

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO – PPGA
ESPECIALIZAÇÃO EM MERCADO DE CAPITAIS**

Marcelo Halmel

Pairs trading de Ativos do IBOVSPA com Utilização da
Cointegração

Orientador: João Frois Caldeira

**Porto Alegre
2011**

Marcelo Halmel

Pairs trading de Ativos do IBOVESPA com Utilização da
Cointegração

**Trabalho de conclusão de curso de
Especialização apresentado ao Programa
de Pós-Graduação em Administração da
Universidade Federal do Rio Grande do
Sul, como requisito parcial para a
obtenção do título de Especialista em
Administração.**

Orientador: Prof. Dr. João Frois Caldeira

**Porto Alegre
2011**

Marcelo Halmel

TÍTULO DO TRABALHO: *Pairs trading* de Ativos do IBOVESPA com Utilização da Cointegração

Conceito final:
Aprovado em dede.....

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. – Instituição

Prof. Dr. – Instituição

Prof. Dr. – Instituição

Orientador – Prof. Dr. – Instituição

RESUMO

Nos últimos anos a cointegração se tornou uma ferramenta muito utilizada no mercado financeiro. O objetivo deste trabalho é identificar pares de ações integrantes do IBOVESPA para serem utilizados na estratégia de *pairs trading* sendo selecionados através da aplicação do teste de cointegração de Engle-Granger. A estratégia de *pairs trading* busca explorar desvios temporários nas relações de equilíbrio de longo prazo entre as ações integrantes do par. Ela não envolve alocação direta de recursos, pois a estratégia consiste no aluguel e venda de um ativo e com o valor recebido por essa venda é feita a compra do outro ativo. O par utilizado buscar ter um *beta* igual a zero para que assim não se tenha uma exposição direcional ao mercado. Com base nos valores de fechamento das ações no ano de 2009 realizamos os testes de cointegração e fizemos as projeções para o ano de 2010. Utilizando a estratégia obtivemos retornos positivos durante o ano de 2010. No estudo dividimos o ano em três quadrimestres e em todos eles tivemos rentabilidade líquida positiva. As ações integrantes do mesmo setor se mostraram muito eficientes na estratégia e os resultados obtidos com este estudo reforçam a eficiência da cointegração para ser utilizada no mercado financeiro.

Palavras Chave: *Paris trading*; cointegração; mercado financeiro; IBOVESPA.

ABSTRACT

In the last few years the cointegration has become a tool widely used in financial markets. The objective of this study is to identify pairs of IBOVESPA to be used in pairs trading strategy being selected by applying the cointegration test of Engle-Granger. The pairs trading strategy aims to explore temporary deviations in the relations of long-term equilibrium between the actions of the pair members. It does not involve direct allocation of resources, because the strategy is the rental and sale of an asset and the value received for that sale is made the purchase of other assets. The pair seeks to have a beta equal to zero to not have a directional market exposure. Using the strategy we had positive returns during the year 2010. In the study year was divided into three quarters and they all had positive net return. The shares in the same sector proved very effective strategy and the results of this study reinforce the efficiency of cointegration to be used in the financial market.

Keywords and Phrases: *Pairs trading; cointegration; financial market; IBOVESPA.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Sequencia das Atividades do Trabalho -----	29
Gráfico 1 – Meia Vida dos Pares Seleccionados no 1º Quadrimestre -----	34
Gráfico 2 – Rentabilidade Líquida dos Pares do 1º Quadrimestre -----	35
Gráfico 3 – Índice Sharpe dos Pares Seleccionados no 1º Quadrimestre -----	36
Gráfico 4 – Meia Vida dos Pares Seleccionados no 2º Quadrimestre -----	37
Gráfico 5 – Comparação do Índice Sharpe Entre os Dois Primeiros Quadrimestres	38
Gráfico 6 – Rentabilidade dos pares do 2º Quadrimestre -----	39
Gráfico 7 – Meia Vida dos pares selecionado no 3º Quadrimestre -----	40
Gráfico 8 – Rentabilidade dos pares do 3º Quadrimestre -----	41
Gráfico 9 – Índice Sharpe dos pares selecionados no 3º Quadrimestre -----	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Amostra Seleccionada	30
Tabela 2 – Pares Seleccionados para o 1º Quadrimestre	33
Tabela 3 – Pares Seleccionados para o 2º Quadrimestre	37
Tabela 4 – Índice Sharpe dos Pares seleccionados para o 2º Quadrimestre	38
Tabela 5 – Pares Seleccionados para o 3º Quadrimestre	40
Tabela 6 – Comparação Entre o Índice Sharpe e Rentabilidade Líquida	42
Tabela 7 – Pares Compostos por Ações Integrantes do Mesmo Setor	43

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
PROBLEMA	11
JUSTIFICATIVA	13
OBJETIVOS	14
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
1.1 BOLSA DE VALORES	15
1.1.1 História da BM&FBOVESPA	16
1.1.2 IBOVESPA	16
1.2 <i>LONG/SHORT</i>	18
1.2.1 <i>Pairs Trading</i> Neutro a Mercado	18
1.3 PRINCIPAIS CONCEITOS ENVOLIDOS.....	20
1.3.1 Séries Não-Estacionárias	20
1.3.2 Cointegração e Correlação.....	21
1.3.3 Índice Sharpe	23
1.4 DESENVOLVIMENTO DA ESTRATÉGIA	23
1.5 CBLC – COMPANHIA BRASILEIRA DE LIQUIDAÇÃO E CUSTÓDIA	25
1.5.1 Banco de Títulos CBLC.....	25
1.5.2 Garantias.....	27
1.6 TAXA SELIC.....	27
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	29
2.1 METODOLOGIA DE PESQUISA	29
2.2 COLETA DE DADOS	30
2.3 IMPLEMENTAÇÃO DA PESQUISA	31
3. RESULTADOS	33

3.1 PRIMEIRO QUADRIMESTRE DE 2010.....	34
3.2 SEGUNDO QUADRIMESTRE DE 2010	36
3.3 TERCEIRO QUADRIMESTRE DE 2010	40
4. CONCLUSÕES.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

INTRODUÇÃO

O *pairs trading* é uma estratégia de investimento quantitativa. É amplamente utilizada por fundos de hedge. No Brasil, na década de 90, passaram a ser muito utilizada por vários fundos que são definidos pela ANBIMA como Fundos de Investimento Multimercado. Esta estratégia procura identificar dois ativos que tenham relações de longo prazo nos preços e explorar desvios no equilíbrio nas relações de preços no curto prazo. (CALDEIRA, 2010)

Segundo Caldeira e Portugal (2009) as operações de *long-short* procuram não envolver alocação de recursos, pois ela consiste na venda de uma ação (A) e na compra de outra (B) através da receita gerada com a venda de (A). Ainda para Caldeira e Portugal (2009) a maioria das operações de *long-short* procuram não ter exposição direcional ao mercado e para isso a operação precisa ter um beta zero em relação ao mercado.

Durante muitos anos a correlação foi a grande ferramenta utilizada para análise da estratégia de *pairs trading*. A correlação baseia sua análise na relação entre os retornos gerados por dois ativos ao longo de um período. Segundo Gabe e Caldeira (2009) ela é uma medida de curto prazo não sendo estável ao longo do tempo. Por ter esta característica acaba exigindo muitos rebalanceamentos durante o período (ALEXANDER e DIMITRU, 2002).

A partir da década de 90 começaram a surgir os primeiros estudos referentes a utilização da cointegração para formação de estratégias de *long-short*. A cointegração busca explorar a relação entre os preços de dois ativos ao longo do tempo. Ao contrario da correlação, ela procura explicar a relação de longo prazo o que também exige menos rebalanceamentos. (CALDEIRA e GABE, 2009)

Segundo Caldeira (2010) a relação entre os preços dos ativos apresenta uma relação de equilíbrio média ao longo do tempo. Esta relação pode sofrer variações ao longo do período, porém sempre tende a retornar a média.

O trabalho será iniciado tratando da importância do tema. No capítulo 1 será apresentada a revisão bibliográfica que tratará sobre a Bolsa de Valores, abordando seu histórico e a composição do IBOVESPA. A definição de *pairs trading* e *long-short* neutro a mercado. Outros conceitos importantes como a correlação, cointegração e o que são a CBLC e o BTC.

Já no capítulo 2 serão abordados os procedimentos metodológicos para a formação da estratégia. No capítulo 3 os resultados obtidos após as análises serão apresentados e para finalizar, no capítulo 4 será apresentada a conclusão referente ao estudo.

PROBLEMA

No mercado financeiro a busca por novos produtos e novas estratégias de investimento é um objetivo constante. Muitos gestores, investidores, diretores de instituições financeiras e acadêmicos estão sempre atrás de novas ferramentas para conseguirem assim, mais uma maneira de diversificar seus investimentos, aumentar seus rendimentos ou de atrair mais clientes.

A concorrência entre as empresas desse setor é muito forte. Elas querem sempre estar apresentando retornos maiores para os seus clientes, para assim tentar alcançar um elevado nível de satisfação por parte deles. Investidores, em sua grande maioria, costumam ser avessos ao risco, por isso geralmente buscam investir em empresas que apresentem um histórico de rentabilidade melhor do que as concorrentes.

O mercado financeiro passa por uma constante evolução. De tempos em tempos surgem novos produtos e novas modalidades de investimentos. O aperfeiçoamento das técnicas já existentes também é muito importante, por isso as possibilidades de estudo sobre este tema é infindável.

O *long-short* surgiu como um novo produto no mercado e a partir daí se buscou aprimorar ao máximo esta ferramenta. Existem diversos tipos de *long-short*, ele pode ser feito com uma carteira ou com um par de ativos, pode ser direcional ou neutro, pode ser intrasetorial ou intersetorial, feito com utilização de ações ordinárias e preferenciais da mesma empresa ou então feito entre controlador e controlada (empresa listada na bolsa que detém grande parte das ações de outra empresa listada na bolsa).

O *pairs trading* neutro a mercado pode ser utilizado como uma ferramenta de investimento de renda variável para aqueles investidores que não estão dispostos a correr os riscos do investimento direcional em bolsa de valores. Como ele consiste na compra e venda de ativos financeiros com um valor resultante de beta zero, ele não deixa o investidor a mercê do desempenho do mercado.

Historicamente o *pairs trading* procurou explorar a correlação entre os retornos apresentados por dois ativos. Com os constantes estudos feitos por profissionais envolvidos com o mercado e acadêmicos, desde meados dos anos 90,

tem se passado a utilizar a cointegração, que analisa a relação entre os preços de ativos ao longo do tempo.

As instituições financeiras passaram a oferecer os Fundos de Investimento Multimercado baseados em *long-short* como uma alternativa para superar a renda fixa. Como veremos no decorrer do trabalho, vários autores afirmam que o uso da cointegração permite menos rebalanceamentos do que quando se utiliza a correlação logo, retornos maiores já podem ser obtidos evitando estes custos.

Baseado nos fatos acima comentados procura-se responder a seguinte questão: É possível Identificar pares para montar estratégia de *pairs trading* compostos por ações integrantes do IBOVESPA, com o uso da cointegração, e que tenham retornos positivos?

JUSTIFICATIVA

A adoção do *pairs trading* neutro com utilização da cointegração, tem sido cada vez mais comum por fundos multimercado baseados em *long-short*, no Brasil. Muitos investidores ainda adotam a correlação como ferramenta base para guiarem suas operações neste tipo de estratégia, porém ela tem se tornado cada vez mais obsoleta.

O *pairs trading* é uma ferramenta ainda pouco conhecida pela grande maioria dos investidores, apesar de ser utilizada por muitos dos fundos Multimercado. A própria captação destes fundos não é muito elevada se comparada com outros tipos de aplicação.

Os investidores estão sempre em busca de um tipo de investimento que tenha um retorno superior a taxa SELIC e que apresente baixo risco. As operações de *pairs trading* tem apresentado ao longo do tempo resultados significativos sem expor os investidores a grandes riscos.

Este estudo se torna oportuno, pois com taxas de juros tendendo a se tornarem cada vez mais baixas, se a inflação continuar controlada, a procura por este tipo de investimento pode se tornar cada vez maior. Identificando pares de ações integrantes do IBOVESPA, que garante um nível desejado de liquidez, pode-se elaborar um histórico de rentabilidade das operações de *pairs trading* envolvendo estes pares e assim estimular o investimento neste tipo de operação. Lembrando que a rentabilidade passada não é garantia de rentabilidade futura.

OBJETIVOS

De acordo com os temas tratados anteriormente, nesta seção será abordado o objetivo geral e os objetivos específicos.

OBJETIVO GERAL

Identificar pares para montar estratégia de *pairs trading* compostos por ações integrantes do IBOVESPA, com o uso da cointegração, e que tenham retornos positivos?

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Selecionar pares de ações integrantes do IBOVESPA para que seja analisado se existe cointegração entre as ações do par;
- Apurar a rentabilidade destes pares;
- Identificar os pares que tenham rentabilidade positiva ao longo do período.

1. REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

A utilização do *pairs trading* se tornou um tipo de arbitragem estatística cada vez mais difundida entre os gestores de *head-funds*. De acordo com Caldeira (2010) tradicionalmente é utilizada a correlação para identificação destes pares, porém ultimamente tem se desenvolvido muito o uso da correlação.

Estas negociações se dão em um meio transparente onde todas as operações ficam registradas em sistemas altamente modernos onde todas as partes precisam entregar garantias para que os negócios sejam cumpridos. No Brasil estas operações são realizadas através da Bolsa de Valores de São Paulo de acordo com o site da BM&FBOVESPA.

1.1. BOLSA DE VALORES

As bolsas de valores são centros de negociação onde se compram e vendem valores mobiliários. Nas bolsas de valores mais modernas essas negociações são realizadas através de sistemas eletrônicos de última geração. Elas são responsáveis a prover um ambiente adequado para a realização destes negócios de forma transparente e justa para todos os envolvidos. (BVM&FBOVESPA, 2011)

As bolsas podem trazer diversos benefícios para a economia e também para a sociedade de um país:

- Possibilita que as empresas levantem capital para novos investimentos;
- Possibilita o acúmulo de poupança por parte dos investidores;
- Transparência na gestão das empresas; e
- Reflete a situação e as expectativas dos investidores em relação a economia do país.

A BM&FBOVESPA S/A. é a principal Bolsa de Valores do Brasil sendo responsável por administrar os mercados de Bolsa, de Balcão Organizado e de Bolsa de Derivativos e Futuros.

1.1.1. História da BM&FBOVESPA

Emílio Rangel Pestana, no dia 23 de agosto de 1890, fundou a Bolsa Livre que seria o passo inicial para a criação da BOVESPA. Logo após, em 1891, a bolsa acabou sendo fechada, porém em 1895 foi criada a Bolsa de Fundos Públicos de São Paulo. Em 1935 seu nome foi alterado para Bolsa Oficial de Valores de São Paulo, passando, em 1967, a ser chamada de Bolsa de Valores de São Paulo. (BVM&FBOVESPA, 2011)

Por volta de 1980 a referência no mercado de ações no Brasil era a Bolsa de Valores do Rio de Janeiro (BVRJ). A partir desta década ela começou a perder espaço para a BOVESPA que começou a concentrar grande parte das operações neste mercado. Com isso as outras bolsas existentes na época, “encabeçadas” pelas bolsas do Rio de Janeiro e São Paulo, assinaram um acordo de integração tornando a BOVESPA a referência na negociação de títulos privados e ações de companhias abertas e a BVRJ ficaria responsável pela negociação dos títulos da dívida pública.

No início deste século ocorreram algumas das mudanças mais significativas. Em 2006 a BOVESPA passa a operar somente através do pregão eletrônico. Já no ano de 2007 a Bolsa de Valores de São Paulo faz sua oferta pública de ações (IPO) no mercado passando a ter suas próprias ações sendo negociadas na BOVESPA e consequentemente passando a ser uma empresa com fins lucrativos. Neste mesmo ano a Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F) também faz seu IPO. Em 2008, com a fusão entre a BOVESPA e a BM&F surgiu a BM&FBOVESPA. Com esta fusão se tornou a bolsa oficial do Brasil. (BVM&FBOVESPA, 2011)

1.1.2. IBOVESPA

O IBOVESPA é o índice referência da Bolsa de Valores de São Paulo. É um indicador de desempenho das principais ações negociadas na BM&FBOVESPA. Desde sua implementação em 1968 o índice não sofreu nenhuma modificação em sua metodologia de cálculo.

Para fazer parte da carteira teórica do IBOVESPA as ações devem cumprir os seguintes requisitos nos doze meses anteriores a formação da carteira que é recalculada a cada quatro meses:

- Fazer parte de um conjunto de ações que representem 80% do volume transacionado nos últimos 12 meses;
- Deve ter sido negociada em pelo menos 80% dos pregões, também neste período; e
- Representar volume superior a 0,1% do total.

De acordo com o site da BVM&FBOVESPA, para calcular a participação da ação na carteira do IBOVESPA o critério avaliado é o Índice de Negociabilidade e utiliza a seguinte fórmula:

$$IN = \sqrt{\frac{n_i}{N} * \frac{v_i}{V}}$$

onde:

IN = índice de negociabilidade

n_i = número de negócios com a ação "i" no mercado à vista (lote-padrão)

N = número total de negócios no mercado à vista da BOVESPA (lote-padrão)

v_i = volume financeiro gerado pelos negócios com a ação "i" no mercado à vista (lote-padrão)

V = volume financeiro total do mercado à vista da BOVESPA (lote-padrão)

Uma ação somente será excluída do índice se deixar de se enquadrar em pelo menos dois dos critérios de inclusão. Empresas que estiverem em processo de falência, em recuperação judicial ou então com suas negociações suspensas também não poderão fazer parte do índice.

1.2. LONG-SHORT

Caldeira e Portugal (2009) dizem que existem diversas formas de *long-short*. A estratégia pode ser formada com uma ação e um índice do qual a empresa faça parte, pode envolver um par de ações (*pairs trading*) e também pode ser formado por duas carteiras de ações, sendo uma carteira comprada e outra vendida. Todas as operações procuram aproveitar oscilações de curto prazo nos preços dos ativos que tenham comprovada relação de longo prazo.

A estratégia de *long-short* geralmente não envolve alocação de recursos. Ela ocorre com a compra e venda de ações ou índices. O crédito gerado pela venda de ativos é utilizado para a compra de outros. (CALDEIRA e PORTUGAL, 2009)

Ainda para os autores, o *long-short* é resultante da compra de ações subvalorizadas e da venda de ações sobrevalorizadas, para assim explorar ineficiências apresentadas no mercado na expectativa que estas ações que tiveram um desempenho inferior as outras venham a ter um resultado mais favorável nos próximos períodos. Portanto a parte comprada não precisa ter um desempenho melhor do que o mercado para ter um resultado positivo, precisa apenas ter um desempenho melhor do que a parte vendida. Porém, esta simples análise, não garante ao *long-short* a neutralidade a mercado. Para que isto ocorra é necessário que as ações tenham comprovada interdependência.

Para Alexander and Dimitriu (2002) estratégias *long-short* com ações poderão não ser neutras ao mercado se não forem formadas com um beta de mercado igual a zero. De acordo com Jacobs et al. (1993) a estratégia é considerada neutra quando elimina o risco direcional do mercado. Ela deverá apresentar posições compradas e vendidas equivalentes a risco de mercado durante o período.

1.2.1. *Pairs Trading* neutro a mercado

Como foi dito anteriormente a estratégia de *pairs trading* é muito utilizada no mercado financeiro. Segundo Gatev, E. et al (2006) a estratégia de mercado neutro

já possui mais de 20 anos de utilização em *Wall Street* e está entre as ferramentas estatísticas usadas por *hedge funds* e bancos de investimento.

Caldeira e Portugal afirmam que para um *pairs trading* ser neutro a mercado é necessário que a operação tenha um beta neutro. O beta da ponta comprada da operação menos o beta da ponta vendida, deve ser igual a zero para que assim o par não tenha um exposição direcional.

Segundo Caldeira (2010), existem alguns pontos fundamentais para serem analisados em uma estratégia de *pairs trading* neutro:

- Identificação de pares a serem utilizados;
- Definir quando a relação do par se distanciou o suficiente da média de equilíbrio para que seja aberta a operação; e
- Quando a operação deve ser encerrada.

O autor ainda comenta sobre a necessidade de se ter um gerenciamento de risco na operação. Ele comenta que é importante ter uma definição prévia sobre o tempo máximo que uma posição ficaria aberta, o valor máximo a ser perdido e também ter pontos de *stop* de perda.

A estratégia de *pairs trading* é bastante simples. Consiste em identificar duas ações que tenham seus preços movendo similarmente ao longo do tempo. (GATEV, E et al 2006). Após esta identificação se estabelece uma razão média entre os preços de duas ações em uma série de tempo. A entrada na operação ocorre quando esta razão estiver suficientemente longe da média, pois a tendência é que esta razão sempre retorne a média. Portanto quando houver retornado a média, a operação é desfeita. (VIDYAMURTHY, 2004)

Para Caldeira (2010) o grande desafio nesta estratégia é encontrar ações que tendam a andar juntas ao longo do tempo. Quando a série de preços de uma ação é estacionária, ela tem grande chance de ser utilizada em uma estratégia que o objetivo seja a reversão a média. Grande parte das séries de preços das ações não são estacionárias, assim assumindo posições contrárias em diferentes ações, pode-se encontrar uma série estacionária, no valor do par, a mercado.

1.3. PRINCIPAIS CONCEITOS ENVOLVIDOS

Para a formação de *pairs trading* neutro a mercado é necessária a compreensão de alguns conceitos.

1.3.1. Séries Não-Estacionárias

De acordo com Engle & Granger (1987) a cointegração pode ser utilizada para avaliar tendências comuns de séries de tempo em um sistema multivariado, pois séries financeiras, na maioria das vezes, apresentam alguma tendência. Com estes estudos se deu início a utilização da cointegração na econometria financeira que vem se tornando uma consistente ferramenta para modelar os movimentos de curto e médio prazos.

Para Caldeira e Portugal (2009) a análise da correlação dos retornos dos ativos financeiros, que na maioria das vezes são estacionários em primeira diferença, é utilizada por grande parte dos administradores de risco de portfólio como um modelo de avaliação. Já a cointegração busca analisar a relação entre dos preços dos ativos e não de seus retornos. Ainda para os autores (2009, pag. 5):

“Ao diferenciar uma série não-estacionária, removemos qualquer tendência de longo prazo nos dados. Obviamente, essas tendências estão implícitas nos retornos dos dados, mas qualquer decisão baseada nas tendências comuns de longo prazo nos dados de preço é excluída na modelagem padrão de risco-retorno.”

Caldeira e Portugal (2009) ainda afirmam que correlação e cointegração são conceitos relacionados, mas ativos que têm alta correlação podem não ter elevada cointegração.

A reversão a média e a covariância estacionária, $I(0)$, são processos estocásticos com média e variância constante e finita. O tempo não influencia na autocorrelação, ela é influenciada somente pela defasagem. (GABE e CALDEIRA 2009)

1.3.2. Cointegração e Correlação

A ferramenta estatística para seleção de portfólios utilizada a partir dos estudos iniciais de Markowitz (1959) e Black (1972) foi a análise da correlação entre os retornos dos ativos. Caldeira (2010, pag.6) acredita que:

“Os modelos de otimização para construção de portfólio, em sua maioria, focam em minimizar a variância de uma carteira de ativos, para um dado nível de retorno, com restrições adicionais a respeito dos investimentos permitidos, restrições quanto a venda a descoberto (short-sale) e os custos de transação associados ao rebalanceamento do portfólio.”

De acordo com o site *Wikipédia* a correlação indica a medida da relação entre duas variáveis. O coeficiente de correlação avalia a força e a direção do relacionamento linear entre duas variáveis aleatórias.

Grande parte dos gestores ainda fundamenta suas análises na correlação quando desejam modelar a interdependência de ativos financeiros para construir portfólios quantitativos. Porém a procura por novas técnicas para identificar a mais adequada construção de uma estratégia *long-short* neutra ao mercado sempre foi de interesse dos estrategistas. (CALDEIRA e PORTUGAL, 2009)

Conforme Gabe e Caldeira (2009) a correlação é uma medida de curto prazo. Ela reflete os co-movimentos nos retornos e estes podem sofrer muito com a instabilidade ao longo do tempo. Já a cointegração mede os co-movimentos de longo prazo nos preços dos ativos. Estes co-movimentos podem ocorrer mesmo quando o coeficiente de correlação estiver baixo. Por isso eles afirmam que a correlação e a cointegração são conceitos relacionados, mas diferentes.

Os primeiros a utilizar a técnica de cointegração no mercado financeiro foram Lucas (1997) e Alexander(1999). Neste mercado a utilização desta técnica para modelagem de séries de tempo pode possuir diversas aplicações. A partir desses estudos observou-se a poderosa ferramenta estatística que ela é. (STOCK e WATSON, 1998).

Segundo Gabe e Caldeira (2009) o desenvolvimento da teoria da análise de séries de tempo não estacionárias foi estimulado pelo resultado de que muitas séries possuem uma raiz unitária. Ativos financeiros que possuem *log* de preços

cointegrados, apresentam tendência estocástica similar. As suas trajetórias podem apresentar divergências no decorrer de um determinado período, mas a razão entre eles tende a convergir à média.

A cointegração possui vantagens frente a correlação. A principal vantagem “é a utilização do conjunto total de informações contidas no nível das variáveis financeiras” (Gabe e Caldeira 2009, pag 2). Pelo fato da cointegração ser uma medida de longo prazo também possui a vantagem de exigir menos rebalanceamentos diminuindo a quantidade com custos de transação.

Para Alexander (2001) a análise de cointegração tem por objetivo detectar tendências estocásticas nos preços e utilizá-las para análise da correlação nos retornos. Alexander e Dimitru (2002) acreditam que para uma seleção de ações pode ser utilizada a correlação e após pode ser feita uma otimização desta seleção baseando-se em cointegração, devido a isto o uso, separadamente, da cointegração para inferências de longo prazo não impede, que no curto prazo, a correlação seja usada como um guia.

Segundo Caldeira (2010, pag. 7):

“Séries de tempo cointegradas podem ser representadas em um modelo de vetor de correção de erros (VECM - Teorema da Representação de Granger), no qual a dinâmica das séries de tempo é modelada como função de seus valores defasados, os valores defasados de seu par cointegrado e um componente de correção de erro, o qual corrige os desvios da relação de equilíbrio nos períodos anteriores.”

Ainda para o autor a estratégia baseada na correção de erros acredita na idéia de que sistemas cointegrados têm equilíbrio de longo prazo, por isso reverterem à média. Para Vidyamurthy (2004) a cointegração é uma relação estatística onde duas series de preços integradas de mesma ordem $I(1)$ são combinadas resultando em uma série temporal estacionária $I(0)$. Séries de preços cointegradas tendem a reverter à média, pois possuem uma relação de equilíbrio de longo prazo.

1.3.3 Índice Sharpe

Em 1966 William Sharpe criou um indicador que possibilita a avaliação da relação retorno/risco entre fundos de investimento. Um dos objetivos do Índice Sharpe é mostrar se o fundo “entrega” rentabilidade compatível com risco ao qual o investidor está sujeito.

A fórmula desenvolvida por Sharp foi:

$$IS = \frac{RF - RLR}{DP}$$

Onde:

RF é o retorno do fundo;

RLR é o retorno livre de risco;

DP é o desvio padrão do fundo

De acordo com Sharp (1966) quanto maior o resultado obtido melhor é a relação entre a rentabilidade e a volatilidade. Na comparação entre dois fundos considerados da mesma categoria, um pode apresentar retorno melhor do que o outro, porém se seu desvio padrão (oscilação) também for superior, pode ser que seu índice Sharpe seja inferior ao fundo que tem rentabilidade menor.

1.4. DESENVOLVIMENTO DA ESTRATÉGIA

Como dito anteriormente, a primeira etapa consiste em escolher o universo de ações que farão parte da análise e dentro destas conferir quais possuem séries integradas de mesma ordem, $I(1)$, através do teste ADF (Augmented Dickey Fuller Test). As séries que forem integradas de mesma ordem serão submetidas aos testes de cointegração de Dickey-Fuller aumentado. (CALDEIRA, 2010)

Ainda segundo o autor o próximo passo é estimar a regressão linear entre as series de preços das ações, isto é feito através da regressão por mínimos quadrados que é de onde se obtém o beta da regressão:

$$P_{x,t} - \beta P_{y,t} = z_t$$

Onde:

β é o coeficiente de cointegração

Z_t é o valor do *spread* no tempo t

$P_{x,t}$ e $P_{y,t}$ são os preços das ações x e y em t

O autor argumenta que sendo as séries cointegradas, a série de resíduos deverá reverter ao equilíbrio de longo prazo. Neste momento também se calcula a metade do tempo em que o *spread* tende a reverter à média de longo prazo. Primeiramente se calcula o *spread* baseado na equação acima e após se normaliza este *spread* subtraindo sua média e dividindo pelo desvio padrão.

Caldeira (2010, pag.9) diz que:

“A média e o desvio padrão são calculados com base no período dentro da amostra e são usados para normalizar spread tanto no período dentro da amostra quanto fora da amostra. Nesta etapa uma alternativa é usar algum critério de suavização exponencial para a média e desvio padrão, de tal forma que as duas medidas possam variar ao longo do tempo.”

O momento ideal para se entrar na operação de *long-short* é quando o *spread* estiver afastado 2 desvios padrões da média e encerrado quando este estiver menor do que 0,5 desvios padrões. Na operação se vende o *spread* quando este estiver acima da média e se compra quando estiver abaixo da média. (CALDEIRA, 2010)

1.5. CBLC – COMPANHIA BRASILEIRA DE LIQUIDAÇÃO E CUSTÓDIA

De acordo com o site da Companhia Brasileira de Liquidação e Custódia a CBLC é uma *clearing* criada em 1997 para suprir a necessidades do mercado financeiro brasileiro. Ela é responsável por diversas atividades ligadas a BM&FBOVESPA. Dentre suas responsabilidades estão a custódia dos ativos, a compensação e a liquidação das operações realizadas dentro deste ambiente. Estas atividades são realizadas dentro do padrão que é recomendado internacionalmente buscando sempre o desenvolvimento do mercado financeiro brasileiro. Em novembro de 2010 a CBLC possuía um volume financeiro em custódia de R\$ 1,197 trilhões sendo 2,6 trilhões de ativos.

1.5.1. Banco de Títulos CBLC

Segundo o site da CBLC o BTC é um sistema eletrônico onde se efetuam os empréstimos de ativos onde duas partes, tomador e doador, negociam as melhores taxas e prazos para os contratos de aluguel. O tomador é quem toma os títulos emprestados e o doador é quem os disponibiliza. A CBLC fica como responsável pelo registro de todas operações atuando também como garantidora e contraparte.

Ainda de acordo com o site os investidores disponibilizam seus títulos para empréstimo através do BTC. Com os ativos disponibilizados nesse banco, os investidores interessados podem tomá-los emprestados colocando outros ativos como garantia.

Os detentores destes títulos os colocam a disposição como uma forma de rentabilizar suas carteiras. Geralmente são investidores de longo prazo, fundos de investimento e fundos de pensão. Os interessados em alugar estes ativos podem conferir as ofertas disponíveis registradas no BTC, através do site da BM&FBOVESPA ou então entrando em contato com a própria corretora que é a responsável por efetuar o aluguel.

Segundo os procedimentos operacionais da Companhia Brasileira de Liquidação e custódia (2008) todas as ofertas de títulos no BTC devem constar as seguintes informações:

- Espécie, classe e quantidade do ativo objeto;
- Prazo máximo e carência para devolução do ativo;
- Opção do doador ou do tomador por renovar o contrato ou devolver antecipadamente o aluguel;
- A taxa de remuneração envolvida na transação;
- A comissão a ser recebida pela instituição que registrar a oferta, quando da efetivação da operação;
- Cotação que será utilizada para calcular as taxas de registro e remuneração na liquidação da operação.

O aluguel é efetuado mediante o acordo entre as partes envolvidas considerando a taxa que o tomador pagará ao doador e o tempo de duração do contrato de aluguel, sendo que pode ser reversível ao doador a qualquer momento, reversível ao tomador ou também não reversível. Depois de oficializado o aluguel, os ativos passam a integrar a custódia do tomador, porém os proventos pagos pela empresa emissora do título continuam sendo de direito do proprietário original, o doador.

Os tomadores dos aluguéis de ativos podem utilizá-los de diversas formas:

- Venda no mercado a vista;
- Liquidação de operações no mercado a vista (voluntário ou compulsório);
- Garantia nas operações nos mercados de liquidação futura;
- Como cobertura no lançamento de opções de compra.

Ainda, de acordo com os Procedimentos Operacionais da Companhia Brasileira de Liquidação e Custódia o registro das operações de empréstimo somente será efetivado se forem cumpridos os alguns requisitos como:

- Apresentação, tanto por parte do doador quanto por parte do tomador, do Termo de Adesão ao BTC;
- O depósito de Garantias por parte do tomador; e

- Quando necessário, apresentação do Contrato de empréstimo diferenciado.

1.5.2. Garantias

Segundo o site da CBLC o empréstimo de ativos ao investidor tomador somente será realizado mediante o depósito das garantias por parte deste investidor. O valor de depósito varia de acordo com os ativos envolvidos.

De acordo com a CBLC são elegíveis para serem aceitos como garantia os seguintes ativos:

- Moeda corrente Nacional;
- Títulos Públicos;
- Ouro ativo financeiro;
- Ações de companhias abertas com negociação em bolsa de valores;
- Carta de fiança bancária;
- Carta de fiança ou cartas de crédito emitidas por instituições sediadas no exterior;
- Seguro de crédito, tanto de companhias sediadas no Brasil quanto no exterior;
- Títulos da dívida corporativa;
- Títulos negociados em mercados internacionais;

Todos os ativos acima descritos possuem condições especiais de aceitação ou não, por parte da CBLC.

1.6. TAXA SELIC

A taxa SELIC (Sistema Especial de Liquidação e Custódia) é a taxa básica anual que serve como referência para a política monetária. É um índice que funciona como balizador das taxas de juros cobradas pelo mercado, no Brasil. De

acordo com o site oficial do Banco Central do Brasil (2011) a definição para taxa SELIC é:

“A taxa apurada no SELIC, obtida mediante o cálculo da taxa média ponderada e ajustada das operações de financiamento por um dia, lastreadas em títulos públicos federais e cursadas no referido sistema ou em câmaras de compensação e liquidação de ativos, na forma de operações compromissadas. Esclarecemos que, neste caso, as operações compromissadas são operações de venda de títulos com compromisso de recompra assumido pelo vendedor, concomitante com compromisso de revenda assumido pelo comprador, para liquidação no dia útil seguinte”.

De acordo com o site do Banco Central do Brasil a taxa média das operações de financiamento é calculada com a seguinte fórmula:

$$\left[\left(\left(\frac{\sum_{j=1}^n L_j \cdot V_j}{\sum_{j=1}^n V_j} \right)^{252} - 1 \right) \times 100 \right] \% \text{ ao ano}$$

onde,

n é o número operações que compõem a amostra

L_j é o fator diário correspondente à taxa da i -ésima operação

V_j é o valor financeiro correspondente à taxa da i -ésima operação

A meta para a taxa SELIC é definida pelo Comitê de Política monetária (COPOM) durante as reuniões que ocorrem 8 vezes por ano. Ela não é uma taxa fixa, costuma oscilar nas negociações diárias, mas geralmente se aproxima muito da meta da SELIC. Segundo o site do Banco Central do Brasil

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo serão apresentados os procedimentos adotados para que fossem selecionados os pares utilizados e suas rentabilidades, dentro de parâmetros pré determinados.

2.1. MODELO DE PESQUISA

Para este estudo foi escolhido o tipo de pesquisa empírico analítico. Este modelo possui técnica de coleta, tratamento e análise de dados quantitativos para estudos práticos. Nesta pesquisa a relação causal entre as variáveis é muito importante e a sua validação é buscada através de testes, grau de significância e padrões operacionais. (MARTINS, 2002)

A figura abaixo mostra a sequencia de atividades propostas para o alcance do objetivo final de trabalho:

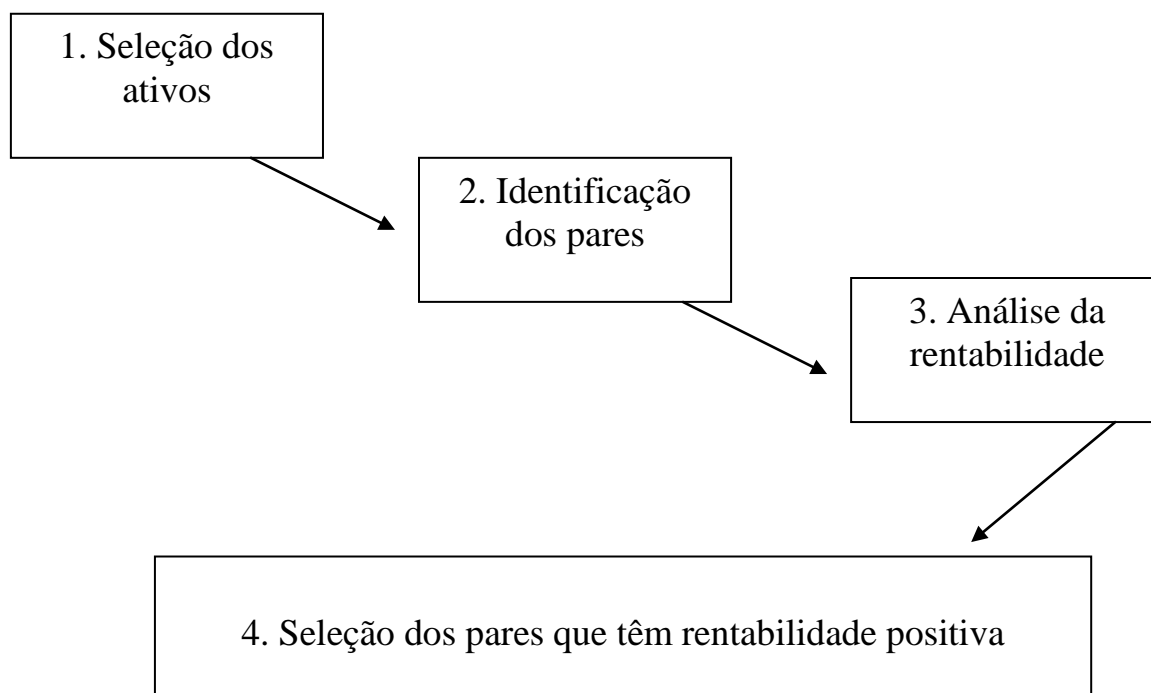


Figura 1 – Sequencia das Atividades do Trabalho
Fonte: Elaborado pelo autor

2.2. COLETA DE DADOS

A amostra selecionada para este estudo foi composta por ações integrantes do Índice da Bolsa de Valores de São Paulo – IBOVESPA. Dentre as ações integrantes do IBOVESPA foram selecionadas as que tiveram mais liquidez para negociação e disponibilidade de ações no Banco de Títulos da CBLC nos anos de 2009 e 2010.

A disponibilidade de títulos no BTC é de extrema importância para a realização do *pairs trading*, por isso esta condição foi levada em conta para a elaboração deste estudo.

Para a coleta dos dados foram utilizados os *softwares* Economática e *Profitchart*. Os dados utilizados foram os valores de fechamento dos ativos durante os pregões de 2009 e 2010. Segue abaixo a tabela dos ativos selecionados com os valores financeiros negociados no ano de 2009:

Tabela 1 – Amostra Selecionada

ATIVOS	VOLUME FINANCEIRO (bilhões)
PETR4	R\$ 151,50
PETR3	R\$ 37,00
VALE5	R\$ 142,33
VALE3	R\$ 36,22
USIM5	R\$ 30,17
USIM3	R\$ 5,80
CSNA3	R\$ 27,28
BBAS3	R\$ 18,39
BBDC4	R\$ 36,40
ITUB4	R\$ 43,38
ELET3	R\$ 7,60
ELET6	R\$ 6,30
ELPL4	R\$ 5,36
CMIG4	R\$ 11,85

LIGT3	R\$	3,87
CPFE3	R\$	4,40
GETI4	R\$	1,97
LAME4	R\$	6,54
LREN3	R\$	7,88
PCAR4	R\$	6,27
NATU3	R\$	6,39
GFS3A3	R\$	5,58
CYRE3	R\$	13,09
RSID3	R\$	6,40
KLBN4	R\$	1,82
SUZB5	R\$	3,03

Fonte: Dados pesquisados

Para todos os ativos os preços de fechamento foram ajustados por proventos, dividendos e *splits*. Definidos os critérios e selecionadas as ações pôde-se colocar em prática o estudo.

2.3. IMPLEMENTAÇÃO DA PESQUISA

A implementação da pesquisa começa com a definição do período da formação dos pares. Para este estudo foi adotado o período de um ano para o teste da cointegração dos pares, sendo realizado um rebalanceamento a cada quatro meses.

O teste de cointegração foi realizado com as cotações de fechamento do ano de 2009. Com este resultado foi implementado o estudo para o primeiro quadrimestre do ano de 2010. Para a avaliação dos resultados do segundo quadrimestre de 2010, foi rodado novamente o teste de cointegração, foram excluídos os fechamentos do primeiro quadrimestre de 2009 e adicionados os

fechamentos do primeiro quadrimestre de 2010. A avaliação do último quadrimestre de 2010 seguiu o mesmo padrão.

O *software* utilizado para os cálculos de cointegração e rentabilidade dos pares foi o MATLAB.

Na elaboração deste estudo foram selecionados os pares que apresentaram meia vida de no máxima 30 dias, pois com o passar dos dias os custos de aluguel vão ficando cada vez mais caros. Segundo Chan (2009) outra restrição que geralmente se aplica aos pares é a de que os pares devam ser formados por ações integrantes do mesmo setor, mas isso não será utilizado neste estudo.

3. RESULTADOS

Após os estudos realizados foram obtidos os resultados que serão apresentados no decorrer deste capítulo. Os resultados serão apresentados em três etapas de acordo com cada rebalanceamento.

3.1. PRIMEIRO QUADRIMESTRE DE 2010

Depois de realizado o teste de cointegração de Engle e Granger (1987) com os valores obtidos em 2009 foram realizados os testes para os quatro primeiros meses do ano de 2010. Dentre todas as possíveis combinações de pares que poderiam ser formados com base nas ações selecionadas mediante critérios anteriormente citados, somente quinze pares apresentaram cointegração e respeitaram outros aspectos que deveriam também ser observados. Abaixo segue a lista dos pares:

Tabela 2 – Pares Selecionados para o 1º Quadrimestre

	AÇÃO A	AÇÃO B
PAR 1	GFSA3	CYRE3
PAR 2	VALE5	KLBN4
PAR 3	LIGT3	GETI4
PAR 4	VALE3	KLBN4
PAR 5	USIM5	BBAS3
PAR 6	LREN3	PCAR4
PAR 7	VALE3	PCAR4
PAR 8	VALE5	PCAR4
PAR 9	ITUB4	LAME4
PAR 10	CSNA3	BBDC4
PAR 11	CSNA3	BBAS3

PAR 12	CSNA3	ITUB4
PAR 13	PETR3	CPFE3
PAR 14	ITUB4	NATU3
PAR 15	PETR4	CMIG4

Fonte: Elaborado pelo autor

Os pares acima apresentados obtiveram meia vida média em torno de 19 dias. Abaixo será apresentado o gráfico com a meia vida de cada um dos pares.

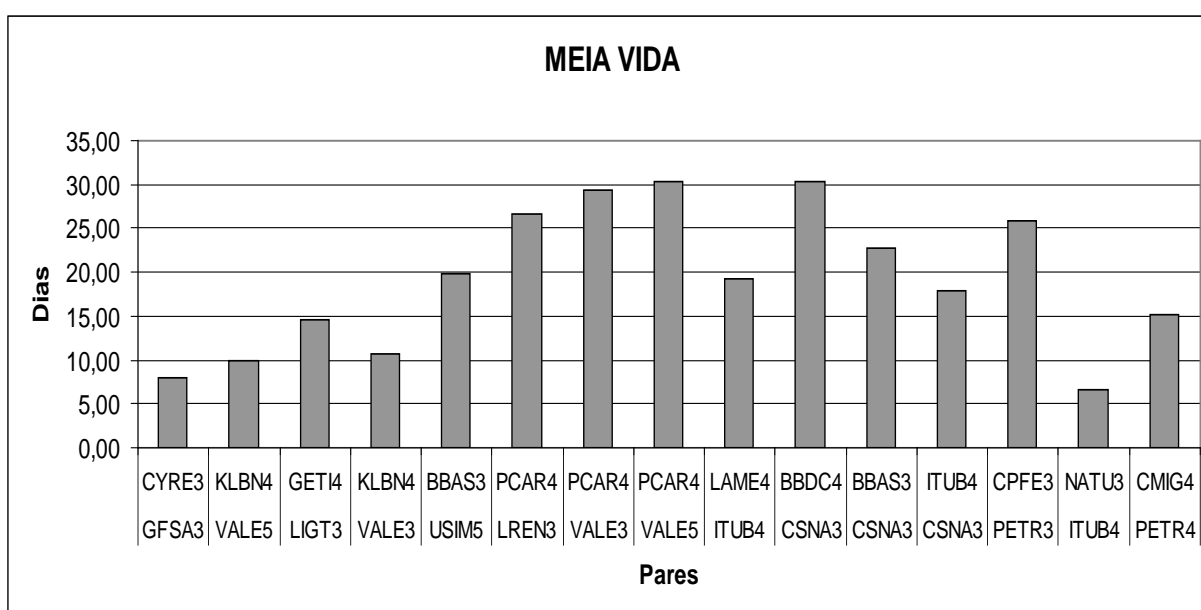


Gráfico 1 – Meia Vida dos Pares Selecionado no 1º Quadrimestre

Fonte: elaborado pelo autor

Os pares que apresentaram meia vida mais longa foram PCAR4/VALE3, PCAR4/VALE5 E BBDC4/CSNA3. Estes pares apresentaram meia vida de aproximadamente 30 dias. Os pares que obtiveram meia vida mais curtos foram CYRE3/GFSA3, VALE5/KLBN4 e NATU3/ITUB4 que tiveram operações abaixo de 10 dias.

A rentabilidade líquida média apurada para os pares acima selecionados teve média de 8,99%. A grande maioria dos pares teve rentabilidade positiva, tendo somente quatro pares com desempenho negativo.

Abaixo será apresentado o gráfico de desempenho para todos os pares formados para o primeiro quadrimestre de 2010:

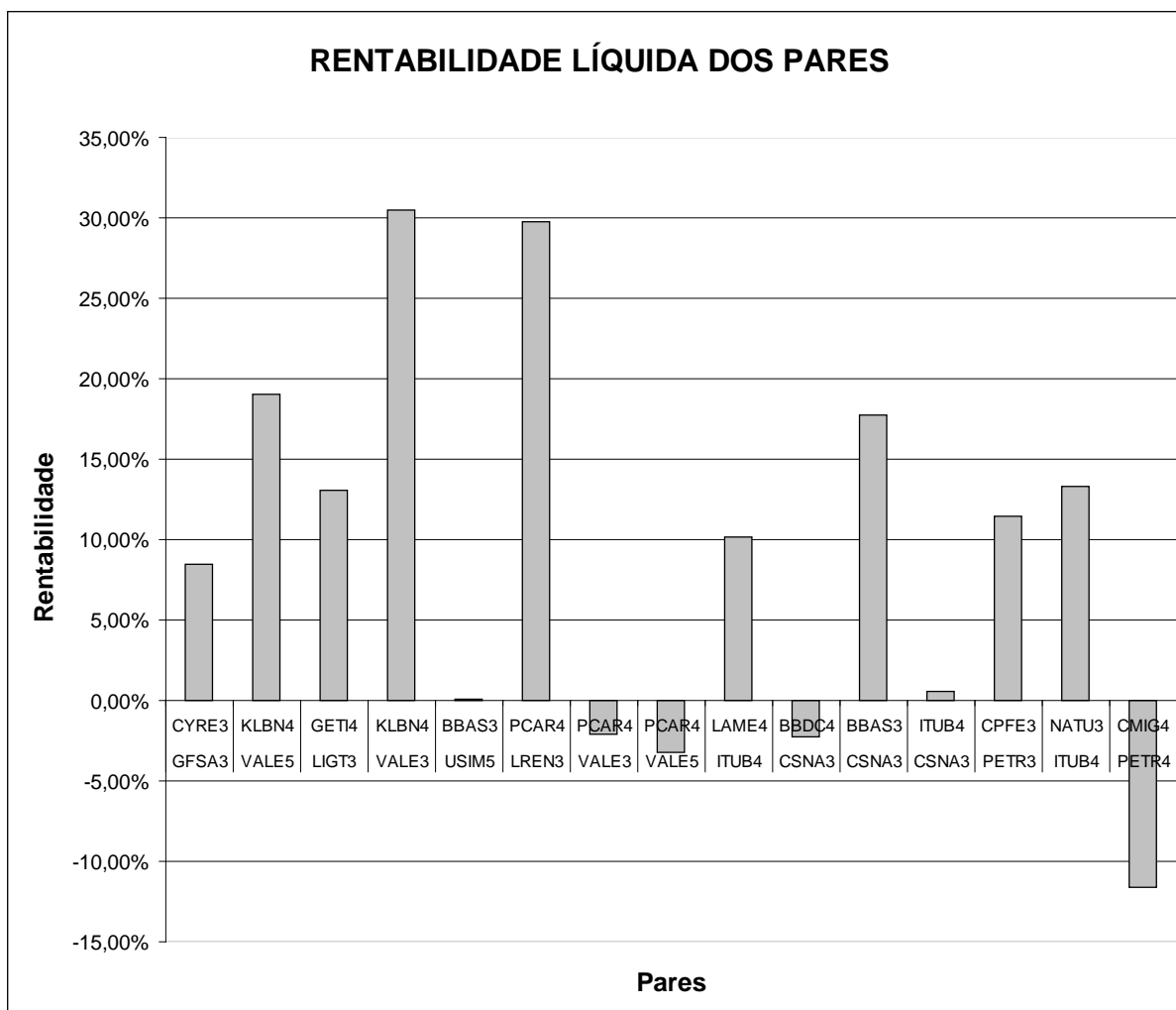


Gráfico 2 – Rentabilidade dos Pares do 1º Quadrimestre

Fonte: Elaborado pelo autor

Dentre os pares acima apresentados, pode-se observar que alguns tiveram um excelente desempenho, enquanto somente um par teve um desempenho muito negativo. O par CMIG4/PETR4 obteve rentabilidade líquida de -11,63% ficando bem abaixo da média apresentada pelos outros.

Os pares que apresentaram as melhores rentabilidades líquidas foram KLBN4/VALE3 e PCAR4/LREN3. Estes tiveram rentabilidades em torno de 30%, se destacando muito em relação aos demais.

O índice desenvolvido por Willian Sharpe (1966) que avalia a relação entre a rentabilidade e a volatilidade apresentou para estes pares os seguintes resultados para as observações fora da amostra:

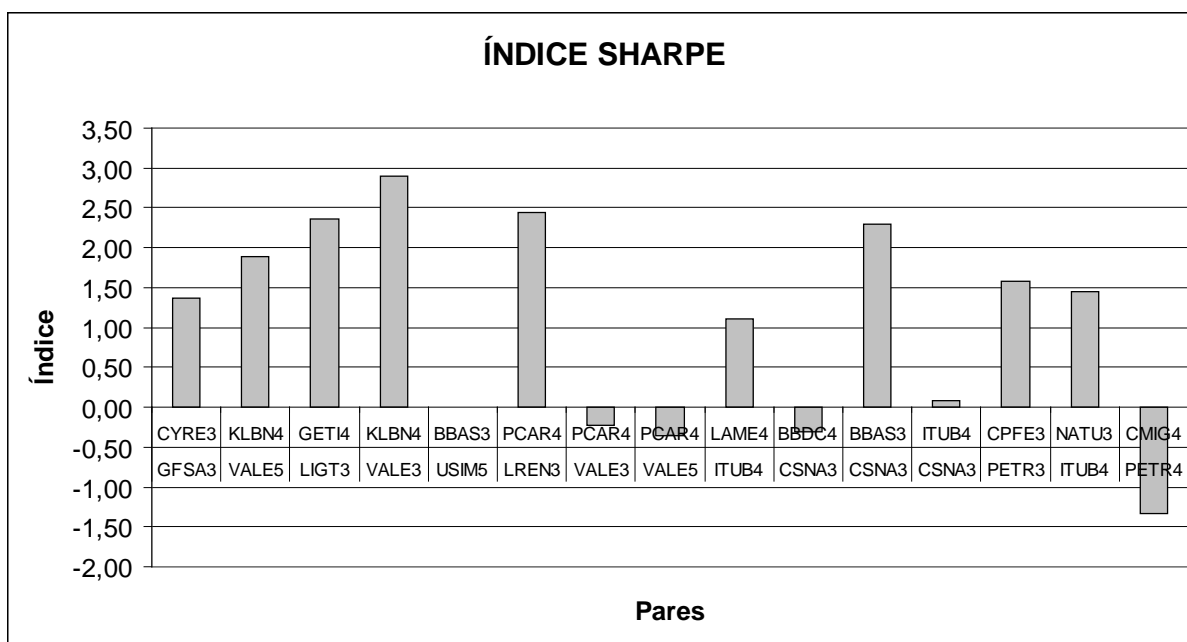


Gráfico 3 – Índice Sharpe dos Pares Selecionados no 1º Quadrimestre

Fonte: Elaborado pelo autor

Os resultados obtidos mostraram que o Índice Sharpe mais elevado acabou sendo o do par que apresentou maior rentabilidade, KLBN4/VALE3. Já no caso do par GETI4/LIGT3 o índice SHARPE foi bastante elevado, no *ranking* da rentabilidade líquida ficou em sexto lugar já no *ranking* do Índice Sharpe ficou em terceiro lugar, se aproximando muito dos pares mais rentáveis. Isto mostra que o par apresenta uma boa relação entre o resultado que entrega e o risco que apresenta.

3.2. SEGUNDO QUADRIMESTRE DE 2010

Para o segundo quadrimestre foi realizado o rebalanceamento sendo rodado novamente o teste de cointegração de Engle e Granger (1987). Neste rebalanceamento foram excluídos os fechamentos dos quatro primeiros meses de 2009 e acrescentados os fechamentos dos 4 primeiros meses de 2010. O resultado do teste foi utilizado para avaliação da estratégia nos quatro meses seguintes do ano. Dentre as possíveis combinações de pares que poderiam ser formados com base nas ações selecionadas seis pares apresentaram cointegração e respeitaram

os outros pontos que deveriam também ser observados. Segue a lista dos pares:

Tabela 3 – Pares Selecionados para o 2º Quadrimestre

	AÇÃO A	AÇÃO B
PAR 1	GFSA3	CYRE3
PAR 2	ELET6	SUZB5
PAR 3	NATU3	KLBN4
PAR 4	CPFE3	SUZB5
PAR 5	ITUB4	KLBN4
PAR 6	ITUB4	PCAR4

Fonte: Elaborado pelo autor

No primeiro período de análise foram selecionados quinze pares. Já para os quatro meses seguintes foram selecionados somente 6 pares. Para estes pares a meia vida média apresentada por eles foi de aproximadamente 18 dias, sendo que cada um dos pares apresentou meia vida como mostra o gráfico abaixo:

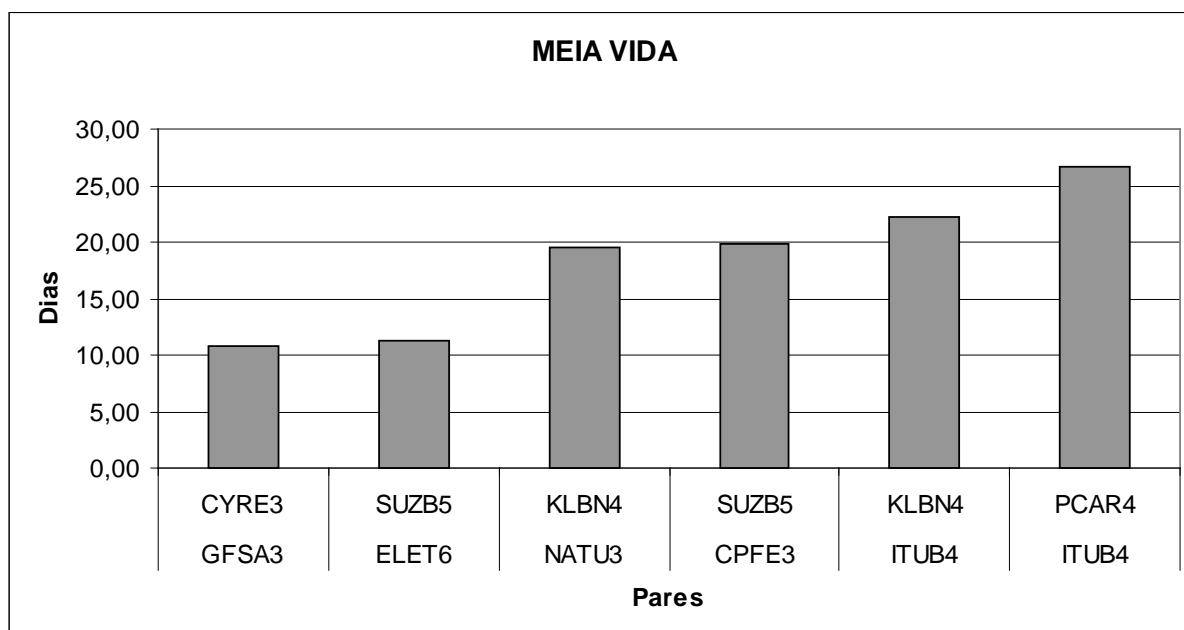


Gráfico 4 – Meia Vida dos Pares Selecionado no 2º Quadrimestre

Fonte: elaborado pelo autor

O par PCAR4/ITUB4 foi o que apresentou meia vida mais elevada, 27 dias. O par que apresentou meia vida mais baixa foi o CYRE3/GFSA3, 11 dias.

A rentabilidade líquida média apresentada por estes pares foi de 3,88%, ficando bem abaixo da rentabilidade registrada pelos pares do período anterior que foi de 8,99%, apesar do Índice Sharpe para os dados dentro da amostra estar mais elevado no segundo quadrimestre, como mostra o gráfico:

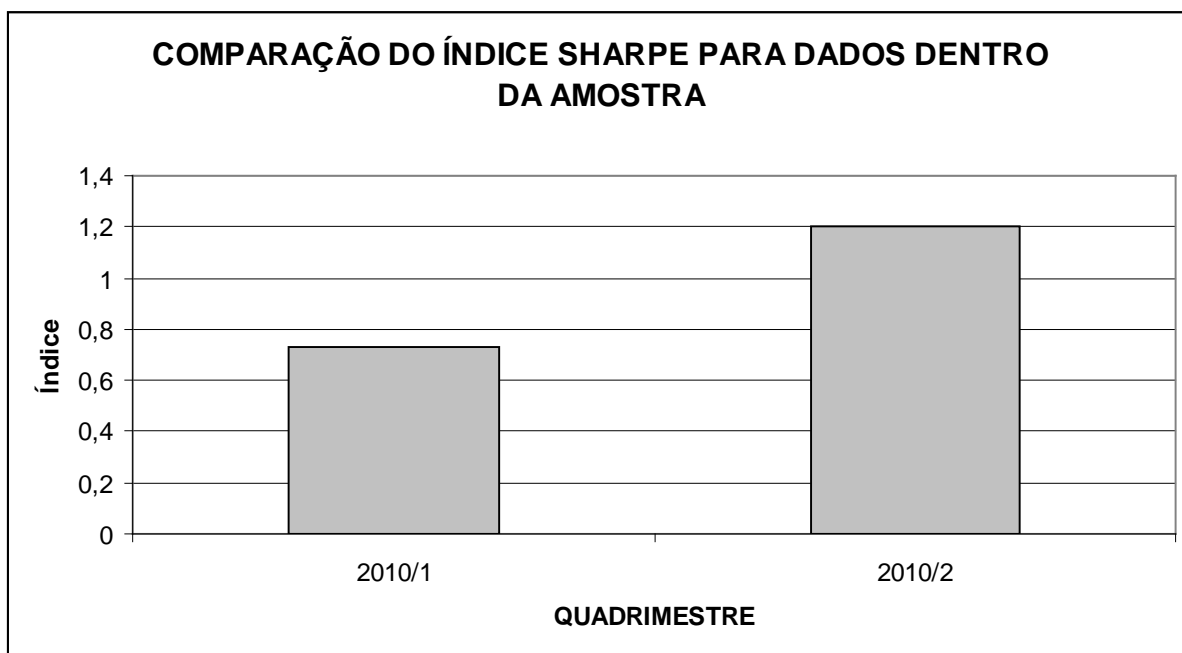


Gráfico 5 – Comparação do Índice Sharpe Entre os Dois Primeiros Quadrimestres

Fonte: Elaborado pelo Autor

O Índice Sharpe dos pares do segundo quadrimestre foram os seguintes:

Tabela 4 – Índice Sharpe dos Pares selecionados para o 2º Quadrimestre

PARES		ÍNDICE SHARPE
GFSA3	CYRE3	0,26
ELET6	SUZB5	1,42
NATU3	KLBN4	-0,69
CPFE3	SUZB5	-1,13
ITUB4	KLBN4	1,42
ITUB4	PCAR4	1,42

Fonte: Elaborado pelo autor

Na tabela anterior podemos observar que o Índice Sharpe do par CYRE3/GFSA3 teve queda superior a um ponto. Dos seis pares, três apresentaram o índice Sharpe no valor de 1,42, mesmo apresentando rentabilidades líquidas diferentes como mostra o gráfico abaixo:

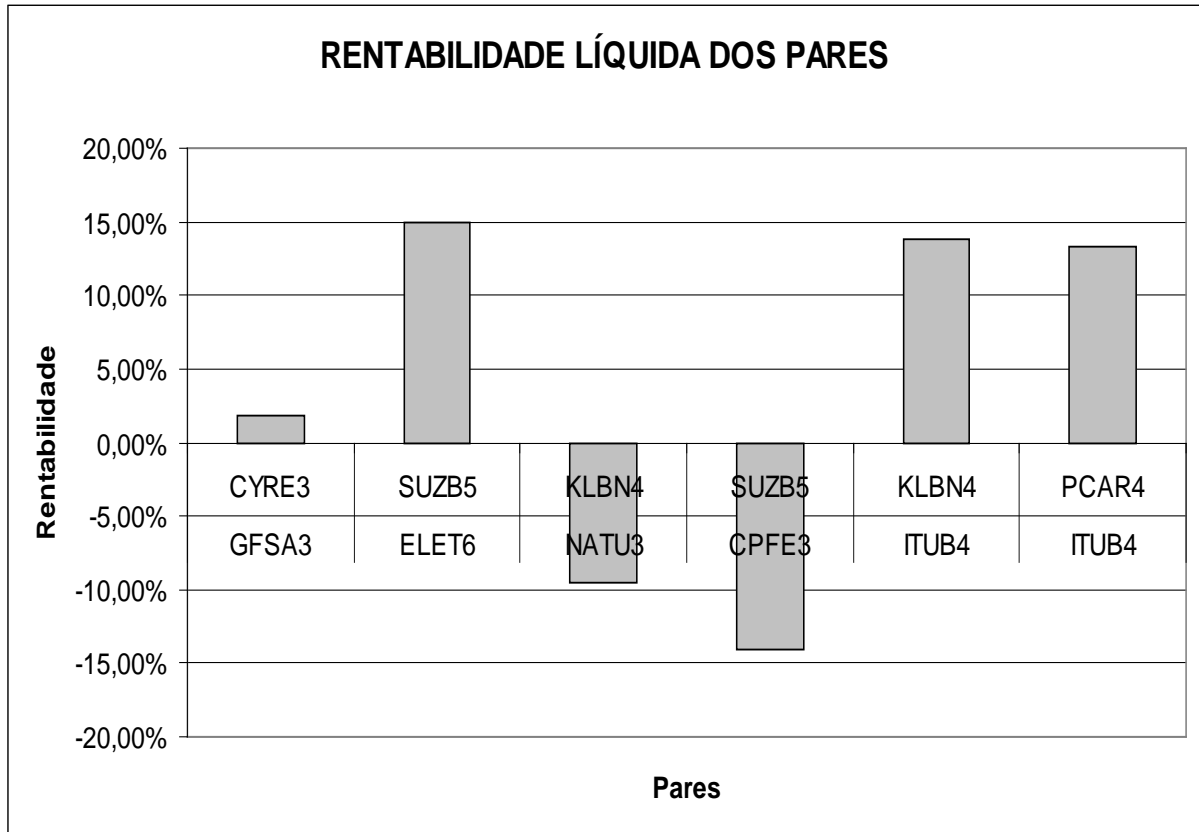


Gráfico 6 – Rentabilidade dos pares do 2º Quadrimestre

Fonte: Elaborado pelo autor

As rentabilidades entregues pelos KLBN4/ITUB4 e PCAR4/ITUB4 foram de 13,83% e 13,25% respectivamente, enquanto SUZB5/ELET6 teve rentabilidade de 14,99%. Então com o mesmo Índice Sharpe o resultado entregue pelos pares foram diferentes. Portanto o par SUZB5/ELET6 entregou rentabilidade superior aos demais mesmo apresentando um nível de risco/retorno similar.

3.3. TERCEIRO QUADRIMESTRE DE 2010

O último quadrimestre de 2010 teve também um rebalanceamento. Para o teste da cointegração foram utilizados os fechamentos dos últimos quatro meses de 2009 e dos dois primeiros quadrimestres de 2010. Para o terceiro quadrimestre apenas quatro pares apresentaram cointegração:

Tabela 5 – Pares Selecionados para o 3º Quadrimestre

	AÇÃO A	AÇÃO B
PAR 1	ELET3	ELET6
PAR 2	CPFE3	NATU3
PAR 3	ELET6	SUZB5
PAR 4	CMIG4	LAME4

Fonte: Elaborado pelo autor

Estes pares tiveram meia vida media de 15 dias. Os dois pares que tiveram a meia vida mais elevada foram os que apresentaram rentabilidades mais baixas. Os pares apresentaram meia vida como mostra o gráfico:

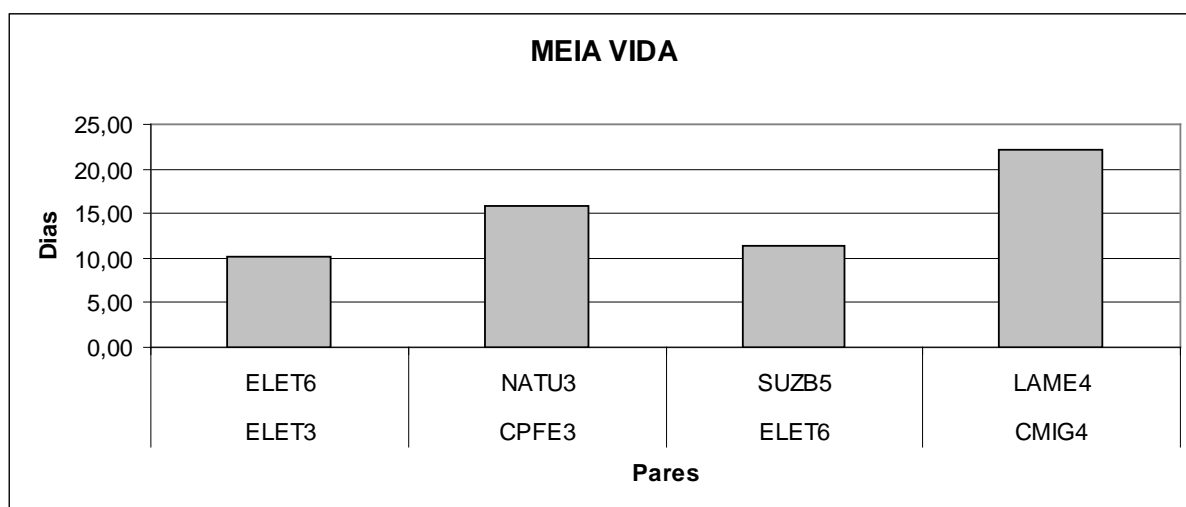


Gráfico 7 – Meia Vida dos pares selecionado no 3º Quadrimestre

Fonte: elaborado pelo autor

Os pares NATU3/CPFE3 e LAME4/CMIG4 apresentaram meia vida mais elevados que os outros dois pares e também tiveram rentabilidades inferiores, nos dois casos negativas, como segue o gráfico abaixo:

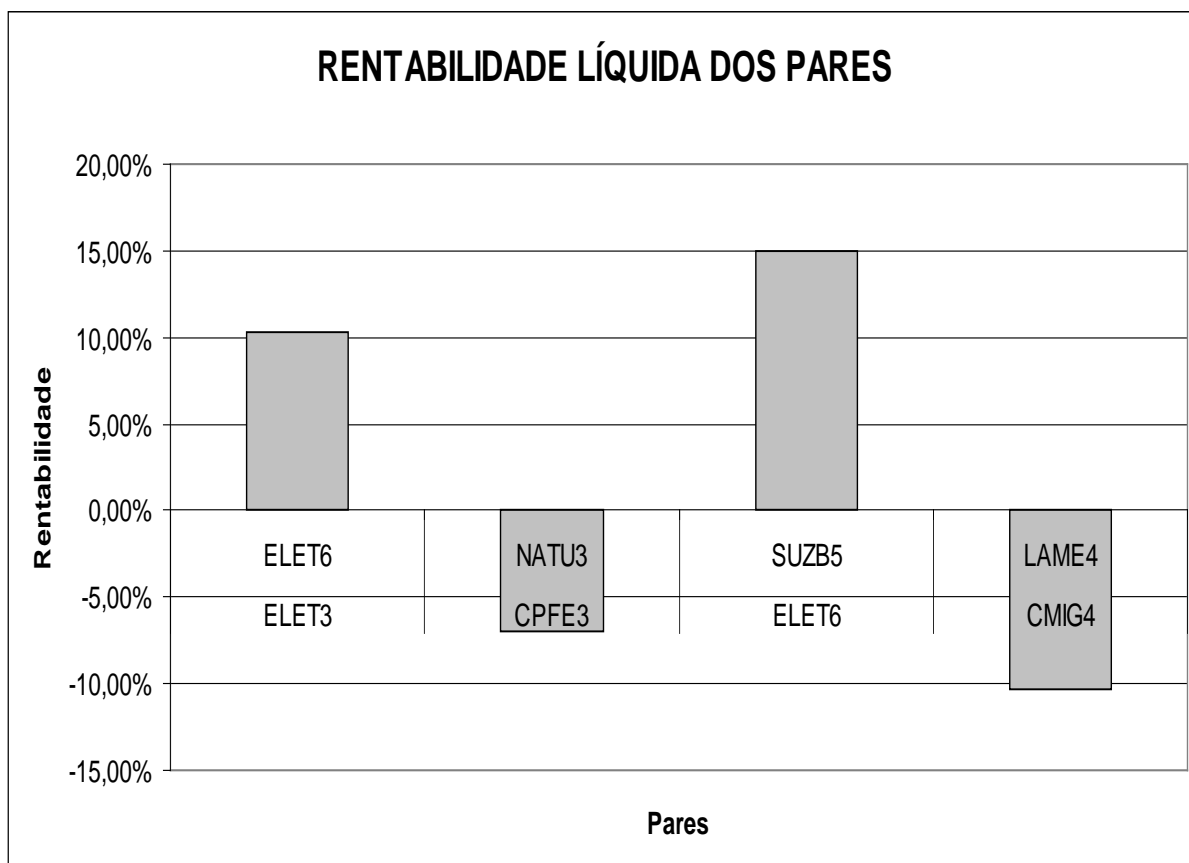


Gráfico 8 – Rentabilidade dos pares do 3º Quadrimestre

Fonte: Elaborado pelo autor

A rentabilidade líquida média obtida pelos pares foi de 2%, inferior aos períodos anteriores. A maior rentabilidade foi apresentada pelo par SUZB5/ELET6 com 14,99% e a menor foi LAME4/CMIG4 com rentabilidade líquida de -10,29%. Já a rentabilidade do par NATU3/CPFE3 foi de -6,95%, mesmo tendo seu Índice Sharpe para dados dentro da amostra de 3,09.

O Índice Sharpe do par ELET6/ELET3 foi o mais alto obtido em todas as análises. No gráfico a seguir estão os índices dos quatro pares:

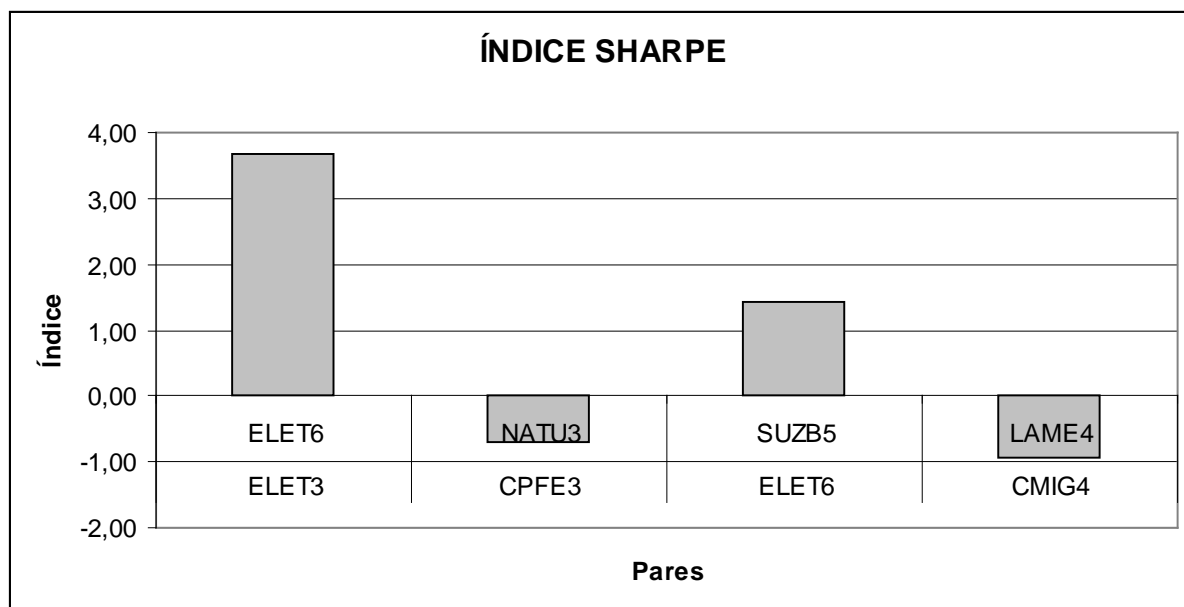


Gráfico 9 – Índice Sharpe dos pares selecionados no 3º Quadrimestre

Fonte: Elaborado pelo autor

A relação entre a rentabilidade e o índice Sharpe pode não estar diretamente relacionada como mostra a tabela a seguir:

Tabela 6 – Comparação Entre o Índice Sharpe e Rentabilidade Líquida

QUADRIMESTRE	ÍNDICE SHARPE	RENT. LÍQUIDA
2010/1	1,02	8,99%
2010/2	0,45	3,38%
2010/3	0,87	2%

Fonte: Elaborado pelo autor

O quadrimestre que apresentou o índice Sharpe mais elevado foi o mesmo que teve a maior rentabilidade líquida. O primeiro quadrimestre teve Índice Sharpe de 1,02 e rentabilidade de 8,99%, já o último quadrimestre de 2010 teve Índice Sharpe de 0,87, mas a rentabilidade mais baixa, 2%.

Nos três quadrimestres testados os pares apresentaram rentabilidades líquidas médias positivas, assim como o Índice Sharpe.

Um ponto importante para ser observado é a formação de pares com ações integrantes do mesmo setor. No primeiro quadrimestre três pares de ações integrantes do mesmo setor apresentaram cointegração, no segundo e no terceiro somente um par apresentou cointegração em cada quadrimestre, como mostra a tabela:

Tabela 7 – Pares Compostos por Ações Integrantes do Mesmo Setor

1º QUADRIMESTRE			2º QUADRIMESTRE	3º QUADRIMESTRE
GFSA3	LIGT3	LREN3	GFSA3	ELET3
CYRE3	GETI4	PCAR4	CYRE3	ELET6

Fonte: Dados pesquisados

Estes pares apresentaram uma rentabilidade líquida média de 12,67%, sendo superior a média de todos os pares.

4. CONCLUSÕES

O objetivo do estudo foi identificar pares para utilização da estratégia de *pairs trading* compostos por ações integrantes do IBOVESPA, com a utilização da cointegração, e que tivessem retornos positivos. A partir dos dados coletados e das ferramentas utilizadas pôde-se apurar os resultados.

Os resultados obtidos foram satisfatórios, apresentando rentabilidades positivas nos três quadrimestres avaliados. O resultado médio observado do primeiro quadrimestre de 2010 foi de 8,99% enquanto nos outros dois quadrimestres foram de 3,38% e 2%.

Alguns pares que apresentaram rentabilidade líquida negativa poderiam ter resultados melhores se não fossem os custos envolvidos nas transações. Estes custos podem ser reduzidos, dependendo do relacionamento que se tiver com a corretora, aumentando a rentabilidade média dos pares.

Entre todos os pares de ações que poderiam ser formados, poucos acabaram sendo selecionados, pois muitos não apresentavam cointegração ou então possuíam meia vida superiores a 30 dias. No primeiro quadrimestre 15 pares foram selecionados, com a utilização do rebalanceamento o segundo quadrimestre teve 6 pares sendo selecionados e para os últimos quatro meses do ano de 2010 foram selecionados apenas quatro pares.

A utilização do rebalanceamento se mostrou muito importante, pois poucos pares que apresentaram cointegração para um período também apresentaram no período seguinte. Se o rebalanceamento não tivesse sido utilizado a rentabilidade apresentada pelo estudo provavelmente teria sido inferior.

Dos pares que apresentaram rentabilidade líquida negativa nenhum deles era composto por ações integrantes do mesmo setor de atuação. Este pode ser um fator importante para ser observado quando se seleciona um par de ações para ser utilizado nesta estratégia. A rentabilidade líquida média apresentada por estes pares foi de 12,67% enquanto a média geral apresentada por todos os pares foi de 6,53%.

Dos vinte e cinco pares selecionados durante o estudo somente X apresentaram rentabilidade líquida negativa. No primeiro quadrimestre quatro pares tiveram a rentabilidade negativa, no segundo foram dois pares e no terceiro

quadrimestre, dos quatro pares seleccionados, dois pares tiveram o desempenho negativo. Porém em todas as etapas a rentabilidade média foi positiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, Carol. *Market Models: a guide to financial data analysis*. New York: John Wiley & sons, Inc, 2001

ALEXANDER, C.; DIMITRU, A. *The Cointegration Alpha: Enhanced Index Tracking and Long-Short Equity Market Neutral Strategies*. ISMA Discussion Papers in Finance, 2002/08.

Banco Central do Brasil. Disponível em <http://www.bcb.gov.br>. Acesso em 04 de Abr. 2011.

BLACK, F. *Capital market equilibrium and restricted borrowing*. *Journal of Business*, 45:444–454, 1972.

BM&FBOVESPA. Disponível em <http://www.bovespa.com.br>. Acesso em 05 Mar. 2011

CALDEIRA, J. F. Arbitragem estatística e estratégia *long-short pairs trading*, abordagem da cointegração aplicada a dados do mercado brasileiro, 2010.

CALDEIRA, J. F.; PORTUGAL, M. S. Estratégia neutra ao mercado, *long-short*, baseadas em portfólios cointegrados, 2009.

CBLC – Companhia Brasileira de Liquidação e Custódia. Disponível em <http://www.cbcl.com.br>. Acesso em 10 Mar. 2011

CHAN, E. P. *Quantitative Trading: How to Build Your Own Algorithmic Trading Business*. Wiley trading series, New Jersey, 2009.

ENGLE, R. F.; GRANGER, C. *Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing*. *Econometrica*, 1987.

GABE, J; CALDEIRA, J. *Traking portfólio baseado em cointegração*, 2009.

GATEV, E; GOETZMANN, G. W; and ROUWENHORST, K. *Pairs trading: Performance of a relative value arbitrage rule. The Review of Financial Studies*, 19:797–827, 2006.

JACOBS, B., LEVY, K., and STANGER, D. (1993). *Long-short equity investing. Journal of Portfolio Management*, 1:52–64.

LUCAS, A. *Strategic and Tactical Asset Allocation and the Effect of Long-Run Equilibrium Relations. Research Memorandum 1997-42, Vrije Universiteit Amsterdam*, 1997.

MARKOWITZ, H. *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments. John Wiley & Sons, New York*, 1959.

MARTINS, G. de A. *Manual para Elaboração de Monografias e Dissertações. 3ª ed. São Paulo: Editora Ática*, 2002.

Procedimentos Operacionais da Companhia Brasileira de Liquidação e custódia, 2008.

SHARPE, W. F. *Mutual Fund Performance. Journal of Business*, v.39, n.1, p.119-1389, 1966.

STOCK, J. and WATSON, M. *Testing for common trends. Journal of the American Statistical Association*, 83:1097–1107, 1988.

VIDYAMURTHY, G. *Pairs Trading: Quantitative Methods and Analysis. John Wiley & Sons*, 2004.

WIKIPEDIA. Disponível em <http://pt.wikipedia.org>. Acesso em 04 Mar. 2011