	0,088
	MA	0,098	0,098	0,004	-0,156
	ARMA	0,196	0,195	0,019	-0,155
	AR	0,151	0,148	0,003	-0,201
	ARCH	0,087	0,070	0,014	0,010
E W M A , I 6 =	SETAR	0,038	0,032	0,008	0,100
	SEM_TRAT	0,098	0,069	0,046	0,091
	EWMA	0,053	0,012	0,000	0,135
	MA	0,054	0,054	0,032	-0,047
	ARMA	0,193	0,178	0,090	-0,148
	AR	0,094	0,089	0,044	-0,096
	ARCH	0,092	0,078	0,047	-0,187

7.4 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS

Uma medida de dependência entre os resultados que não pode ser esquecida é a de correlação. Esta correlação pode ser medida de duas formas: entre as amostras e entre os diferentes pares de gráfico e modelo de retorno.

Não se pode saber, *a priori*, o grau de correlação entre os resultados apurados com a amostra inicial e com a amostra de controle, mas é desejável uma forte correlação positiva entre os retornos escalonados médios. Isto indicaria que existe algum grau de dependência entre os resultados intertemporais, o que é desejável para o investidor que não espera de uma estratégia comportamento divergente entre períodos de tempo próximos. Os

resultados das correlações encontradas são apresentados na Tabela 7.9 e correspondem à raiz quadrada do valor de R^2 da coluna “sem D” da Tabela 7.7.

TABELA 7.9: CORRELAÇÃO AMOSTRA INICIAL vs. AMOSTRA DE CONTROLE

Gráfico	Modelo de Retorno	Correlação
S H E W	SETAR	0,8521
	SEM_TRAT	0,8612
	EWMA	0,8824
	MA	0,8723
	ARMA	0,8647
	AR	0,8687
	ARCH	0,8537
E W M A , I 2 =	SETAR	0,9326
	SEM_TRAT	0,9466
	EWMA	0,9464
	MA	0,9350
	ARMA	0,9353
	AR	0,9367
	ARCH	0,9396
E W M A , I 6 =	SETAR	0,9252
	SEM_TRAT	0,9433
	EWMA	0,9420
	MA	0,9486
	ARMA	0,9315
	AR	0,9464
	ARCH	0,9447

O que se pode concluir é que, de fato, a correlação é alta entre as amostras. Com o mínimo encontrado equivalente a 0,8521, é praticamente impossível atribuir aleatoriedade para os valores de RETESC encontrados, pelo menos quando se fala de comportamento intertemporal. Qualquer que tenha sido o gráfico de controle e o modelo de retorno escolhido (isto vale até mesmo para a hipótese de comportamento totalmente aleatório dos retornos diários), o desempenho de cada estratégia na amostra inicial apresentou forte correlação com o desempenho da mesma na amostra de controle. Isso corrobora todo o resultado da análise de regressão.

Uma medida interessante é verificar a correlação entre os RETESCs das 105 estratégias associadas a cada par modelo de retorno-gráfico de controle. Considerando-se a fórmula tradicional de correlação:

$$\rho_{kl} = \frac{\sum_{i=1}^{105} X_{ik} X_{il}}{\sigma_{X_{ik}} \sigma_{X_{il}}}$$

onde:

ρ_{kl} = correlação entre o par modelo de retorno-gráfico de controle k e o modelo de retorno-gráfico de controle l;

$$x_{ik} = X_{ik} - \overline{X_{ik}};$$

X_{ik} : valor observado para o RETESC da estratégia i e par modelo de retorno-gráfico de controle k;

$$x_{il} = X_{il} - \overline{X_{il}};$$

X_{il} : valor observado para o RETESC da estratégia i e par modelo de retorno-gráfico de controle l;

$\sigma_{X_{ik}}$: desvio padrão de X_{ik} ;

$\sigma_{X_{il}}$: desvio padrão de X_{il} ;

l e k correspondem aos 21 pares de modelo de retorno-gráfico de controle considerados neste trabalho.

Os resultados encontram-se na Tabela 7.10, para a amostra inicial.

O que se pode verificar é que, mesmo entre os diversos pares, existe um elevado grau de dependência entre os RETESCs apurados para as diferentes estratégias consideradas. O valor mínimo apurado para as correlações foi de 0,73, bastante elevado para os padrões estatísticos. É interessante ressaltar que não foi encontrado nenhum valor negativo para as correlações, indicando que, para os diferentes pares considerados, não há possibilidade de reduções acentuadas de risco diversificável se trabalharmos, genericamente falando, com dois pares de gráfico e modelos de retorno diferentes. Isto é importante porque indica que o investidor deve optar por escolher apenas um modelo de retorno e tipo de gráfico para implementar sua estratégia favorita, fugindo de combinações entre pares modelo-gráfico, o que apenas dificultaria sua operacionalização, sem que isto representasse ganhos financeiros. No limite, isto significa dizer que existe um e somente um par de conjunto (tipo de gráfico, modelo de retorno) que deve satisfazer às necessidades do investidor racional e que trabalhar com dois pares modelo-gráfico ao mesmo tempo deve apenas trazer complexidade adicional sem ganho financeiro significativo, conforme hipótese levantada na etapa de proposta desta tese. Ou seja, de modo geral, a influência da estratégia é muito maior que a do modelo de retorno ou do tipo de gráfico escolhidos.

As menores correlações encontradas (ainda que elevadas) são entre RETESCs de gráficos de Shewhart e de EWMA com $\lambda = 0,2$. Das demais correlações, a menor correlação encontrada é de 0,87. Esta menor correlação entre os RETESCs médios apurados com o uso de gráficos de Shewhart e de EWMA com $\lambda = 0,2$, no entanto, já era esperada, uma vez que estes gráficos

correspondem ao extremo da gama considerada (já que o gráfico de Shewhart corresponde a um gráfico de EWMA no caso extremo de $\lambda = 1$).

Não se faz necessário realizar esta mesma análise com os dados da amostra de controle dada a forte correlação encontrada na Tabela 7.9.

TABELA 7.10: CORRELAÇÕES ENTRE OS RETESCS DE DIFERENTES PARES DE GRÁFICO E MODELO DE RETORNO (amostra inicial)

	SETAR_SHEW	SEM_TR_AT_SHEW	EWMA_SHEW	MA_SHEW	ARMA_SHEW	ARCH_SHEW	SETAR_EWMA_0,2	SEM_TR_AT_EWMA_0,2	EWMA_0,2	MA_0,2	ARMA_0,2	ARCH_0,2	SETAR_EWMA_0,6	SEM_TR_AT_EWMA_0,6	EWMA_0,6	MA_0,6	ARMA_0,6	ARCH_0,6	
SETAR_SHEW	1,0000																		
SEM_TRAT_SHEW	0,9961	1,0000																	
EWMA_SHEW	0,9915	0,9936	1,0000																
MA_SHEW	0,9927	0,9689	0,9766	1,0000															
ARMA_SHEW	0,9943	0,9740	0,9816	0,9990	1,0000														
ARCH_SHEW	0,9950	0,9755	0,9835	0,9986	0,9990	1,0000													
SETAR_EWMA_0,2	0,9948	0,9754	0,9809	0,9986	0,9964	0,9973	1,0000												
SEM_TRAT_EWMA_0,2	0,8066	0,8625	0,8444	0,7801	0,7769	0,7881	0,7881	1,0000											
EWMA_EWMA_0,2	0,8043	0,8566	0,8374	0,7575	0,7731	0,7901	0,7901	0,9847	1,0000										
MA_EWMA_0,2	0,8036	0,8616	0,8382	0,7603	0,7767	0,7801	0,7878	0,9895	0,9905	1,0000									
ARMA_EWMA_0,2	0,8221	0,8765	0,8578	0,7714	0,7877	0,7916	0,7967	0,9918	0,9792	0,9853	1,0000								
ARCH_EWMA_0,2	0,8094	0,8647	0,8459	0,7553	0,7716	0,7763	0,7836	0,9907	0,9816	0,9831	0,9895	1,0000							
SETAR_EWMA_0,6	0,8126	0,8683	0,8493	0,7604	0,7773	0,7812	0,7873	0,9928	0,9824	0,9883	0,9888	0,9988	1,0000						
SEM_TRAT_EWMA_0,6	0,7823	0,8407	0,8207	0,7300	0,7474	0,7516	0,7599	0,9936	0,9882	0,9905	0,9919	0,9934	0,9936	1,0000					
EWMA_EWMA_0,6	0,9469	0,9741	0,9665	0,9155	0,9233	0,9278	0,9316	0,9191	0,9138	0,9137	0,9287	0,9227	0,9237	0,9030	1,0000				
MA_EWMA_0,6	0,9519	0,9719	0,9703	0,9288	0,9361	0,9401	0,9415	0,8959	0,8952	0,8883	0,9062	0,9006	0,9015	0,8790	0,9666	1,0000			
ARMA_EWMA_0,6	0,9501	0,9705	0,9682	0,9313	0,9400	0,9403	0,9377	0,8869	0,8813	0,8835	0,9028	0,8929	0,8970	0,8686	0,9771	0,9683	1,0000		
ARCH_EWMA_0,6	0,9666	0,9840	0,9794	0,9429	0,9479	0,9517	0,9517	0,8836	0,8715	0,8756	0,8983	0,8897	0,8902	0,8625	0,9911	0,9860	0,9796	1,0000	
SETAR_EWMA_0,6	0,9564	0,9797	0,9752	0,9304	0,9372	0,9416	0,9431	0,9035	0,8943	0,8971	0,9144	0,9070	0,9081	0,8843	0,9657	0,9685	0,9602	0,9564	1,0000
SEM_TRAT_EWMA_0,6	0,9644	0,9839	0,9794	0,9402	0,9454	0,9495	0,9502	0,8845	0,8739	0,8773	0,8987	0,8907	0,8911	0,8642	0,9924	0,9874	0,9798	0,9689	0,9973
EWMA_EWMA_0,6	0,9538	0,9766	0,9721	0,9253	0,9325	0,9375	0,9403	0,9108	0,8998	0,9006	0,9195	0,9132	0,9141	0,8910	0,9667	0,9680	0,9765	0,9632	0,9946

Este capítulo apresentou alguns resultados inesperados. destacam-se:

- Para o investidor que busca maximizar ISA (índice de Sharpe adaptado), ou seja, aquele que procura combinar a renda fixa (neste caso considerada zero em função das particularidades de nosso país) com a melhor opção de investimento de ativos de risco⁶, o melhor parece ser combinar o gráfico de Shewhart com o modelo AR(1), combinação que, intuitivamente⁷, tinha sido testada na dissertação de mestrado que deu origem a este trabalho;
- A estratégia 80, bastante próxima de uma das alternativas apontadas na dissertação de mestrado como uma das melhores estratégias, parece gerar bons resultados no longo prazo, mas seu desempenho não é tão satisfatório na amostra de controle. No entanto, neste estudo, não foi possível identificar se isto se deve ao uso de uma amostra de menor prazo, ou se o desempenho da Bolsa de São Paulo nos anos de 2005 e 2006 é que gerou os resultados apurados. Este aspecto merece ser considerado em trabalhos futuros;
- Investidores que desejam maximizar retorno devem preferir a modelagem do tipo SETAR;
- Investidores que buscam retornos mínimos devem procurar trabalhar com modelagem EWMA para os retornos, gráficos de controle EWMA com λ baixo e trabalhar com a estratégia 105, que resulta em apropriação de resultados menores, mas também em riscos menores;
- Comparando-se a regressão e a correlação dos valores apurados, parece que o ISA da amostra inicial mantém baixa relação com o da amostra de controle, mas os RETESCs das duas amostras apresentam alta ligação, o que sugere que o risco entre as ações varia muito do longo para o curto prazo, ou seja, os resultados de longo prazo são mais homogêneos que os de curto prazo. Vale a pena lembrar que este resultado pode ter sido encontrado devido aos períodos amostrais escolhidos.

⁶ Na prática, esta combinação corresponde à linha que, a partir da renda fixa, tangencia a fronteira eficiente e, portanto, gera a reta com maior coeficiente angular formado a partir das opções de investimento existentes.

⁷ Na construção da dissertação não havia qualquer motivo para a escolha do gráfico de Shewhart além da praticidade de se usar o gráfico mais difundido dentro do CEP, mas a escolha do modelo AR(1) deveu-se à idéia de seguir as práticas mais usuais do mercado financeiro