

## CASH AND CARRY – ARBITRAGEM DO FUTURO DO ÍNDICE DE AÇÕES DO IBOVESPA.

### **Alan Souza Oliveira**

Graduando do curso de Administração de Empresas da Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado. E-mail: a\_l\_a\_n\_s@hotmail.com

### **Gabriel Borges Barbosa de Lima**

Graduando do curso de Administração de Empresas da Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado. E-mail: gabriel.blima@yahoo.com.br

### **Guilherme Loiacone**

Graduando do curso de Administração de Empresas da Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado. E-mail: guiloiacone@hotmail.com

### **Gustavo Lopes de S. Silva**

Graduando do curso de Administração de Empresas da Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado. E-mail: gustavolopes.06@hotmail.com

### **Murilo Antônio Bottaro Luz**

Graduando do curso de Administração de Empresas da Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado. E-mail: murilo.bottaro@gmail.com

## RESUMO

*Cash and Carry* é uma estratégia de arbitragem utilizada no mercado financeiro para auferir ganhos através da execução de uma operação de compra ou venda de um ativo no mercado à vista, e simultaneamente uma operação oposta no mercado futuro, sendo que a posição adquirida no mercado à vista deve ser carregada até o vencimento do contrato futuro. Os ativos estudados neste artigo, sobre o qual ocorre essa arbitragem, são o índice de ações Ibovespa e seu contrato futuro. Este artigo estuda o custo de carregamento, o qual busca explicar a relação entre preços à vista e futuro. Porém, em estudos anteriores como o de Buhler e Kempf (1995) e Hallot (2011) o modelo não foi capaz de justificar a relação entre os preços, devido a fortes indícios do impacto dos custos de transação que são desconsiderados. Portanto, este artigo tem como objetivo central verificar se através de um ajuste no modelo, onde é acrescentado o custo ou receita que pode ser gerado com o aluguel das ações, o mesmo pode explicar a relação entre os preços à vista e futuro do Ibovespa. De acordo com os testes realizados não foi possível concluir que o modelo ajustado justifica a relação entre os preços. Porém, quando comparados os modelos, verificou-se que o modelo ajustado foi o que gerou resultados mais próximos do preço futuro observado. Além disso, através da análise comparativa, também foi possível identificar que o modelo ajustado produziu um número equilibrado de oportunidades de arbitragem entre as duas modalidades da estratégia. Em contraste, não foi identificado o mesmo equilíbrio nas oportunidades de arbitragem geradas pelo modelo tradicional, mas pelo contrário, as oportunidades na modalidade de reversão foram predominantes na maior parte do período analisado, e quase não houve oportunidades de financiamento.

Palavras-chave: *Cash and Carry*; Mercado futuro; Arbitragem; Custo de Carregamento.

## ABSTRACT

Cash and Carry is an arbitrage strategy widely used in the Financial Markets to profit by selling or buying a security in the spot and carrying the long or short position acquired, while simultaneously executing an opposite trade underlying the same security in the future market. The securities studied in this article, in which the cash and carry arbitrage occurs are the stock index Ibovespa and its corresponding Index Future contract. The study seeks to analyze the cost-of-carry model and its efficiency on expressing the relationship between the spot and future prices. However, on previous

studies, such as Buhler and Kempf (1995) and Hallot (2011), where the cost-of-carry model was analyzed, the relationship between the prices couldn't be justified by the model, indicating strong signs that the cause relies on transaction costs impact, which are not considered by assumption of the model. Therefore, the main purpose of this article is to verify whether, by doing an adjustment in the model, where a variable regarding the stock loan cost or income generated is included, it can explain the relationship between the spot price of Ibovespa Index and its nearest to maturity future. According to the results pointed up on the hypotheses tests, the adjusted model could not express correctly the relationship between the future and the spot prices. On the other hand, in a comparison between both the standard and the adjusted model, it was found that the adjusted model printed a higher number of theoretical future prices that were closer to the observed future prices than the standard model did. In addition to the comparison results, the number of arbitrage opportunities resulted by the adjusted model is considerable balanced between the two types of cash-and-carry strategies, while for the standard model most opportunities were seen on the reverse strategy type and almost none on the finance type.

Keywords: *Cash and Carry*; Future Market; Arbitrage; Cost of Carry.

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Silva Neto (2002) “se existe uma relação entre dois preços, o mercado logo a descobrirá, e sempre que essa relação não estiver equilibrada, os arbitradores se valerão desse desequilíbrio para ganhar dinheiro”.

Conceitualmente uma operação de Arbitragem é executada quando existe uma oportunidade de realizar ganho financeiro sem risco. Nesta pesquisa será analisada a estratégia de arbitragem do índice de ações Brasileiras Ibovespa, o mais importante indicador de desempenho da bolsa nacional, contra seu futuro mais próximo. Foram desenvolvidos conceitos para formulação do preço futuro justo, envolvendo variáveis como o preço à vista do ativo ou bem negociado, o custo de oportunidade em aplicações livres, ou com baixo risco, o custo de carregamento ou armazenamento do ativo, custos de transação, e o prêmio pelo risco, gerando uma relação de equilíbrio entre o preço futuro e o preço a vista do ativo. Um dos mais conhecidos e presentes nas literaturas acadêmicas é o modelo do custo de carregamento, onde o preço futuro justo de um ativo é definido a partir do preço a vista somado ao custo gerado pelo carregamento desse mesmo ativo.

Considera-se uma oportunidade de Arbitragem quando o preço futuro do Ibovespa observado divergir do preço futuro justo calculado através do modelo de custo de carregamento. Em função disso, estudos foram realizados nos mais diversos índices de ações de diferentes mercados com o propósito de verificar a validade do modelo, no qual os custos transacionais são desconsiderados. Contudo, não puderam concluir que o modelo justificava a relação entre os preços. Foi observado que uma provável justificativa para isso seja o fato de que os custos de transação possam ter um impacto significativo na relação entre os preços.

Quando analisados individualmente, nota-se que o aluguel de ações tem grande representatividade dentre os custos de transação no mercado brasileiro, e por esse motivo este artigo busca verificar se, a partir de um ajuste no modelo de custo de carregamento, onde o aluguel de ações passa a ser considerado, a relação entre o preço à vista e futuro do Ibovespa pode ser justificada. Dessa forma, espera-se que, em determinado momento, quando calculado o preço futuro “justo” do Ibovespa com uso do modelo ajustado, o resultado seja em um valor igual ao preço futuro do índice observado para o mesmo instante.

Considerando a série construída de maio a junho de 2014, também procura-se observar o comportamento da série calculada através do modelo ajustado de forma comparativa à série calculada com uso do modelo tradicional.

## 2 CASH&CARRY – ARBITRAGEM DO FUTURO DE IBOVESPA

Conforme mencionado anteriormente, existe uma relação entre o preço à vista e o preço futuro de um ativo determinada pelo modelo de custo de carregamento. “O teorema da paridade futuros e à vista representa a relação normal ou teoricamente correta entre preço à vista e preço futuro. Qualquer desvio da paridade criaria oportunidades de arbitragem livre de risco.” (BODIE, Zvi, 1943, p. 775).

“*Cash and Carry*” (C&C) é a forma como a estratégia de arbitragem do futuro de Ibovespa é conhecida entre participantes no mercado. Esta arbitragem pode ser executada de duas formas: Financiamento e Reversão. O *Cash and Carry* no Financiamento consiste em identificar momentos onde o Ibovespa Futuro está sobrevalorizado e executar uma operação de venda no mercado futuro e simultaneamente uma compra no mercado à vista. Na Reversão busca-se identificar momentos onde o Ibovespa Futuro está subvalorizado e executar uma operação de compra no mercado futuro e simultaneamente uma venda no mercado à vista.

Para ambas as modalidades a execução do C&C está baseada e condicionada na identificação desse *mispricing* entre o preço do Ibovespa futuro e o preço futuro “justo” (ou teórico) do Ibovespa. De acordo com Hallot (2011) “essa diferença quando positiva representa oportunidade de financiamento, e quando negativa, de reversão”.

De acordo com Cornell e French (1983) e Figlewski (1984) apud Yadav e Pope (1990), para definir o preço futuro “justo” de índice de ações é utilizado o modelo de precificação do custo de carregamento, que parte do princípio de que não é possível arbitrar o mercado futuro de índice de ações através do carregamento de uma posição adquirida no mercado à vista. Esse modelo se baseia nas seguintes premissas:

- 1- Não há imperfeições de mercado – por exemplo:
  - a) Não há custos de transação (corretagem, emolumentos, custódia, aluguel de ativos);
  - b) Não há efeitos tributários;
  - c) Os ativos são perfeitamente divisíveis;
  - d) Todos os ativos estão disponíveis para

compra e venda, e não há restrições de quantidade; e) Todos os ativos estão disponíveis para alugar, ou tomar alugado, e não há restrições de quantidade.

- 2- As taxas de juros são não estocásticas e os contratos futuros podem ser tratados como contratos a termo.
- 3- Os dividendos e suas datas de pagamento são conhecidos.

Dadas as premissas acima temos que o preço futuro “justo” de um índice de ações pode ser calculado da seguinte forma:

$$F(t, T) = I(t) e^{r(t,T)(T-t)} - \sum_{j=1}^J D(t_j) e^{r(t,T)(T-t_j)}$$

Onde  $F(t, T)$  é o Ibovespa futuro no momento  $t$ , com vencimento em  $T$ ;  $I(t)$  é preço do Ibovespa à vista no momento  $t$ ;  $r(t, T)$  é a taxa de juros do período quando para se tomar ou emprestar dinheiro no período  $[T - t]$ ; e  $T$  são os dias a decorrer até o vencimento do contrato futuro;  $t_j$ , sendo  $j = 1$  representa os pontos no tempo em que os dividendos  $D(t_j)$  são pagos. Portanto  $D(t_j) e^{r(t,T)(T-t_j)}$  significa o pagamento do dividendo no tempo  $t_j$ , acruado à taxa de juros até a data  $T$  no futuro.

De acordo com a BM&F Bovespa, o Ibovespa é um índice de retorno total que representa as variações dos preços dos ativos integrantes do índice no tempo assim como o impacto que a distribuição de proventos por parte das companhias emissoras desses ativos teria no retorno no índice. Com isso os proventos pagos (dividendos e juros sobre capital próprio) são incorporados na carteira do índice pelo valor bruto. Dessa forma, considera-se para este estudo que o reinvestimento dos proventos anula seu impacto na precificação do futuro, e, portanto o modelo do custo de carregamento pode ser expresso da seguinte forma:

$$F(t, T) = I(t) e^{r(t,T)(T-t)}$$

Este estudo busca analisar o impacto causado no modelo de custo de carregamento quando realizado um ajuste a partir da inclusão de uma variável referente ao custo ou receita gerados com o aluguel de ações. Justifica-se esse ajuste pelo fato de que o aluguel de ações no mercado Brasileiro representa um fator fundamental para a execução da arbitragem, visto que as taxas são voláteis e sensíveis a diversos fatores, gerando grande impacto na precificação dos futuros. Com isso, o seguinte ajuste no modelo é proposto:

$$F(t, T) = I(t) e^{r - k(t, T)(T-t)}$$

onde  $k(t, T)$ , em porcentagem, é a taxa ao ano para doar ou tomar no aluguel as ações componentes do índice Ibovespa no período  $[T-t]$ .

A BM&F Bovespa oferece o serviço de aluguel de ações agindo como contraparte central realizando gestão de risco através da solicitação de depósito de margem de garantia. A negociação do aluguel de ações é realizada através do mercado de balcão, no qual a negociação das taxas acontece fora da bolsa, podendo ser feita com intermédio das corretoras de valores, ou entre as partes tomadoras e doadoras, sendo que os termos do contrato como taxa, prazo, preço de referência, e tipo de liquidação podem ser acordados entre as partes no momento da negociação.

Para fins de análise do *Cash and Carry* considera-se que a taxa de aluguel do índice Ibovespa é calculada de forma ponderada pela taxa de cada papel, o prazo deve estar alinhado com a data do vencimento do futuro, o preço de referência de cada ativo é o preço médio ponderado do dia de negociação anterior, e o tipo de liquidação é reversível, de forma que:

$$k(t, T) = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{P}_i(t-1) \times Q_i(t) \times A_i(t)}{IBOV(t)}$$

Onde  $\bar{P}_i$ ,  $Q_i$  e  $A_i$  representam o preço médio ponderado pelo volume de negociação, a quantidade de ações, e a taxa de aluguel (média de 3 dias) de cada ativo componente da carteira respectivamente.  $(t-1)$  representa o dia de negociação anterior à  $(t)$ .  $IBOV(t)$  é o preço a vista da carteira do Ibovespa. Por fim,  $n$  é o número total de ativos que compõe a carteira do índice.

O *Mispricing* ou diferença entre o futuro justo teórico e o futuro observado no momento  $t$  para vencimento  $T$  deve ser igual à zero para que não exista oportunidade de arbitragem, e pode ser calculado em pontos como:

$$AMIS = \bar{F}(t, T) - F(t, T)$$

Onde  $\bar{F}(t, T)$  é o futuro observado.

O *Mispricing* relativo pode ser calculado da seguinte forma:

$$RMIS = \frac{e^{-r(t,T)[\sigma,t]} [F(t,T) - F(t,T)]}{IBOV(t)}$$

## 2.1 ESTUDOS ANTERIORES

Diversos estudos sobre arbitragem foram realizados em diferentes mercados do mundo. Muitos apresentam conclusões em relação ao momento em que é possível a execução da arbitragem e o impacto do preço futuro no preço spot. Porém nenhum deles consegue justificar a aplicabilidade do modelo de custo de carregamento para formação do preço futuro.

Buhler e Kempf (1995) em seu estudo sobre o mercado alemão (DAX), concluíram que o modelo de custo de carregamento não explica a relação entre o preço do índice spot e no mercado futuro, pois os contratos futuros ficam significativamente subprecificados. O valor absoluto desses contratos subprecificados aumentam, em todos os casos, com a proximidade da data de liquidação.

Já Hallot (2011) estudou a relação entre os preços à vista e futuro de Ibovespa, analisando a possibilidade de arbitragem entre os dois mercados brasileiros. Sua principal conclusão foi que o modelo de custo de carregamento não explica a relação entre os preços *spot* e futuro do Ibovespa. Em sua análise, a média do *mispricing* é negativa e essa diferença é maior quanto maior o prazo até o vencimento do futuro.

Yadav e Pope (1990) ainda reforçam a ideia de que a fórmula de precificação futura tende a fornecer uma estimativa tendenciosa para cima do preço real futuro, pois muitas das violações contidas nessa fórmula são muito grandes para serem justificadas apenas por custos transacionais dos arbitradores favoravelmente posicionados.

## 3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

### 3.1 BASE DE DADOS

O período estudado corresponde ao intervalo de 01 de maio de 2014 até 31 de julho de 2014. Foram construídas séries intradiárias minuto-a-minuto, e os dados utilizados foram extraídos da *Bloomberg*. Em maio, no rebalanceamento da carteira, as ações DASA3 e KLBN4 saíram da composição do índice, e a MMXM3 foi incluída. Dessa forma, no período analisado, houve 2 carteiras vigentes do

Ibovespa, sendo o período de vigência da primeira de 06 de janeiro de 2014 à 02 de maio de 2014; e o da segunda de 05 de maio de 2014 à 29 de agosto de 2014. Além disso, durante o período analisado houve a incorporação AEDU3 pela KROT3, ocasionando a saída da ação da Anhanguera S.A. do Ibovespa no dia 04 de julho de 2014. Foram considerados os contratos futuros de Ibovespa mais próximos de cada dia da análise, sendo o INDM14 (vencimento em 18 de Junho de 2014) e o INDQ14 (vencimento em 13 de Agosto de 2014). As taxa de juros foram obtidas a partir da interpolação cúbica dos futuros de DI para as datas correspondentes aos vencimentos dos contratos futuros de Ibovespa. Os contratos de DI futuro utilizados foram: DI1K14 (vencimento em 02 de maio de 2014), DI1M14 (02 de junho de 2014), e DI1N14 (01 de julho de 2014). As taxa de aluguel extraídas são taxas divulgadas diariamente pela CBLC que representam a média das taxas dos contratos de aluguel negociados nos últimos 3 dias úteis para cada ativo na ponta do tomador e na ponta do doador.

O intervalo estudado corresponde a um período de 62 dias úteis de negociação sendo que o horário de negociação da BM&FBOVESPA considerado foi das 10:15 até as 16:45, pois foram desconsiderados os 15 minutos iniciais e finais onde ocorrem leilões de abertura e fechamento dos papéis que podem distorcer os dados. Além disso, foi aplicado um filtro na amostra de dados para que fossem considerados somente os momentos onde todos os ativos estivessem em condições normais de operação, ou seja, para que a arbitragem seja eficiente é necessário que todos os ativos e os diferentes mercados estivessem disponíveis simultaneamente no momento da execução. Portanto foram desconsideradas as amostras que não apresentaram os preços de todos os ativos necessários para a o cálculo do valor na série correspondente por motivo de leilão intradiário de determinado ativo, fechamento antecipado de mercado e falta de oferta ou demanda.

Para a construção das séries foram utilizados dados diários e intradiários. Dentre os dados intradiários (minuto a minuto) estão inclusos os preços de compra (*BID*) e os preços de venda (*ASK*) das ações componentes do Ibovespa, e dos contratos futuros de Ibovespa observados. Os dados diários foram compostos pelas quantidades de ações que cada ativo representava na carteira vigente do Índice, além das taxas de tomador e doador para cada ativo no mercado de aluguel de ações e também os preços de abertura dos contratos futuros de DI utilizados na interpolação para a data do vencimento do futuro de Ibov. Foram construídas séries para a análise do *Cash and Carry* no financiamento e na reversão, sendo que, após a análise, filtro e seleção dos dados amostrais, somou-se 9080 o numero de amostras para o financiamento, e 8919 para a reversão.

### 3.2 METODOLOGIA

As séries de *mispricing* foram construídas com o uso do modelo de custo de carregamento de duas formas sendo a primeira a partir do modelo tradicional, e a segunda a partir do modelo ajustado. Para cada forma do modelo é necessário construir uma série na perspectiva do financiamento, e outra na perspectiva da reversão do *Cash and Carry*.

Inicialmente, é necessário calcular para a carteira do índice o valor de compra (*ASK*) e de venda (*BID*) no mercado a vista:

$$IBOV_{ASK} = \sum_{i=1}^n P_{i,ASK} \times Q_i$$

$$IBOV_{BID} = \sum_{i=1}^n P_{i,BID} \times Q_i$$

Onde  $IBOV_{ASK}$  é o preço onde é possível comprar a carteira do índice no mercado à vista,  $IBOV_{BID}$  é o preço onde é possível vender a carteira do índice no mercado à vista,  $P_{i,ASK}$  é o preço onde é possível comprar a ação "i",  $P_{i,BID}$  é o preço onde é possível vender a ação "i",  $Q_i$  é a quantidade teórica de ações da empresa "i" na carteira do índice,  $n$  é o número de ações componentes na carteira do índice.

Em seguida, para as séries de *mispricing* com uso do modelo de custo de carregamento ajustado é necessário calcular a taxa de aluguel para doar (*BID*) e para tomar (*ASK*) a carteira do índice:

$$k_{BID}(t, T) = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{P}_{i(t-1)} \times Q_{i(t)} \times A_{i(t),BID}}{IBOV(t)}$$

$$k_{ASK}(t, T) = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{P}_{i(t-1)} \times Q_{i(t)} \times A_{i(t),ASK}}{IBOV(t)}$$

Onde  $k_{BID}(t, T)$  é a taxa de aluguel onde é possível doar a carteira do índice,  $k_{ASK}(t, T)$  é a taxa de aluguel onde é possível tomar a carteira do índice.  $A_{i(t),BID}$  representa a taxa (média de 3 dias)

para doar no aluguel, e  $A_{i(t),ASK}$  representa a taxa (média de 3 dias) para tomar no aluguel, de cada ativo componente da carteira do índice.

Em função da distribuição de JSCP (Juros sobre Capital Próprio) por algumas das empresas componentes do índice durante o período analisado, a taxa média de aluguel observada para algumas dessas empresas aumentaram, em média, mais de 1000% devido, por exemplo, a estratégias aplicadas no mercado, onde fundos locais tomam ações alugadas, a fim de auferir ganhos por possuírem uma vantagem na forma em que são tributados. Logo, as variações observadas em períodos de distribuição de JSCP tiveram suas taxas ajustadas, considerando a média aritmética dos 5 dias anteriores e dos 5 dias posteriores ao período em que as taxas de aluguel estavam sob efeito do JSCP, para aquelas empresas cujas ações passaram a ser negociadas EX-JSCP durante o período de análise.

Além disso, por ser um custo representativo, foi considerado o custo de transação referente à taxa de liquidação que corresponde a 0.25% sobre o valor financeiro para os tomadores.

### 3.2.1 FINANCIAMENTO

A operação de financiamento consiste em identificar um futuro operando em um preço acima do que se considera justo, dessa forma, busca-se vender esse futuro a fim de capturar o *mispricing* correspondente. Como o preço onde é possível vender o futuro é o *BID*, o *mispricing* na perspectiva do financiamento será definido da seguinte forma:

- Modelo Tradicional do Custo de Carregamento:

$$AMIS_{BID}(trad) = \bar{F}_{BID}(t, T) - IBOV_{ASK}(t) e^{r(t, T)[T-t]}$$

- Modelo Ajustado do Custo de Carregamento:

$$AMIS_{BID}(ajust) = \bar{F}_{BID}(t, T) - IBOV_{ASK}(t) e^{r - k_{BID}(t, T)[T-t]}$$

em que  $\bar{F}_{BID}(t, T)$  é o preço onde é possível vender (*BID*) o futuro observado.

### 3.2.2 REVERSÃO

A operação de reversão consiste em identificar um futuro operando em um preço abaixo do que se considera justo, dessa forma, busca-se compra esse futuro a fim de capturar o *mispricing* correspondente. Como o preço onde é possível comprar o futuro é o *ASK*, o *mispricing* na perspectiva da reversão será definido da seguinte forma:

- Modelo Tradicional do Custo de Carregamento:

$$AMIS_{ASK}(trad) = \bar{F}_{ASK}(t, T) - IBOV_{BID}(t) e^{r(t, T)(T-t)}$$

- Modelo Ajustado do Custo de Carregamento:

$$AMIS_{ASK}(ajust) = \bar{F}_{ASK}(t, T) - IBOV_{BID}(t) e^{r - k_{ASK}(t, T)(T-t)}$$

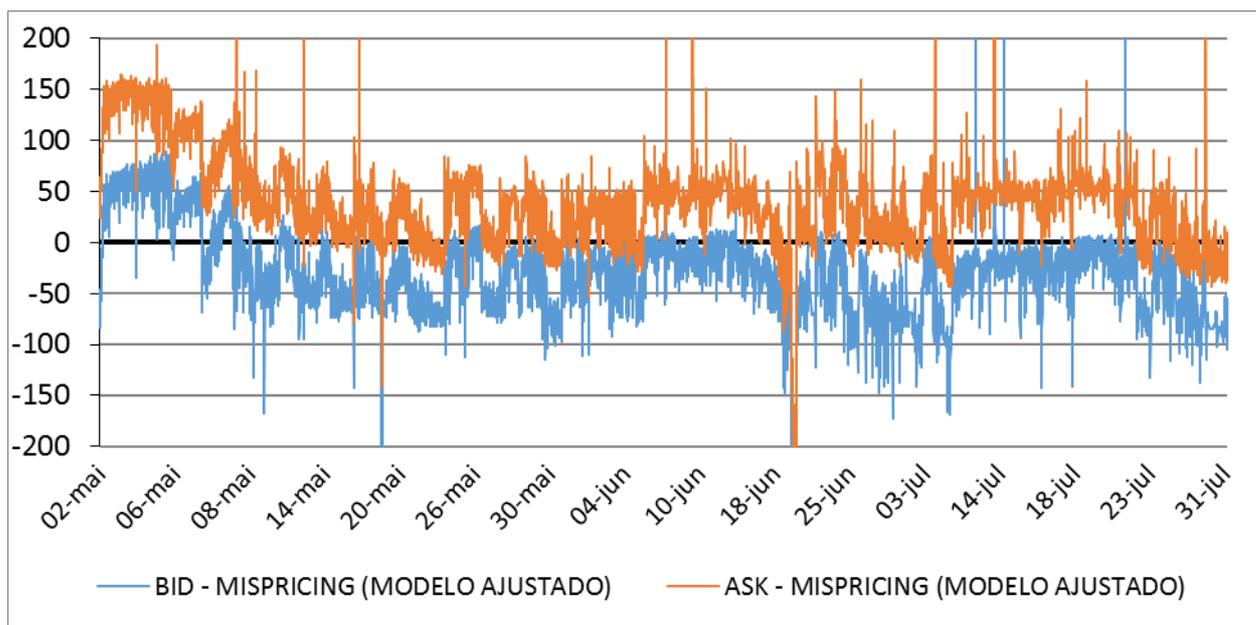
em que  $\bar{F}_{ASK}(t, T)$  é o preço onde é possível comprar (*ASK*) o futuro observado.

#### 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na primeira parte foram analisadas as séries construídas através do modelo de custo de carregamento ajustado. Também, foram feitos testes estatísticos a fim de verificar se a relação entre os preços futuros e a vista é justificada através do modelo de custo de carregamento ajustado. Além disso, foram comparadas as séries construídas com uso do modelo em ambas as formas, tradicional e ajustado, com o objetivo de identificar qual delas apresenta valores de *mispricing* mais próximos de zero.

##### 4.1 ANÁLISE DA SÉRIE DE MISPRICING – Modelo Ajustado

No Gráfico 1, notou-se que na maior parte do tempo os valores de *mispricing* encontrados para ambas as séries construídas estavam fora da zona de arbitragem, sendo que valores positivos representam oportunidades de arbitragem no financiamento (série *BID*), e valores negativos significam oportunidades de reversão (série *ASK*). Conforme a tabela 1, para a série de *mispricing* do *BID*, a média dos valores foi de -24 e foram identificados 1711 oportunidades de arbitragem. Já para a série de *mispricing* do *ASK* a média dos valores foi de 38, sendo que em 1612 observações da amostra correspondem a oportunidades de arbitragem.



**GRÁFICO 1 – MISPRICING: MODELO AJUSTADO**

Fonte: Dos autores.

Observou-se que no início do período analisado, (entre 02 e 08 de Maio) ambas as séries apresentaram valores altos no lado positivo em relação ao período total o que representam oportunidades de arbitragem de financiamento na série de *mispricing* do *BID*. Foi investigado qual a variável que estava causando esse efeito, e descobriu-se que a taxa de aluguel nas ações da empresa OIBR4 estavam em patamares elevados, chegando a atingir 146% ao ano, em função das notícias envolvendo o não pagamento a Portugal Telecom (empresa que estava negociando a incorporação da OIBR4) pela Rio Forte sobre títulos de dívida que estavam expirando.

**TABELA 1 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA – MODELO AJUSTADO**

Estatística	Financiamento	Reversão
Média	-24	38
Erro padrão	0,458343381	0,502390226
Mediana	-23	35
Modo	-14	49

Desvio padrão	43,67509803	47,44596276
Variância da amostra	1907,514188	2251,119382
Curtose	7,41351603	4,196712921
Assimetria	-0,190020017	0,537867396
Mínimo	-364	-320
Máximo	296	361
Contagem	9080	8919
Oportunidades de Arbitragem	1711	1612

Fonte: Dos autores

**TABELA 2 - TESTES DE HIPÓTESES DA MÉDIA DAS AMOSTRAS (MODELO AJUSTADO)**

Valor de teste = 0	T	df	Sig. (2 extremidade)	Diferença média	95% Intervalo de Confiança	
					Inferior	Superior
<i>MISPRICING - BID</i>	-53,472	9079	0,000	-24,509	-25,41	-23,61
<i>MISPRICING - ASK</i>	77,207	8918	0,000	38,788	37,80	39,77

Fonte: Dos autores.

De acordo com o teste de hipóteses realizado na tabela 2 rejeita-se a hipótese nula de que a média das séries é igual à zero.

#### 4.2 ANÁLISE COMPARATIVA: Modelo Ajustado *versus* Modelo Tradicional

Foram realizados testes comparativos entre as séries construídas a partir do modelo tradicional e o modelo ajustado, Nos testes de sinais, e dos postos sinalizados de Wilcoxon para amostras relacionadas, foram rejeitadas as hipóteses de que a mediana das diferenças entre as séries construídas a partir do modelo tradicional e do modelo ajustado fosse igual à zero. Também foi rejeitada a hipótese de que as distribuições das séries fossem iguais no teste de variância de dois fatores de Friedman de amostras relacionadas por postos.

TABELA 3 - TESTE DE HIPÓTESES DA MÉDIA DAS AMOSTRAS DE MISPRICING

Valor do teste = 0	T	di	Sig. (2 extremidade	Diferen média	95% Intervalo de Confiança	
					Inferio	Superio
BID - (MODELO TRADICIONAL)	-189,53	907	0,000	-81,61	-82,4	-80,77
BID - (MODELO AJUSTADO)	-53,47	907	0,000	-24,50	-25,4	-23,61
ASK - (MODELO TRADICIONAL)	-85,59	891	0,000	-34,55	-35,3	-33,76
ASK - (MODELO AJUSTADO)	77,207	891	0,000	38,78	37,8	39,77

Fonte: Dos autores.

Para as séries de *mispricing* construídas, tanto a partir do modelo tradicional, quanto a partir do modelo ajustado, foram rejeitadas as hipóteses nulas de que a média das séries é igual à zero. Porém, nota-se que os valores t encontrados encontram-se mais próximos de zero nos testes realizados para o modelo ajustado do que nos valores encontrados nos testes para o modelo tradicional.

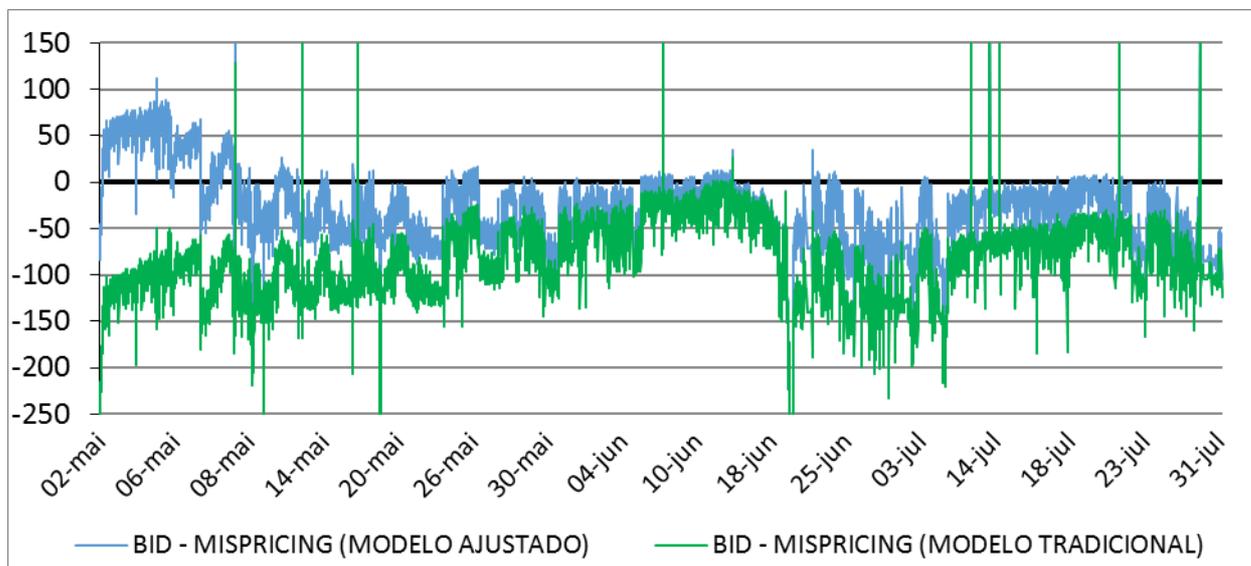
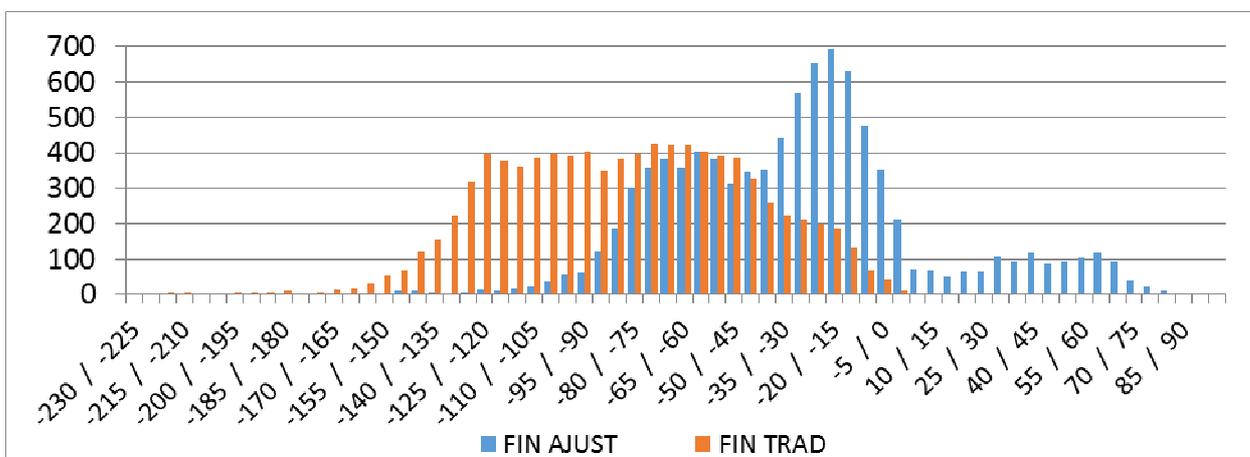


GRÁFICO 2 – MISPRICING BID – GRÁFICO COMPARATIVO

Fonte: Dos autores.

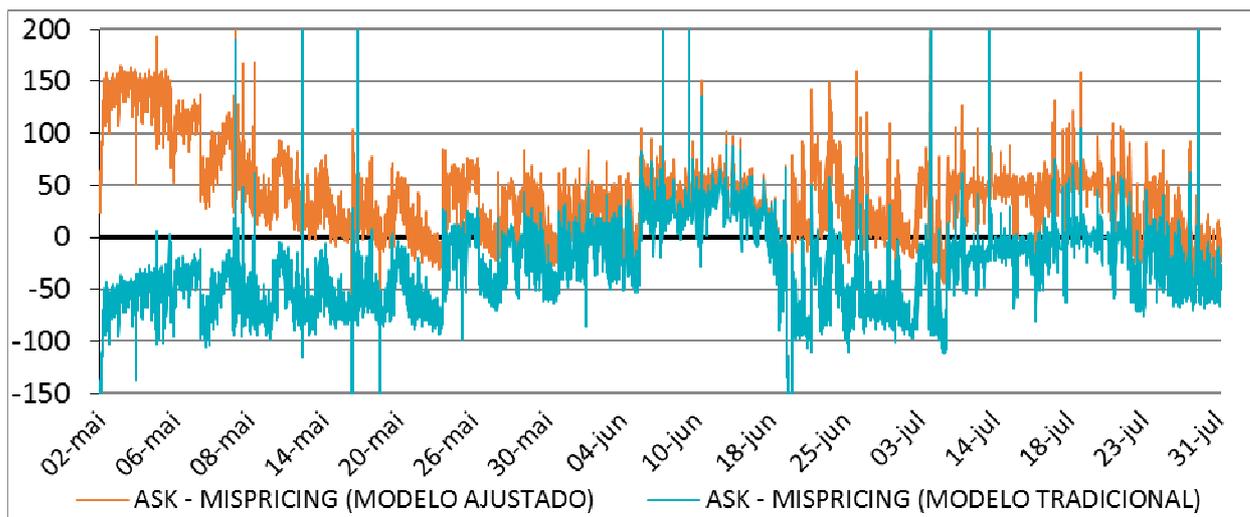
No Gráfico 2 notou-se que os valores de *mispricing* na série construída com uso do modelo tradicional são negativos na maior parte dos momentos observados, significando que, quando comparados aos valores encontrados na série ajustada, foram raros, ou quase inexistentes as oportunidades de arbitragem de Financiamento (menos de 1% das observações). Isso se deve ao fato de que a receita gerada com o aluguel de ações é desconsiderada no modelo tradicional, inviabilizando a arbitragem na modalidade de financiamento. É possível verificar de forma clara esse efeito no Gráfico 3 onde observou-se a frequência dos intervalos de *mispricing*.



**GRÁFICO 3 – C&C FINANCIAMENTO – FREQUÊNCIA MISPRICING**

Fonte: Dos autores.

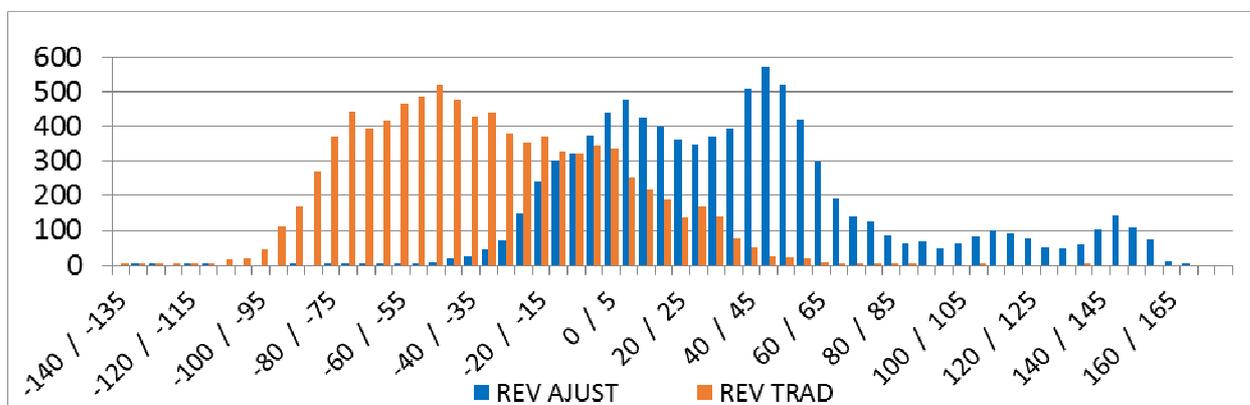
No comparativo das séries de *mispricing* ASK no Gráfico 4 notou-se que os valores calculados com o modelo tradicional representam oportunidades de arbitragem na maior parte do período analisado, o que representa 81,14% da série. Na série calculada pelo modelo ajustado as oportunidades de arbitragem correspondem a 18,14% do total da amostra.



**GRÁFICO 4 – MISPRICINGASK – GRÁFICO COMPARATIVO**

Fonte: Dos autores.

Como observado no Gráfico 5 a maioria dos valores calculados através do modelo tradicional se encontram na área negativa, que representa oportunidades de arbitragem.



**GRÁFICO 5 – C&C REVERSÃO – FREQUÊNCIA MISPRICING**

Fonte: Dos autores.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os testes realizados nas séries contruídas com o modelo ajustado rejeitaram as hipóteses nulas de que as médias fossem iguais a zero, e portanto não é possível afirmar que o modelo ajustado justifica a relação entre os preços a vista e futuro do Ibovespa. Assim como nos estudos anteriores, utilizados como referência para este artigo, associa-se as diferenças remanescentes nas observações aos outros custos de transação que permaneceram deconsiderados. É importante ressaltar que os custos de transação podem diferir dentre os variados tipos de participantes do mercado, podendo representar vantagem competitiva na execução do *cash-and-carry*, e portanto o preço futuro teórico calculado poderá ser diferente de um participante para o outro.

Apesar disso, na análise comparativa das séries entre os dois modelos foi observado que, quando realizado o ajuste no modelo, as séries de *mispricing* apresentam proporções muito parecidas de oportunidades de arbitragem para cada modalidade da estratégia (Financiamento e Reversão). Por outro lado, para o modelo tradicional, as séries apresentaram proporções opostas em relação ao número de oportunidades de arbitragens em cada série, sendo que a maior concentração foi predominantemente identificada na modalidade de Reversão. As diferentes proporções encontradas com o uso de cada modelo mostram de forma clara que o custo de aluguel altera de forma significativa o valor “justo” do futuro de Ibov, sendo que o modelo ajustado apresentou proporções de oportunidades de arbitragem mais equilibradas entre as duas modalidades do que o modelo tradicional.

Além disso, nos testes realizados foi possível verificar que em termos de variabilidade os valores de *mispricing* são mais próximos de zero nas séries contruídas a partir do modelo ajustado do que nas séries contruídas sem a inclusão da variável referente ao aluguel de ações no modelo.

Foi possível observar também que os valores de *mispricing* encontrados a partir do modelo ajustado mostrou-se sensível a alterações nas taxas de aluguel. Observa-se esse efeito de forma clara nos altos valores de *mispricing* observados nos primeiros dias do período analisado que foram impactados pelas altas taxas de aluguel da empresa OIBR4, e que portanto geraram altas oportunidades de arbitragem de Financiamento.

Embora o ajuste no modelo tenha resultado em valores de *mispricing* mais próximos de zero do que o modelo tradicional, é importante dizer que existem limitações no mercado que neste estudo não foram consideradas. Dentre as limitações temos que, a disponibilidade de liquidez dos ativos no mercado a vista,

futuro e até mesmo no aluguel pode restringir a execução da arbitragem. Além disso, os preços observados representam os melhores preços de compra e venda para um ativo em determinado instante, porém, o volume disponível é limitado nos respectivos preços, e em situações de pouca liquidez ordens de grandes volumes podem mover o preço dos ativos, com isso deve ser considerado o preço médio do ativo correspondente ao volume da ordem necessária para executar a operação.

Portanto, notou-se que o ajuste realizado no modelo de custo de carregamento resulta em diferenças menores entre o futuro justo teórico e o futuro observado, além de indicar preços definidos com mais transparência entre os participantes, onde os arbitradores monitoram de forma constante qualquer divergência entre os preços e atuam com frequência equilibrada em ambas modalidades do *Cash and Carry*.

## REFERÊNCIAS

ALPHONSE, P. Mispricing Persistence and the Effectiveness of Arbitrage Trading. **Multinational Finance Journal**, v. 11, n. 1/2, p. 123-156, 2007.

BM&F BOVESPA. **Ofício circular**. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/pt-br/noticias/2014/download/BMFBOVESPA-OC037-2014-DP.pdf>>. Acesso em: 9 ago. 2014.

BM&F BOVESPA: **A nova bolsa**. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/home.aspx?idioma=pt-br>>. Acesso em: 4 mar. 2014.

BODIE, Z.; KANE, A.; MARCUS, A. J. **Investimentos**. Porto Alegre: AMGH Ed. 2010. Xxv, 1025 p.

BUEHLER, W.; KEMPF, A. DAX Index Futures: Mispricing and Arbitrage in German Markets. **The Journal of Futures Markets**, v. 15, n. 7, p. 833, out. 1995.

CETIP: **a integradora do mercado financeiro**. Disponível em: <<http://www.cetip.com.br>>. Acesso em: 10 mar. 2014

FORTUNA, E. **Mercado financeiro: Produtos e serviços**. 19. Ed. rev., atual. e ampl. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013. Xxxii, 1066 p.

FRAGA, J. B. **Empréstimo de ações no Brasil**. São Paulo, 2013. 152 p. Dissertação (Doutorado em Administração de Empresas) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2013.

HAAS, C. A. **Uma análise dos volumes e taxas observadas no mercado de aluguel de ações na bolsa brasileira**. 2009. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

HALLOT, A. A. M. **Mispricing e Arbitragem no Mercado Futuro de Ibovespa** – Um Estudo Empírico. São Paulo, 2011. 42 p. Dissertação (Mestrado em Finanças e Economia) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2011.

HULL, J. C. **Fundamentos dos mercados futuros e de opções**. São Paulo: BM&F, 2008. 597 p.

MINOZZO, C. A. S. **Determinantes da taxa de aluguel de ações no Brasil**. São Paulo, 2010. 50 p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2010.

SILVA NETO, L. de A. **DERIVATIVOS: definições, emprego e risco**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2006. 298 p.

SWINNERTON, E. A.; CURCIO, R. A.; YONAN, M. R. Index arbitrage in the Japanese stock market. **Multinational Business Review**, v. 3, n. 1, p. 59, Spring 1995.

TREIN, A. H. **O Mercado de aluguel de títulos e sua relação com os movimentos de preços de ações no mercado à vista**. 2008. 39f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

YADAAV, P. K.; POPE, P. F. Stock Index Futures Arbitrage: International Evidence. **The Journal of Future Markets**, v. 10, n. 6, p. 573, dez. 1990.