

Estratégia de arbitragem entre ações brasileiras e suas ADRs: a resposta dos dados intraday

ABSTRACT: This article seeks to identify if there are arbitrage opportunities between Brazilian companies' stocks listed on BOVESPA and their ADRs traded on NYSE. On a liquidity-based criterion, 24 stocks with 1-minute trading intervals price on a three-month period were selected. The t test was performed to verify if the absolute value of the differences in prices in "reais" of local stocks and their ADRs were in average statistically equals to zero. Furthermore, it was calculated what would be the maximum transaction costs for this strategy to remain profitable. In the sample, the highest maximum transaction cost was 0.53% for Gafisa and the lowest was 0.04% for Embraer. It was noticed that the pairs-trading strategy with stocks and ADRs can generate financial profits. It was observed that in less liquid stocks, the maximum transaction cost for the strategy to remain profitable was greater.

Keywords: Arbitrage; Returns; Shares; ADR; Transaction Costs.

RESUMO: Este artigo procura identificar se há oportunidades de arbitragem entre ações de empresas brasileiras cotadas na BOVESPA e suas ADRs negociadas na NYSE. Baseado no critério de liquidez, foram selecionados 24 ativos cotados minuto a minuto, em um período de três meses. Foi realizado o teste t para verificar se o módulo das diferenças de preços em reais das ações locais e suas ADRs eram em média estatisticamente iguais a zero. Além disso, calculou-se qual seria o custo máximo de operação para que essa estratégia se mantivesse rentável. Na amostra o maior custo máximo dentre os ativos analisados foi 0,53% para a Gafisa e o menor 0,04% para a Embraer. Verificou-se que a estratégia de *pairs-trading* entre ações e ADRs pode gerar lucros financeiros. Observou-se que em ações com menor liquidez, o custo máximo para que a estratégia se mantivesse lucrativa era superior.

Palavras chaves: Arbitragem; Retornos; Ações; ADR; Custos de Transação.

Classificação JEL: F14; G11; G14.

Marco Modotte Chiara*

Rafael Silva Ferreira**

Ricardo Machado Nunes***

Yuri Azevedo Pinto dos Reis****

* FGV (EESP) – marcopchiara@gmail.com

** FGV (EESP) – rafaelasilvaferreira@gmail.com

*** FGV (EESP) – ricardo.nunes@globo.com

**** FGV (EESP) – yurireis@gmail.com

1. Introdução

O mercado de capitais propicia diversas oportunidades para ganhos financeiros, porém o retorno esperado sempre é acompanhado do risco do investimento. A arbitragem pode ser considerada a exceção dessa regra, pois, segundo Ross (2008), a arbitragem traduz-se em oportunidades de lucros sem risco. Desse modo, a arbitragem pode ser considerada a exploração da precificação inadequada de ativos para obter ganhos livres de risco, visando lucrar com a discrepância nos preços (Bodie, Kane e Marcus, 2010).

As oportunidades de arbitragem provêm de anomalias do mercado, onde a precificação de dois ativos idênticos contradiz a Lei do Preço Único – mesmo preço de mercado para ativos efetivamente idênticos. Algumas dessas anomalias são provocadas principalmente devido à falta de liquidez, assimetria de informação, irracionalidade das expectativas, grandes volatilidades do mercado ou tempo de execução das ordens. Com o advento da evolução do mercado de capitais e integração entre mercados, negociações desse tipo tendem a ser mais raras, pois as diferenças entre os preços de ativos idênticos convergem rapidamente por conta de algoritmos desenvolvidos para explorar as assimetrias automaticamente.

Uma das oportunidades de arbitragem consiste na exploração da diferença entre os preços de ações na BOVESPA e das suas ADRs negociadas na NYSE. ADRs (*American Depositary Receipts*) são certificados de depósitos de ações de uma empresa não americana denominados em dólares, que consistem no mesmo ativo negociado no mercado doméstico correspondente. Elas são negociadas como ações convencionais no mercado americano, e fornecem o mesmo fluxo de caixa de suas respectivas ações no mercado doméstico, conforme explicitado por Pulatkonak e Sofianos (1999).

Espera-se que o preço das ações e das ADRs sejam consistentes para que não haja oportunidades de arbitragem entre os mercados. Contudo, esse argumento nem sempre é válido pelo fato de existirem custos de transação, controle no envio de divisas entre países e dificuldade em montar posições casadas entre os mercados.

Vistas essas oportunidades de ganhos financeiros, um estudo sobre esse assunto é fundamental para que se possa compreender o comportamento entre os preços das ações e de suas ADRs, permitindo que investidores possam aproveitar essas discrepâncias. Dessa forma, o objetivo deste artigo é analisar se há possibilidade de arbitragem entre as ações de empresas brasileiras negociadas na BOVESPA e suas respectivas ADRs negociadas no mercado americano. Além disso, caso haja essa possibilidade, seria interessante saber qual o custo máximo que faria as operações deixarem de ser lucrativas.

Além desta primeira seção, o artigo está organizado em outras cinco. Na seção 2 apresenta-se a revisão bibliográfica com relação a definições teóricas sobre o tema, uma análise crítica dos trabalhos anteriores e das metodologias utilizadas. Na 3 descreve-se a metodologia aplicada para testar as hipóteses propostas, bem como o modelo para o cálculo do custo máximo que permite que a operação de arbitragem seja lucrativa. Na seção 4 são fornecidas informações a respeito da base de dados utilizada no estudo. Na 5 os resultados do modelo e dos testes são analisados. Na seção 6 apresentam-se as conclusões sobre os resultados encontrados, além de sugestões para novos estudos sobre arbitragem.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Definição de arbitragem

Para atingir o objetivo deste trabalho é importante definir de modo muito claro o conceito de arbitragem. Segundo Ross, Westerfield e Jaffe (1995) arbitragem envolve um

negócio em um mercado e uma transação compensatória em outro ao mesmo tempo e em condições mais favoráveis. Ou seja, consiste em encontrar dois ativos essencialmente idênticos, onde se compra o mais barato e vende-se o mais caro (Van Horne, 1995).

Complementando essa definição, Bodie, Kane e Marcus (2000) argumentam que a arbitragem é definida como a exploração relativa da má-precificação entre dois ou mais títulos para lucros econômicos livres de riscos. A oportunidade de arbitragem surge quando um investidor consegue construir uma carteira, sem qualquer investimento líquido de recursos, que irá render um lucro seguro. O surgimento de um caso óbvio de uma oportunidade de arbitragem se dá quando um ativo está sendo negociado por preços diferentes em dois mercados (sendo essa diferença maior que os custos de transação para explorá-la), e uma negociação simultânea nos dois mercados produzirá um lucro seguro (a diferença do preço líquido), sem qualquer investimento líquido.

Alsayed e McGroarty (2011) ressaltam a diferença entre arbitragem pura e *pairs-trading*. O primeiro consiste em simplesmente comprar um ativo em um mercado e vendê-lo em outro simultaneamente, realizando o lucro. Já o segundo necessita que, após os preços terem reestabelecido o equilíbrio, a operação seja desfeita, ou seja, o ativo comprado mais barato seja vendido e o vendido mais caro seja recomprado em seus respectivos mercados. Essa diferença é muito importante, porque a arbitragem pura, como já explicado, não possui riscos, enquanto que na estratégia de *pairs-trading* existem riscos de os preços realmente não voltarem ao equilíbrio usual, o que poderia implicar perdas financeiras. Além disso, há custos de transação adicionais, uma vez que são necessárias duas compras e duas vendas de ativos.

2.2. Trabalhos anteriores

Gagnon e Karolyi (2010) realizaram um estudo sobre as oportunidades de arbitragem entre as ações de 506 empresas de 35 países entre 1993 e 2004, utilizando cotações minuto a minuto. Verificou-se uma variação média do *spread* (diferenças entre os preços) de 0,049%, sendo o ápice de 127,4%. A utilização de cotações minuto a minuto é interessante porque as oportunidades de arbitragem mantêm-se por curtos espaços de tempo já que, de acordo com a teoria de mercados eficientes, os preços dos ativos tendem a convergir rapidamente. Sendo assim, as discrepâncias de preços poderiam não ficar explícitas caso fossem utilizadas amostras de preço de fechamentos diários, por exemplo.

O artigo de Sakamoto (2011) por outro lado, utiliza o preço de fechamento das ações e das ADRs, o que torna mais difícil a verificação de uma discrepância entre os preços dos ativos. Nesse estudo foi verificada a possibilidade de arbitragem entre os dois mercados (BOVESPA e NYSE). Porém, a autora além de utilizar as cotações de fechamento, não considerou nenhum custo de transação e utilizou o preço do dólar PTAX para converter a ADR em reais.

Rabinovitcha (2003) faz um comparativo entre ADRs e ações de empresas dos mercados chileno (quatorze empresas) e argentino (seis empresas) entre os anos de 1991 e 2001. Os autores consideraram os custos de transação e a liquidez dos ativos no estudo. Nesse caso verificou-se que o *spread* médio foi de aproximadamente 30% para o Chile e de 40% para a Argentina, sendo um dos motivos dessa discrepância o fato de os mercados serem menos líquidos. A Argentina por apresentar um mercado financeiro menos desenvolvido, apresentou um *spread* superior ao do país andino. Em relação ao grau de desenvolvimento da economia, Gagnon e Karolyi (2010) concluem que as ações de empresas cujo país de origem possui baixo desenvolvimento econômico têm prêmios ou descontos maiores no preço em relação ao de suas ADRs. Além disso, restrições de leis estrangeiras aumentam o potencial de distorções de preços.

2.3. Testes estatísticos

Após a seleção das amostras e tratamento dos dados, alguns testes estatísticos devem ser feitos para entender se a diferença de preços possui significância. Dessa forma, Barbosa, Camargos e Gomes (2003) utilizaram o teste t para médias dos preços de duas amostras em par ao nível de significância de 5%. Esse teste avalia se duas amostras provenientes de duas populações subjacentes possuem a mesma média, considerando para isso, dados emparelhados, já que cada par de observações refere-se a uma mesma data. Esse método tem como premissas que cada par de observações seja homogêneo e que a diferença das médias tenha distribuição normal, não importando se as variâncias são iguais ou diferentes. A hipótese nula (H_0) considera que as médias das duas séries são iguais, e a hipótese alternativa (H_1) que as médias das duas séries são diferentes.

Os autores constataram que, das 27 empresas da amostra, em 18 foi possível rejeitar H_0 , ou seja, não foi possível dizer que as médias dos preços eram estatisticamente iguais, o que permitiria a realização de arbitragem. Apesar desse resultado, pode-se criticar a metodologia desse trabalho por terem sido adotadas apenas as diferenças entre as médias de preços, não utilizando as variâncias dos preços nas amostras. Por conta disso, grande parte das oportunidades de arbitragem pode não ter sido identificada, uma vez que elas aparecem nos momentos de maior discrepância entre os preços, o que não é possível identificar simplesmente observando as médias.

Na metodologia utilizada por Alsayed e McGroarty (2011) foi estimado qual seria o custo de transação para se realizar a operação de compra e venda dos ativos, e, posteriormente, qual seria o lucro obtido por esse tipo de operação. Quando a diferença entre os preços dos ativos fosse maior que os custos e houvesse um *spread* suficiente para gerar um lucro atraente para o investidor, a operação seria efetivada. Dessa forma, o artigo considerou que, quando houvesse 25 bps (*basis points*) de diferença entre os preços, esse seria um ponto de entrada para a operação de arbitragem, pois seria suficiente para pagar os custos e obter um retorno atraente. Quando a diferença de preços retornasse ao seu valor usual, seriam desfeitas as posições. O valor usual seria quando os ativos possuísem uma diferença de preços de 10 bps, já que na amostra observou-se um comportamento relativamente constante em torno desse *spread*. Diferentemente de outros autores, a metodologia utilizada mostrou-se interessante porque se considerou os custos da operação, sendo possível obter um resultado mais verossímil. Além disso, na análise, é destacada a diferença de custos para investidores institucionais e de varejo, além das margens de garantia solicitadas para posições vendidas.

Para comparar se os retornos gerados pelas operações de arbitragem obtiveram alfas significativos em relação a outros investimentos do mercado, o autor baseou-se no modelo de três fatores ($r - R_f = \alpha + \beta_1 (K - R_f) + \beta_2 \cdot SMB + \beta_3 \cdot HML$) de Fama e French (1993), e no modelo de precificação internacional de ativos ($r - R_f = \alpha + \beta_1 \cdot FTSE + \beta_2 \cdot S\&P500 + \beta_3 \cdot WORLD$) de Jorion e Schwartz (1996) e Foerster e Karolyi (1999). Concluiu-se que para investidores do varejo as operações de arbitragem não possuíam alfas significativos (considerando 5% de significância). Todavia, para os investidores institucionais, como os custos de transação eram menores, os alfas mostraram-se significativos, ou seja, foi possível afirmar que operações de arbitragem seriam viáveis e economicamente lucrativas.

3. Metodologia

Esta seção aborda a metodologia que foi utilizada para a realização dos testes estatísticos necessários para obter as respostas desejadas.

Para analisar se há diferenças entre os preços das ações e suas ADRs, primeiramente é preciso converter a ação para uma das duas moedas de negociação (real ou dólar). Nesse

trabalho, optou-se por padronizar os preços na moeda brasileira convertendo os dólares pela taxa spot. Além disso, como uma unidade da ADR pode representar diferentes unidades da ação local, foi preciso ajustar o preço pela razão de quantidade entre os ativos (*ADR ratio*).

Com os preços já ajustados, a diferença foi refletida pelo log-retorno entre os preços, conforme apresentado na equação abaixo:

$$Dif\%_t = \ln \left(\frac{P_t^{Ação}}{P_t^{ADR}} \cdot \frac{1}{ADR\ Ratio} \cdot \frac{1}{Spot_t^{BRL/USD}} \right) \quad (1)$$

Onde:

$Dif\%_t$: Diferença percentual entre o preço da ação e o de sua ADR no minuto t ;

$P_t^{Ação}$: Preço da Ação na BOVESPA no minuto t , expresso em reais;

P_t^{ADR} : Preço da ADR na NYSE no minuto t , expresso em dólares;

$ADR\ Ratio$: Quanto uma ADR corresponde em número de ações locais;

$Spot_t^{BRL/USD}$: Cotação *spot* real por dólar no minuto t ;

$\ln(.)$: Operador log neperiano.

A operação de arbitragem proposta segue a ideia de *pairs-trading* apresentada na seção 2. Ao observar que o preço da ADR em reais está maior do que o da ação local - de modo que a paridade preço ação/preço ADR está diferente da usual -, o arbitrador vende a ADR a descoberto, converte os dólares recebidos com a venda para reais pela cotação BRL/USD *spot* e usa o dinheiro para comprar a ação local. Admite-se que as operações são feitas imediatamente. Quando os preços se reajustarem, reestabelecendo a paridade usual, o arbitrador desfaz suas posições, ou seja, vende a ação local, converte para dólares os reais recebidos com a venda e, finalmente, recompra a ADR, fechando sua posição com lucro. Da mesma maneira, se fosse observado que o preço da ADR em reais está menor do que o da ação local - de modo que a paridade preço ação/preço ADR está diferente da usual -, ao contrário da situação descrita anteriormente, o arbitrador vende a ação local a descoberto, converte os reais recebidos com a venda para dólares pela cotação BRL/USD *spot* e usa o dinheiro para comprar a ADR. Admite-se que as operações são feitas imediatamente. Quando os preços se reajustarem, reestabelecendo a paridade usual, o arbitrador desfaz suas posições, ou seja, vende a ADR, converte para reais os dólares recebidos com a venda e, finalmente, recompra a ação, fechando sua posição com lucro.

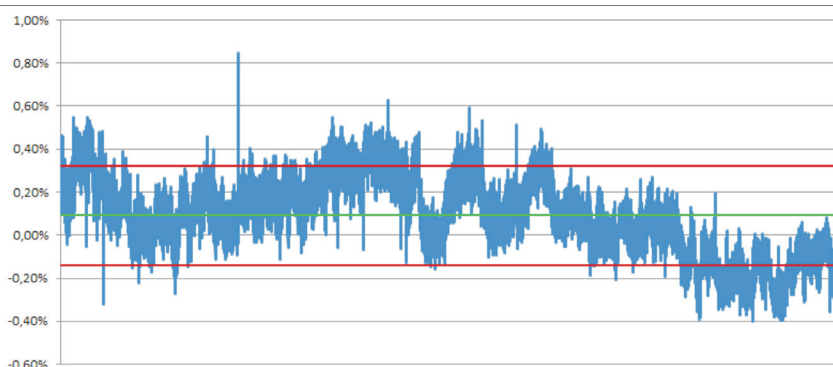
Shleifer e Vishny (1997) alertam para um importante risco da estratégia de *pairs-trading* apresentada. Se fosse observado que, após o início das operações para exploração da oportunidade de arbitragem, a diferença de preços, ao invés de retornar à paridade usual, aumentasse bastante, haveria um risco de perda financeira na operação. Contudo, Alsayed e McGroarty (2011) afirmam que o risco de isso acontecer é limitado no contexto dos pares Ação/ADR. O motivo para tal é que, caso constate-se que a diferença aumentou, o arbitrador pode limitar a perda convertendo o ativo em que está comprado no ativo em que está vendido, para então fechar sua posição. O único custo incorrido, nesse caso, seria o da conversão do ativo.

Neste trabalho as operações de *pairs-trading* foram simuladas seguindo alguns passos. Primeiramente calculou-se a equação (1) para as séries. Com base nesses resultados, calculou-se a média e o desvio-padrão para as primeiras 1.800 diferenças de preços (o equivalente a cerca de uma semana de dados) como “período piloto” para definição de pontos de entrada na operação e da paridade usual da diferença entre os preços. Conforme recomendado por Gatev et al. (2006), determinou-se que esse ponto de entrada seria o valor de dois desvios-padrão em relação à média, tanto para cima como para baixo. A cada minuto em que isso ocorresse, o arbitrador realizaria uma nova operação. Se a diferença de preços voltasse à paridade usual (que foi adotada como sendo a média das diferenças, conforme calculado no período piloto), ou caso a diferença ultrapassasse a média na

direção oposta à que originou a operação, as posições seriam desfeitas. Portanto, o lucro dessa estratégia ao final do período analisado seria a soma dos resultados obtidos com as operações de compra e venda nos mercados brasileiro e americano, descontando os custos incorridos. Com base nessas informações foi possível definir, por processos iterativos, qual seria o custo máximo por operação de compra e venda para que a estratégia deixasse de ser lucrativa. O custo aqui foi definido como um percentual do preço do ativo negociado.

Abaixo é apresentado um exemplo de aplicação do método para o par ITUB4/ITUB:

Figura 1. Diferenças de preços para o par ITUB4/ITUB, média das diferenças e pontos de entrada na operação para o período entre 23/05/2012 e 23/08/2012



Fonte: Elaboração própria (dados da Bloomberg).

O gráfico mostra as diferenças percentuais de preços (calculados pela equação (1)) do par ITUB4/ITUB para o período analisado. As linhas em vermelho representam os dois desvios-padrão acima e abaixo da média, representando os pontos em que se entraria na operação de *pairs-trading*. A linha verde representa a média das diferenças no período, ponto em que, caso seja ultrapassado, a operação deve ser desfeita.

Adotou-se como premissas do modelo a desnecessidade de constituição de uma conta margem para operações de venda a descoberto, e que os proventos obtidos com esse tipo de operação podem ser utilizados pelo arbitrador para comprar o outro ativo. Além disso, nos casos em que o arbitrador terminou o período analisado com ativos em carteira, ou seja, não fechou suas posições, determinou-se que as posições seriam fechadas a preços que tornassem o cálculo da equação (1) igual à média.

A fim de entender se havia alguma sequência de causalidade na determinação dos retornos entre as ações e suas respectivas ADRs, utilizou-se o Teste de Causalidade de Granger. Dessa forma, pôde-se determinar qual ativo seria o *first mover* (causador da movimentação) e qual seria o *follower* (seguidor da movimentação). As hipóteses testadas foram:

$$H_0^{ADR \times A\breve{c}\breve{a}o}: R^{ADR} \text{ não causa } R^{A\breve{c}\breve{a}o} \quad (2)$$

$$H_1^{ADR \times A\breve{c}\breve{a}o}: R^{ADR} \text{ causa } R^{A\breve{c}\breve{a}o} \quad ,$$

$$H_0^{A\breve{c}\breve{a}o \times ADR}: R^{A\breve{c}\breve{a}o} \text{ não causa } R^{ADR} \quad (3)$$

$$H_1^{A\breve{c}\breve{a}o \times ADR}: R^{A\breve{c}\breve{a}o} \text{ causa } R^{ADR}$$

Sendo que:

$$R_t^{A\breve{c}\breve{a}o} = \ln \left(\frac{P_t^{R\$A\breve{c}\breve{a}o}}{P_{t-1}^{R\$A\breve{c}\breve{a}o}} \right) \quad (4)$$

$$R_t^{ADR} = \ln \left(\frac{p_t^{R\$ADR}}{p_{t-1}^{R\$ADR}} \right) \quad (5)$$

Onde:

$R_t^{Ação}$: Retorno da Ação na BOVESPA no minuto t ;

R_t^{ADR} : Retorno da ADR na NYSE no minuto t ;

$p_t^{R\$Ação}$: Preço da Ação na BOVESPA no minuto t , expresso em reais;

$p_t^{R\$ADR}$: Preço da ADR na NYSE no minuto t , expresso em reais;

$p_{t-1}^{R\$Ação}$: Preço da Ação na BOVESPA no minuto $t - 1$, expresso em reais;

$p_{t-1}^{R\$ADR}$: Preço da ADR na NYSE no minuto $t - 1$, expresso em reais.

Nesse teste adotou-se de uma a cinco defasagens para verificar se o número destas afetaria o resultado final. Como as ações e as ADRs movem-se quase simultaneamente, optou-se por utilizar cinco defasagens, pois se assumiu que os ativos tendem a se ajustar em até cinco minutos. Para todos os pares de ativos, obteve-se p-valores próximos a zero, o que levou à rejeição de H_0 a um nível de confiança de 99%.

Portanto, o resultado do teste para o período analisado mostrou que para todos os ativos da amostra rejeita-se a hipótese de que o retorno da ADR não causa mudança no retorno da ação. O inverso também foi testado e também foi rejeitada a hipótese nula de que o retorno da ação não causa mudança no retorno da ADR. Portanto, pode-se concluir que tanto a variação no retorno da ADR influencia o retorno da ação, como o retorno da ação influencia o retorno da ADR.

Uma possível limitação do Teste de Causalidade de Granger é que caso as duas variáveis sejam influenciadas por uma variável externa com diferentes defasagens, pode-se não rejeitar a hipótese nula, apesar de um ativo não causar a mudança do outro. Como premissa para este trabalho, adotou-se que os resultados do Teste de Causalidade de Granger são válidos.

A fim de identificar quais seriam os pares ação/ADR que seriam elegíveis à aplicação do modelo apresentado, realizou-se um teste t para verificar se os módulos das diferenças de preços seriam estatisticamente diferentes de zero, conforme calculado pela equação (6):

$$ModDif\%_t = \left| \ln \left(\frac{p_t^{Ação}}{p_t^{ADR}} \cdot \frac{1}{ADR\ Ratio} \cdot \frac{1}{Spot_t^{BRL/USD}} \right) \right| \quad (6)$$

Onde:

$ModDif\%_t$: Módulo da Diferença percentual entre o preço da ação e o de sua ADR em reais no minuto t ;

O resultado encontrado foi que, com 99% de confiança, para todos os pares ação/ADR analisados foi possível rejeitar a hipótese nula de que a média do módulo da diferença percentual entre o preço da ação e o de sua ADR seria igual a zero. Destaca-se que apesar do nível de confiança adotado ser superior ao do trabalho de Barbosa, Camargos e Gomes (2003), ainda assim a rejeição foi possível.

4. Dados

Essa seção apresenta a descrição da base de dados utilizada para a aplicação da metodologia proposta na seção anterior. A base é formada pela cotação *spot* real por dólar (BRL/USD) e pelo preço de 24 pares de ação/ADR de empresas brasileiras. Os ativos e seus volumes médios negociados entre 27/09/2012 e 04/10/2012 são exibidos na tabela 1:

Tabela 1 – Volume médio negociado por ativo em milhões de reais entre 27/09/2012 e 04/10/2012

Empresa	Razão Social	Código BOVESPA	Código NYSE	Volume Neg. Diário (Ação) R\$ MM	Volume Neg. Diário (ADR) R\$ MM
Ambev	CIA DE BEBIDAS DAS AMÉRICAS - AMBEV	AMBV4	ABV	118,96	4,13
Bradesco	BCO BRADESCO S.A.	BBDC4	BBD	197,01	15,97
Braskem	BRASKEM S.A.	BRKM5	BAK	31,24	15,97
BRF Foods	BRF - BRASIL FOODS S.A.	BRFS3	BRFS	69,91	3,47
CEMIG	CIA ENERGETICA DE MINAS GERAIS - CEMIG	CMIG4	CIG	89,25	11,12
Copel	CIA PARANAENSE DE ENERGIA - COPEL	CPL6	ELP	18,31	0,48
CPFL	CPFL ENERGIA S.A.	CPFE3	CPL	15,46	1,04
CSN	CIA SIDERURGICA NACIONAL	CSNA3	SID	59,32	17,8
Eletrobrás	CENTRAIS ELET BRAS S.A. - ELETROBRAS	ELET3	EBR	25,76	1,53
EMBRAER	EMBRAER S.A.	EMBR3	ERJ	35,08	3,14
Fibria	FIBRIA CELULOSE S.A.	FIBR3	FBR	29,35	4,01
Gafisa	GAFISA S.A.	GFSA3	GFA	65,17	6,73
Gerdau	GERDAU S.A.	GGBR4	GGB	123,86	12,17
GOL	GOL LINHAS AEREAS INTELIGENTES S.A.	GOLL4	GOL	29,74	3,27
Itaú Unibanco	ITAU UNIBANCO HOLDING S.A.	ITUB4	ITUB	300,12	21,18
Pão de Açúcar	CIA BRASILEIRA DE DISTRIBUICAO	PCAR4	CBD	37,58	0,63
Petrobrás (ON)	PETROLEO BRASILEIRO S.A. PETROBRAS	PETR3	PBR	131,64	5,49
Petrobrás (PN)	PETROLEO BRASILEIRO S.A. PETROBRAS	PETR4	PBR/A	423,45	17,66
SABESP	CIA SANEAMENTO BASICO EST SAO PAULO	SBSP3	SBS	62,23	1,24
TIM	TIM PARTICIPACOES S.A.	TIMP3	TSU	64,96	5,71
Ultrapar	ULTRAPAR PARTICIPACOES S.A.	UGPA3	UGP	47,41	2,3
Vale (ON)	VALE S.A.	VALE3	VALE	150,63	36,28
Vale (PN)	VALE S.A.	VALE5	VALE/P	557,04	13,44
Vivo	TELEFÔNICA BRASIL S.A	VIVT4	VIV	58,98	3,81

Fonte: Elaboração própria (dados da AE Broadcast).

As ações consideradas são listadas na BOVESPA e suas ADRs na NYSE (*New York Stock Exchange*).

Dentre os 24 pares, destaca-se o fato de que eles se referem a 22 empresas, já que para as empresas Petrobrás e Vale analisou-se tanto o par ação/ADR preferencial como o ordinário.

Utilizou-se preços de negociação de fechamento de cada minuto no período entre 23/05/2012 e 23/08/2012. Tal período foi escolhido em função do número relevante de dados, já que foram colhidos minuto a minuto, e em função da ausência de eventos atípicos.

Os critérios para a escolha desses 24 pares apresentados foi essencialmente a liquidez dos ativos (volume de negociação). Nesse sentido, considerou-se importante que fossem analisados tanto os ativos com maior liquidez (ex: PETR4/PBR), como os de menor liquidez (ex: CPFE3/CPL). O objetivo era verificar se o nível de liquidez exercia influência sobre a diferença entre os preços. Cogitou-se analisar o par ação/ADR para a empresa NET, mas sua baixíssima liquidez (volume médio de negociação diária de R\$ 0,33 MM) tornou-a desprezível comparando-se com as demais. Além disso, excluiu-se da amostra ações e ADRs que não existiam durante todo o período analisado. Alsayed e McGroarty

(2011) argumentam que esse fato não introduz um viés de sobrevivência pelo fato de que a operação de arbitragem proposta não é uma estratégia direcional, mas sim de exploração de discrepância de preços.

A escolha pelo uso de cotações minuto a minuto explica-se pelo fato de as oportunidades de arbitragem perdurarem por pouquíssimo tempo. Dessa forma, também foi possível analisar padrões de horários do dia em que a oportunidade de arbitragem costuma ser mais frequente.

A base de dados foi tratada para que fossem incluídos apenas os minutos em que houvesse preço de negociação tanto da ação local, quanto de sua ADR e a cotação BRL/USD spot. Além disso, como algumas ADRs não apresentam relação de quantidade de um para um com a ação local, também se ajustou o preço para refletir essa informação.

Apesar de o período de três meses analisado ser considerado pequeno, o número de observações é bastante robusto, visto que em média (para os papéis mais líquidos) tem-se 370 preços a cada dia, com a base já tratada.

O número de observações de cada par ação-ADR e o total de observações são apresentados na tabela 2:

Tabela 2 – Número de observações totais e por par de ativo

Código BOVESPA	Código NYSE	Número de Observações
AMBV4	ABV	22.809
BBD4	BBD	23.289
BRFS3	BRFS	22.258
BRKM5	BAK	17.002
CMIG4	CIG	21.948
CPFE3	CPL	18.408
CPL6	ELP	17.166
CSNA3	SID	23.124
ELET3	EBR	18.807
EMBR3	ERJ	21.332
FIBR3	FBR	20.504
GFA3	GFA	21.012
GGBR4	GGB	23.110
GOLL3	GOL	19.569
ITUB4	ITUB	23.395
PCAR4	CBD	17.927
PETR3	PBR	22.953
PETR4	PBR/A	23.318
SBSP3	SBS	15.015
TIMP3	TSU	22.297
UGPA3	UGP	17.413
VALE3	VALE	23.124
VALE5	VALE/P	23.093
VIVT4	VIV	21.961
Total	-	500.834

Fonte: Elaboração própria (dados da Bloomberg)

Portanto, no total o tamanho da amostra é de 500.834 observações. Todos os dados foram retirados da *Bloomberg* e do *AE Broadcast*.

5. Resultados

Na tabela 3 é apresentado o resumo dos resultados do teste t, conforme apresentado na seção 3, calculado para verificar a existência de possibilidade de arbitragem entre as ações negociadas no BOVESPA e suas ADRs. Além disso, a tabela contém a paridade usual da diferença de preços (conforme a equação (1)), para as 1.800 primeiras observações), os dois pontos de entrada definidos por dois desvios-padrão (conforme representado pela linha vermelha na figura 1) e o custo máximo para que a operação seja lucrativa.

Tabela 3 – Resultados do teste t, paridade usual da diferença de preços, pontos de entrada na operação e custo máximo por operação

Código BOVESPA	Código NYSE	Estatística t	Paridade Usual	Ponto de Entrada Superior	Ponto de Entrada Inferior	Custo Máximo
AMBV4	ABV	185	-0,31%	-0,17%	-0,45%	0,14%
BBDC4	BBD	206	-0,08%	0,11%	-0,27%	0,18%
BRFS3	BRFS	441	-0,97%	-0,75%	-1,18%	0,05%
BRKM5	BAK	139	-0,98%	-0,63%	-1,32%	0,14%
CMIG4	CIG	321	0,08%	0,25%	-0,09%	0,17%
CPFE3	CPL	184	-0,43%	-0,13%	-0,73%	0,09%
CPLE6	ELP	181	-0,04%	0,10%	-0,18%	0,14%
CSNA3	SID	204	0,08%	0,25%	-0,09%	0,17%
ELET3	EBR	307	0,65%	0,94%	0,37%	0,06%
EMBR3	ERJ	193	-0,71%	-0,39%	-1,03%	0,04%
FIBR3	FBR	171	0,83%	1,13%	0,53%	0,05%
GFSA3	GFA	559	1,60%	2,39%	0,80%	0,53%
GGBR4	GGB	203	-0,02%	0,10%	-0,15%	0,11%
GOLL3	GOL	193	-0,09%	0,16%	-0,34%	0,24%
ITUB4	ITUB	221	0,25%	0,49%	0,01%	0,05%
PCAR4	CBD	1.365	-1,23%	-1,01%	-1,45%	0,15%
PETR3	PBR	218	-0,01%	0,09%	-0,11%	0,09%
PETR4	PBR/A	187	-0,01%	0,08%	-0,09%	0,10%
Sbsp3	SBS	168	-0,70%	-0,48%	-0,92%	0,21%
TIMP3	TSU	336	-0,92%	-0,40%	-1,43%	0,34%
UGPA3	UGP	190	0,10%	0,26%	-0,06%	0,19%
VALE3	VALE	315	0,26%	0,46%	0,05%	0,11%
VALE5	VALE/P	283	0,20%	0,40%	0,00%	0,12%
VIVT4	VIV	283	0,23%	0,41%	0,04%	0,13%
Média	-	295	-0,09%	0,15%	-0,34%	0,15%

Fonte: Elaboração própria (dados da Bloomberg).

Percebe-se que para todos os pares analisados foi possível implementar a operação de *pairs-trading* proposta no trabalho, uma vez que o teste t resultou na rejeição da hipótese de que a média das diferenças percentuais em módulo entre o preço da ação e o de sua ADR em reais seria estatisticamente igual a zero. O maior valor encontrado no teste t foi de 1.365 para o par PCAR4/CBD e o menor de 139 para o par BRKM5/BAK, ainda

assim bastante significativo. A média para a estatística *t* calculada para os 24 pares foi de 295. Portanto, conclui-se que todos os pares analisados seriam elegíveis à aplicação do modelo proposto.

A paridade usual, ou seja, a média das diferenças percentuais entre os preços apresentada na quarta coluna, mostrou que não há exatamente um padrão na relação de preços entre a ação e sua ADR, com muitos casos em que o preço da ação era em média maior do que o de sua ADR em reais, e diversos casos onde o contrário acontecia. Isso pode ser percebido pela média das paridades usuais ter sido próxima de zero (-0,09%) para os 24 pares. Cruzando-se os dados da tabela 3 com os das tabelas 1 e 2, percebe-se que as diferenças são mais acentuadas para os pares menos líquidos, como GFS3/GFA e PCAR4/CBD, e menos expressivas para os mais líquidos, como PETR4/PBR-A, BBDC4/BBD e CMIG4/CIG. Isso também refletiu-se nos dados da última coluna, a qual apresenta os custos máximos de compra e venda dos ativos na estratégia de *pairs trading* que zerariam o lucro e, portanto, extinguiriam a oportunidade de ganhos para cada par de ativos. Quanto maior esse número, maior o potencial de lucro da estratégia. Entretanto, ressalta-se que para a utilização da estratégia com grandes volumes, os pares de ações mais ilíquidos podem apresentar um risco pela possibilidade de não se conseguir sair das operações montadas. Entre os maiores valores encontrados destacam-se GFS3/GFA (0,53%) e TIMP3/TSU (0,34%). Entre os menores, EMBR3/ERJ (0,04%) e ITUB4/ITUB (0,05%). O custo máximo por operação médio para os 24 pares foi de 0,15%.

Na quinta e sexta colunas exibe-se a diferença percentual de preços em que se deveria montar uma posição com o par de ativos, ou seja, os pontos de entrada na operação. Utilizando o par CSNA3/SID como exemplo, a cada minuto em que o preço da ação estivesse 0,25% mais caro que o preço de sua ADR em reais, o arbitrador deveria montar sua posição vendendo a ação, utilizando os reais recebidos com a venda para convertê-los em dólares suficientes para comprar a ADR. Da mesma forma, a cada minuto em que o preço da ação estivesse 0,09% mais barato que o de sua ADR em reais, o arbitrador montaria a posição vendendo a ADR, convertendo em reais os dólares recebidos com a venda e utilizando-os para comprar a ação. As posições só seriam desfeitas quando a diferença de preços voltasse para o estado em que a ação estivesse 0,08% mais cara que a ADR em reais. Nesse caso, vender-se-ia o ativo comprado mais barato inicialmente e recomprar-se-ia o vendido mais caro no começo da operação, fechando finalmente a posição e auferindo lucros.

Verificou-se que as oportunidades para aplicação da estratégia geralmente apareciam próximas aos horários de fechamento e abertura das bolsas.

6. Conclusão

Este artigo procurou identificar se existem oportunidades de arbitragem entre as ações de empresas brasileiras cotadas na BOVESPA e suas respectivas ADRs negociadas na NYSE. Assim, definiu-se o conceito de arbitragem, o qual se constitui na possibilidade de ganhos através das diferenças de cotações entre dois ativos idênticos, não necessitando capital a ser investido e implicando ausência de riscos. Visto que é necessário um capital mínimo para ser utilizado como garantia, que há custos iniciais na operação e que existe risco das distorções de preços manterem-se persistentemente distantes da diferença usual, o conceito estudado é mais bem explicado através da estratégia de *pairs-trading*. Esse conceito ratifica o método de exploração de compra e venda simultânea de dois ativos idênticos com cotações distintas, considerando seus custos, capital mínimo a ser investido e riscos relativos ao fechamento das posições.

Para realizar este estudo foram utilizados 24 pares ação/ADR de empresas brasileiras listados na BOVESPA e na NYSE. O critério de seleção adotado foi a liquidez: empresas

mais líquidas do mercado, como Petrobrás e Vale, e algumas menos líquidas, como CPFL e Copel. A base de dados consiste na cotação de cada minuto onde houve negociação do par de ativos, em uma janela de observação de três meses (entre 23/05/2012 e 23/08/2012). Além disso, utilizou-se a conversão cambial pela taxa do mercado *spot* do mesmo minuto para que fosse feita a conversão de preços entre os pares de ativos.

Após o tratamento da base de dados, realizou-se o teste t para verificar se a média dos módulos das diferenças percentuais de preços entre a ação local e sua ADR em reais era estatisticamente igual a zero, resultando na rejeição da igualdade em todos os casos estudados.

Em seguida, calculou-se qual seria o custo máximo de operação para que ela se mantivesse financeiramente viável. Para esse cálculo simulou-se que o *trading* seria iniciado quando a diferença entre os preços dos dois ativos atingisse o nível de dois desvios-padrão com relação à média, e o fechamento da posição seria quando essa diferença voltasse ou ultrapasse a média do período piloto adotado (primeiras 1.800 observações). Nesse caso, obteve-se que o maior custo máximo seria de 0,53% no caso do par GFSA3/GFA, e o menor de 0,04% para EMBR3/ERJ.

Dessa forma, concluiu-se que *pairs-trading* entre ações cotadas na BOVESPA e suas respectivas ADRs cotadas na NYSE são operações viáveis e que podem gerar lucro, dependendo da estrutura de custos de operação enfrentada pelo arbitrador. Observou-se que em ações com maior liquidez, o custo máximo para que as operações se mantivessem lucrativas são menores, pois as divergências de preços são em geral inferiores, além de aparecerem com menor frequência.

Como sugestão para novas pesquisas nessa área de estudo, sugere-se a aplicação do método aqui apresentado para ações de empresas de outras nacionalidades. Também seria interessante analisar qual seria o impacto sobre essa estratégia que a necessidade de constituição de uma conta margem para operações de venda a descoberto (e a impossibilidade do uso dos recursos advindos dessa operação) traria.

7. Referências bibliográficas

- ALSAYED, H.; MCGROARTY, F. **Arbitrage and the Law of One Price in the Market for American Depositary Receipts**. School of Management, University of Southampton, UK, 2011.
- BARBOSA, F. V.; CAMARGOS, M. A.; GOMES, G. D. **Integração de Mercados e Arbitragem com Títulos Transfronteiriços: ADRs – American Depositary Receipts**. Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 51 – 67, 2003.
- BODIE, Z.; KANE, A.; MARCUS, A. J. **Investimentos**. Artmed, 2010.
- FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. **Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds**. Journal of Financial Economics, v. 33, n. 1, p. 3-56, 1993.
- FOERSTER, S. R.; KAROLYI, G. A. **The Effects of Market Segmentation and Investor Recognition on Asset Prices: Evidence from Foreign Stocks Listing in the U.S.**, Journal of Finance, v.54, p. 981-1013, 1999.
- GAGNON, L.; KAROLYI, G. A. **Multi-Market Trading and Arbitrage**, Journal of Financial Economics, 2010.
- GATEV, E.; GOETZMANN, W. N.; ROUWENHORST, K. G. **Pairs Trading: Performance of a Relative Value Arbitrage Rule**. Review of Financial Studies, 19, 797-827, 2006.

JORION, P.; SCHWARTZ, E. **Integration vs. Segmentation in the Canadian Stock Market**. Journal of Finance v. 41, p. 603-616, 1996.

PULATKONAK, M.; SOFIANOS, G. **The Distribution of Global Trading in NYSE-Listed Non-U.S. Stocks.**, 1999.

RABINOVITCH, R.; SILVA, A. C.; SUSMEL, R. **Returns on ADRs and Arbitrage in Emerging Markets**. Emerging Markets Review 4, p. 225 – 247, 2003.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. F. **Administração Financeira: Corporate Finance**. Atlas, São Paulo, 1995.

SAKAMOTO, F. A. **A Diferença de Preços entre ADRs e Ações de Empresas Brasileiras como Oportunidade de Arbitragem**. Finanças Aplicadas, 2011.

SHLEIFER, A.; VISHNY, R.; **The Limits of Arbitrage**. Journal of Finance, v. 52, p. 3555, 1997.

SIEGEL, S.; TUKEY, J. W. **A Nonparametric Sum of Ranks Procedure for Relative Spread in Unpaired Samples**. Journal of the American Statistical Association, 1960.

VAN HORNE, J. C. **Financial Management and Policy**. Printice-Hall, 10 ed, New Jersey, 1995.