



**Insper Instituto de Ensino e Pesquisa**  
**Faculdade de Economia e Administração**

**THALES VINICIUS YAMAMOTO**

**Estratégias Long/Short no mercado de ações brasileiro:  
pares e rentabilidade**

## Resumo

A estratégia Long/Short com pares de ações visa obter retornos absolutos, ou seja, independentes da direção do mercado de ações como todo. Consiste na identificação de pares de papéis cujos retornos ao longo do tempo representam duas séries temporais cointegradas. Esta cointegração ocorre frequentemente com papéis de empresas que atuam no mesmo setor ou com duas classes de ações de uma mesma empresa. A ação com maior potencial de valorização em um par deve ser comprada e ação com potencial menor deve ser vendida a descoberto.

Este trabalho tem como objetivo identificar pares de cointegração entre as ações mais líquidas da Bovespa e estimar os retornos em potencial que poderiam ser obtidos pela execução da estratégia Long/Short sem exposição ao mercado (beta do par = 0) com base nas cotações históricas dos papéis.

## **Abstract**

The Equity Pairs Long /Short strategy aims to achieve absolute returns i.e. returns that are independent from the direction of the equity market as a whole. It consists on the identification of pairs whose prices represents two cointegrated time series. This cointegration happens frequently with stocks from companies in the same sector or with different stock classes from the same company. The stock with the greater appreciation potential should be bought and the other should be sold short.

This paper's objective is to identify cointegration pairs within the most liquid stocks traded in the Bovespa and to estimate the potential returns that could be obtained by the execution of the Long /Short strategy with no market exposure (pair beta = 0) based on the historical quotes of the papers.

## 1. INTRODUÇÃO

Long/Short é uma estratégia de construção de carteiras definida como a compra de um ativo financeiro simultânea à venda de outro. É frequentemente utilizada no mercado de ações por gestores de fundos multimercado (*hedge funds*) que possuem maior liberdade para uso de estratégias menos ortodoxas e venda de ativos a descoberto.

No mercado de ações, tal estratégia pode ser executada com uma abordagem paramétrica, pela identificação de pares de papéis cujo os preços ao longo do tempo estabelecem uma relação de cointegração entre si. A ação considerada acima de seu valor justo relativo no par é vendida a descoberto (posição vendida, ou *short*). O outro papel, considerado relativamente subvalorizado, é comprado (posição comprada, ou *long*).

A estratégia Long/Short permite a um gestor obter retorno através da identificação de uma empresa cujo potencial de valorização é superior à de uma concorrente em um dado setor. Na configuração *dollar-neutral*, em que as posições comprada e vendida possuem o mesmo tamanho, o valor da carteira não seria afetado se ambos os ativos apresentassem o mesmo retorno, negativo ou positivo, no período. A carteira apresentaria retorno positivo se o ativo comprado mostrasse uma valorização maior ou uma desvalorização menor que o ativo vendido.

Para exemplificar uma aplicação de Long/Short podemos hipotetizar um cenário com duas empresas do setor de Óleo e Gás, A e B. Uma análise fundamental das companhias mostra que a empresa A é operacionalmente mais eficiente que a empresa B e possui um maior potencial de valorização. Assim, compra-se 1000 reais em ações da empresa A (posição long) e vende-se a descoberto 1000 reais em ações da empresa B (posição short).

Caso as conclusões da análise se materializem, as ações da empresa A irão se valorizar mais que as da empresa B, gerando um resultado positivo na operação.

Para examinar a neutralidade da estratégia no caso de um choque que afete o setor como um todo, podemos analisar os efeitos de uma queda no preço do

petróleo na carteira formada pelas empresas A e B. É plausível esperar que ambas as empresas, cujos retornos são altamente correlacionados, sejam afetadas igualmente pela queda de preço da commodity com uma desvalorização igual nos dois papéis. Tal cenário iria ocasionar uma perda na posição long e um ganho de igual valor na posição short, assim resultando em ganho zero na estratégia. Nestas premissas, uma elevação do preço do petróleo que ocasionasse a valorização de ambos os papéis também não afetaria a rentabilidade da carteira.

No entanto, é importante notar que de acordo com o modelo CAPM o retorno esperado para um ativo é função de seu *beta* dada uma taxa livre de risco e um prêmio de mercado. Desta forma, para que uma carteira formada por uma posição comprada e outra vendida fosse imune ao risco sistemático do mercado, seu beta deveria ser igual à zero e em uma configuração *dollar-neutral*, tal cenário apenas seria possível se ambos os ativos possuírem betas iguais. Assim, para neutralizar a exposição do portfolio às variações do mercado, o gestor busca alocar volumes financeiros balanceados para cada posição inversamente proporcionais aos seus respectivos betas, assim executando a estratégia em sua configuração *market-neutral*.

No contexto do exemplo fornecido, na configuração market-neutral, a estratégia Long/Short também evita exposição ao risco sistemático que poderia se manifestar em uma queda do mercado de ações como um todo, expresso por um índice como IBOVESPA ou o S&P 500, que afetasse os papéis das empresas A e B.

A possibilidade de fazer hedging de riscos sistemáticos e setoriais torna Long/Short uma estratégia atraente para gestores que buscam retornos absolutos, independentes da direção de um dado mercado ou setor.

Outra vantagem fornecida pela neutralidade de mercado desta estratégia é a valorização da habilidade de stock-picking no mercado de ações. Com a eliminação dos riscos sistemáticos e setoriais, a análise fundamentalista das empresas em uma perspectiva micro se torna um fator crucial para a identificação de um par rentável em um setor.

O objetivo deste estudo é apresentar a fundamentação teórica da estratégia Long/Short na teoria moderna do portfólio e identificar pares de ações negociadas na Bovespa para aplicação da estratégia e análise dos retornos que seriam obtidos com base nas cotações históricas. A identificação será feita principalmente a partir de testes de cointegração, sem levar em conta características fundamentais ou segmentação setorial.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Caldeira (2013) descreve estratégias market-neutral como consistindo na manutenção de posições compradas e vendidas com alocação ponderada de forma a gerar uma carteira com beta igual a 0. Desta forma o retorno desta carteira não apresentaria correlação com um índice usado como proxy para aquele mercado.

Gatev et al. (2006) define a construção de uma estratégia de *pairs trading* de forma simples. Deve-se encontrar dois ativos cujos preços movem-se juntos historicamente. Ao se notado um aumento na discrepância entre esses preços, deve-se comprar o ativo relativamente mais barato e vender o mais caro. Se a tendência histórica se mantiver no futuro, os preços irão convergir e será obtido um resultado positivo. O autor classifica a estratégia na categoria de arbitragem estatística.

Vidyamurthi (2004) apresenta a cointegração como um parâmetro para determinar objetivamente se os preços de dois ativos estão se movendo juntos. Caldeira (2013) cita como uma vantagem do uso de seu uso quando comparado à correlação a possibilidade de utilizar séries de preços, normalmente estacionárias na primeira diferença, em nível. A dinâmica da cointegração é exposta pelo autor no processo de correção de erros. Quando ocorre um desvio da média de longo prazo de uma combinação de duas séries temporais cointegradas, as séries irão se ajustar para retornar ao equilíbrio. O autor ainda ilustra o fato de que a relação de cointegração entre as duas séries implica que o *spread* entre elas é estacionário. Portanto, a diferença entre duas séries de preços de ações cointegradas tenderia a reverter à média no longo prazo, sendo esta uma condição fundamental para a rentabilidade da estratégia *Long/Short* com pares.

Uma implementação da estratégia *Long/Short Pairs Trading* é proposta por Caldeira (2013). O autor utiliza como base de dados as cotações históricas das

ações componentes do IBOVESPA entre janeiro de 2005 e dezembro de 2009. Este período é subdividido em períodos de estimação, nos quais são realizados os testes de cointegração para identificação dos pares, e períodos de *trading*, nos quais os pares identificados no último período de estimação são testados com base em regras de *trading* predefinidas para que seja apurada a performance da estratégia.

Os primeiros 250 dias das séries de cotações são utilizados como período de estimação apenas, assim não ocorre abertura de posições. Nos próximos 84 dias ocorre o primeiro período de *trading* nos qual as posições nos pares identificados no primeiro período de estimação são abertas. Ao final do primeiro período de *trading*, no dia 334, os testes de cointegração são realizados novamente com todos os pares possíveis e com base nos 250 dias anteriores, sendo este o segundo período de estimação cujos pares serão usados no período de *trading* que se inicia no dia 335. Deve-se notar que este período de estimação inclui os dados do primeiro período de *trading* e parte do primeiro período de estimação. Este procedimento é repetido ao longo das séries de preço resultando em 12 períodos de *trading* que não se sobrepõem.

O primeiro procedimento realizado nos períodos de estimação consiste na identificação de pares dentro de um conjunto definido de ações nos quais ocorre cointegração. Como o autor utiliza 50 ações, há 1255 pares possíveis. Primeiramente todas as series de preços são submetidas ao teste ADF para verificar se são integradas em I(1). Em seguida, todas os pares formados com as ações que passaram no teste ADF são submetidas a testes de cointegração com o procedimento de duas etapas de Engle-Granger e Johansen.

O método de duas etapas de Engle-Granger permite a visualização intuitiva da base teórica da estratégia de cointegração. Na primeira etapa, é feita a regressão para estimar a combinação linear das duas series em cada par como descrito na equação (1).  $z_t$  pode ser interpretado como a relação de equilíbrio de longo prazo entre os preços das duas ações, ou no contexto da estratégia, o spread entre os preços das ações  $l$  e  $s$  no instante  $t$ .  $\beta$  representa o coeficiente de cointegração e seu valor estimado indica a quantidade do papel  $s$  que devem ser alocada na posição oposta de cada papel  $l$ .

$$P_t^l - \beta P_t^s = z_t \quad (1)$$

Da regressão com base na equação (1) também são obtidas a média do spread e a meia-vida, a metade do tempo necessário para que reversão a média ocorra.

Na segunda etapa, os valores de  $z_t$ , que equivalem aos resíduos da regressão da equação (1), são submetidos a um teste de raiz unitária para confirmar se são estacionários. Se esta hipótese for confirmada, as séries de preço das duas ações exibem uma relação de cointegração. Tal constatação implica que o valor do spread  $z_t$  exibe um comportamento de reversão à média.

O autor utiliza as cotações históricas dos papéis para simular o desempenho de cada par no período de estimação em questão com base em uma regra de *trading* que determina que as posições em cada par serão abertas quando o valor do spread estiver dois desvios-padrões distante do valor esperado para  $z_t$  e liquidadas quando esta distância se reduzir para 0,5 desvio-padrão.

Com os resultados obtidos nas simulações, os 20 pares com o maior índice de Sharpe são selecionados para compor a carteira.

Na conclusão das simulações, Caldeira (2013) obtém retorno acumulado de 89,79% com retorno médio de 17,37% ao ano e correlação de 0,1.

Harlemont (2000) adota a mesma definição para a estratégia e cita a reversão à média dos preços relativos das duas ações no par como elemento necessário para rentabilidade. O autor propõe o uso do teste de Dickey-Fuller para verificar tal condição.

### **3. METODOLOGIA**

Para condução deste experimento, será utilizada como base a metodologia proposta por Caldeira (2013). O teste de cointegração utilizado será o procedimento de duas etapas de Engle-Granger. Para a execução do teste será empregada a biblioteca *egcm* desenvolvida por Matthew Clegg, em conjunto com a linguagem R.

O conjunto de ações utilizado para a seleção de pares será a carteira que compõe o índice IBrX 100 no momento do início do período de estimação em questão. Como o IBrX 100 possui 100 componentes, temos 4950 pares possíveis

em todos os períodos com exceção do primeiro, no qual o índice se encontrava com 99 componentes, resultado em 4851 possibilidades de pares.

O intervalo das cotações diárias analisadas, dividido em períodos de *trading* e estimação, será de 2 de janeiro de 2014 a 29 de dezembro de 2017, totalizando 4 anos. Assim, temos 8 períodos de estimação e 8 períodos de *trading* completos utilizando o mesmo número de dias que Caldeira (2013) para períodos de estimação e *trading*.

Para simular os custos da operação, será descontado do resultado dos períodos de *trading* o custo do aluguel dos papéis usados para cobrir a posição vendida. Para tal fim, serão utilizados os dados históricos de taxa de empréstimo para o tomador diária obtidos da plataforma Economática.

#### 4. RESULTADOS ESPERADOS

Em termos de retorno, são esperados resultado em linha com obtidos em Caldeira (2013). Com o uso do índice IBrX 100, que possui mais componentes que o Ibovespa, se espera a identificação de um maior número de pares cujos preços apresentam relação de cointegração.

#### 5. RESULTADOS

As quantidades de pares que exibem relação de cointegração em cada período de estimação são apresentadas na tabela (1).

**Tabela 1** - Número de pares para os quais foi identificada relação de cointegração no respectivo período de estimação.

Período de estimação	Nº de pares
Período 1	57
Período 2	39
Período 3	31
Período 4	47
Período 5	50
Período 6	65
Período 7	56
Período 8	46

Em cada período de estimação foi executado uma simulação de *trading* com os preços históricos do período para cada par e assim foram selecionados os 20 pares com o maior índice de Sharpe, cujo cálculo é descrito na equação (2).  $E(r)$  é o retorno diário médio apurado na série de retornos do par em questão,  $\sigma$  é o desvio padrão destes retornos e  $r$  é taxa livre de risco no período, para a qual o DI de um dia é utilizado como *proxy*. Na tabela 2 são exibidos os resultados da simulação de *trading* no período de estimação.

$$S = \frac{E(r)}{\sigma - r} \quad (2)$$

**Tabela 2** – Retorno acumulado e volatilidade diária média obtido na simulação para cada período de estimação.

Período de <i>trading</i>	Retorno	Volatilidade
Período 1	26,37%	0,58%
Período 2	28%	0,12%
Período 3	37%	0,75%
Período 4	40,4%	0,78%
Período 5	31,4%	0,67%
Período 6	43%	0,77%
Período 7	26,16%	0,53%
Período 8	27,5%	0,59%

Para apuração do retorno diário do par quando há uma posição em aberto, é utilizada a equação (3).  $q_a$  e  $q_b$  são as quantidades compradas ou vendidas das ações  $a$  e  $b$  respectivamente, sendo que a quantidade em módulo sempre igual a 1 para a ação  $b$  e igual ao valor apurado para  $\beta$  para a ação  $a$ . A ação que estiver na posição vendida terá sua quantidade com sinal negativo.

$$r = \frac{q_a(p_{at} - p_{at-1}) + q_b(p_{bt} - p_{bt-1})}{q_a p_{at-1} + q_b p_{bt-1}} \quad (3)$$

Após a execução das simulações nos períodos de *trading* utilizando os pares obtidos nos seus respectivos períodos de estimação, foram obtidos os resultados mostrados na tabela 3.

**Tabela 3** – Retorno e volatilidade diária média para cada período de *trading*, assumindo alocações financeiras iguais.

<b>Período de <i>trading</i></b>	<b>Retorno</b>	<b>Volatilidade</b>
Período 1	-1,07%	1,31%
Período 2	0,8%	0,8%
Período 3	4,06%	1,13%
Período 4	1,7%	1,31%
Período 5	-7,9%	1,21%
Período 6	3,6%	0,7%
Período 7	-1,6%	0,8%
Período 8	-3,2%	0,74%

Para obtermos um parecer sobre a rentabilidade da estratégia devemos usar como benchmark o índice IBrX 100. A tabela 4 apresenta os retornos acumulado e volatilidade do retorno diário médio para o índice.

**Tabela 4** – Retorno do índice IbrX 100 e volatilidade dos retornos diários em cada período de *trading*.

<b>Período de <i>trading</i></b>	<b>Retorno IBrX</b>	<b>Volatilidade</b>
Período 1	16,83%	1,36%
Período 2	-15,57%	1,28%
Período 3	-13,96%	1,52%
Período 4	-28,78%	1,20%
Período 5	13,97%	1,22%
Período 6	8,64%	1,44%
Período 7	6,54%	1,12%
Período 8	21,44%	1,28%

Observando estes resultados, é possível notar que os índices de Sharpe nos períodos de *trading* são menores que aqueles dos períodos de estimação, com a

ocorrência de retornos negativos. A estratégia obteve retorno superior ao benchmark em 3 dos 8 períodos. Considerando todos os períodos de *trading*, o resultado total obtido pelos pares foi uma perda de 4,08% enquanto que o IbrX 100 registrou um ganho de 47,63% no mesmo período.

Tendo em vista este resultado, divergente de Caldeira (2013), se torna importante um teste de robustez. Desta vez, utilizando o mesmo conjunto de papéis utilizado pelo autor, a carteira do Ibovespa, será efetuado o procedimento do teste realizado para ações do IBrX 100. O período usado será o mesmo da execução anterior, de janeiro de 2014 a dezembro de 2017.

O índice Ibovespa, usado por Caldeira (2013), possui um menor número de papéis que o IbrX 100, com 59 componentes no final do período, e possui um critério de seleção de ações diferente. O índice leva em conta apenas a liquidez, expressa pelo índice de negociabilidade, como critério de ponderação. Desta forma, uma empresa que esteja passando por um evento negativo, com um forte movimento de venda de seus papéis, tenderá a ganhar mais peso no Ibovespa. O IbrX 100 por sua vez considera a capitalização de mercado da companhia como fator complementar a liquidez em sua ponderação. Assim, uma empresa em situação de stress tenderia a ter sua elevação de liquidez compensada pela queda de valor de mercado.

A tabela 5 mostra o número de pares que apresentam relação de cointegração no período de estimação.

**Tabela 5** - Número de pares para os quais foi identificada relação de cointegração no respectivo período de estimação.

<b>Período de estimação</b>	<b>Nº de pares</b>
Período 1	34
Período 2	14
Período 3	9
Período 4	17
Período 5	24
Período 6	27
Período 7	19
Período 8	12

A tabela 6 mostra os retornos obtidos no período de estimação.

**Tabela 6** – Retorno acumulado e volatilidade diária média obtido na simulação para cada período de estimação.

<b>Período de <i>trading</i></b>	<b>Retorno</b>	<b>Volatilidade</b>
Período 1	24,97%	0,53%
Período 2	24,01%	0,6%
Período 3	28,1%	0,58%
Período 4	24,68%	0,66%
Período 5	23,98%	0,62%
Período 6	30,51%	0,62%
Período 7	23,55%	0,56%
Período 8	11,58%	0,42%

É possível notar que assim como no teste original, foram obtidos pares com alto retorno e volatilidade moderada. Tais pares serão agora submetidos aos períodos de trading. A tabela 7 exibe os retornos acumulados obtidos para cada período.

**Tabela 7** – Retorno e volatilidade diária média para cada período de *trading*, assumindo alocações financeiras iguais.

<b>Período de <i>trading</i></b>	<b>Retorno</b>	<b>Volatilidade</b>
Período 1	-1,28%	1,18%
Período 2	0,41%	0,9%
Período 3	0,84%	1,2%
Período 4	-2,26%	1,18%
Período 5	-7,9%	1,41%
Período 6	1,58%	0,72%
Período 7	1,59%	0,86%
Período 8	-1,13%	0,82%

Nos períodos de *trading*, a estratégia acumulou uma perda de 8,21%, um resultado muito inferior aos dos períodos de estimação e ao ganho de 39,22%

registrado pelo Ibovespa, como ocorreu com o teste realizado com a amostra original do índice IbrX 100.

**Tabela 8** – Retorno do índice Ibovespa e volatilidade dos retornos diários em cada período de *trading*.

<b>Período de <i>trading</i></b>	<b>Retorno Ibovespa</b>	<b>Volatilidade</b>
Período 1	17,70%	1,6%
Período 2	-16,78%	1,34%
Período 3	-14,08%	1,61%
Período 4	31,10%	2,12%
Período 5	13,09%	1,27%
Período 6	9,9%	1,49%
Período 7	5,6%	1,16%
Período 8	21,20%	1,3%

Assim, constata-se que os resultados obtidos com a estratégia tanto para o IbrX 100 como para o Ibovespa foram similares.

## **6. Conclusão**

Analisando os retornos obtidos pelos pares nos períodos de estimação e comparando com os aferidos no período de *trading* podemos observar que a convergência dos valores dos spreads no período de *trading* para aqueles observados nos respectivos períodos de estimação não ocorreu em vários pares, assim gerando resultados negativos em 4 períodos tanto no teste original como no de robustez. Tal observação indicaria que as relações de cointegração registradas no período de estimação não se mantiveram no período de *trading*. Uma possível evidência é o fato de que para o teste original conduzido com índice IBrX 100, apenas 2 pares identificados para *trading* nos períodos de estimação 3, 4 e 6 estiveram entre os pares de *trading* do período seguinte. Para os períodos 1, 2, 5 e 7 não houve pares de *trading* que se repetiram no período subsequente.

Os resultados obtidos neste estudo diferem daqueles obtidos por Caldeira (2013), que utilizando um período amostral diferente, registrou retornos anualizados superiores ao Ibovespa, benchmark utilizado por este.

Um aspecto compartilhado tanto por este trabalho quanto por Caldeira (2013) é a não restrição da formação de pares a setores. Desta forma, grande parte das relações de cointegração identificadas entre empresas não teriam justificativa fundamental para sua existência.

Citando o exemplo mencionado anteriormente no setor de Óleo & Gás, uma relação de longo prazo entre os preços das companhias no setor poderia ser fundamentada no fato de que todas têm suas receitas como função do preço do petróleo. Os fatores comuns aos quais as empresas do setor estariam sujeitas seriam responsáveis pela manutenção da relação entre os preços no longo prazo.

Assim, não haveria razão para que os pares que exibiam uma relação de cointegração no período de estimação mantivessem este comportamento no período de *trading* sem uma segmentação setorial, tornando os resultados da estratégia inconsistentes no tempo. Tal inconsistência foi observada na diferença de resultados entre este estudo e Caldeira (2013).

Caso a estratégia Long/Short baseada apenas em relações de cointegração obtenha resultados inferiores no longo prazo ao índice IBrX 100, que pode ser considerado um proxy do mercado de ações, é possível inferir que o mercado acionário brasileiro adere à eficiência fraca, que de acordo com a Hipótese do Mercado Eficiente, afirma que não é possível obter retornos superiores ao mercado com o uso de padrões e outras informações contidas em preços e dados de negociações.

## Referências

GATEV, Evan, GOETZMANN, William N., ROUWENHORST, K. Geert. **Pairs Trading: Performance of a Relative Value Arbitrage Rule**. Yale ICF Working Paper No. 08-03. 2006.

CALDEIRA, João Frois. Arbitragem Estatística, Estratégia Long-Short Pairs Trading, Abordagem com Cointegração Aplicada ao Mercado de Ações Brasileiro. **Revista Economia**, Brasília, v. 14, n. 1, p.521-546, maio/agosto 2013.

Herlemont, D. (2000). Pairs trading, convergence trading, cointegration. Yats working papers, YATS Finances & Technologies.

VIDYAMURTHY, Ganapathy. **Pairs trading: quantitative methods and analysis**. Hoboken, NJ: J. Wiley, 2004.