

---

## Teste de arbitragem no mercado de ouro: um estudo Brasil X EUA

Matheus Henrique Guedes de Melo<sup>1</sup>

Eduardo Senra Coutinho<sup>2</sup>

Márcio Antônio Salvato<sup>3</sup>

---

▪ Artigo recebido em: 03/04/2014 ▪▪ Artigo aceito em: 22/02/2016 ▪▪▪ Segunda versão aceita em: 01/04/2016

### RESUMO

Este estudo tem o objetivo de analisar a relação entre o preço interno (cotado na BM&FBovespa) e externo do ouro (cotado na bolsa de mercadorias de Nova York, COMEX), a fim de constatar a possibilidade de arbitragem na negociação deste ativo. Para isso, foi aplicado o modelo proposto por MEDEIROS e LIMA (2006) com observações do preço do ouro nos mercados nacional e internacional de 2007 a 2013. Os resultados encontrados apontam que os mercados nacional e internacional não estão totalmente integrados e é possível a realização de arbitragem.

**Palavras-chave:** Mercado de ouro; Arbitragem; Eficiência de mercado.

### Arbitrage test in the gold market: a study Brazil X USA

### ABSTRACT

This study aims to analyze the relationship between external and domestic gold prices (listed on the BM&FBovespa and on the Commodity exchange in New York, COMEX, respectively), in order to determine the possibility of arbitrage trading of this asset. For this, the model proposed by MEDEIROS and LIMA (2006) with gold prices in the domestic and international markets from 2007 to 2013 was applied. The results show that the domestic and international markets are not fully integrated and it is possible to conduct arbitration.

**Keywords:** Gold Market; Arbitrage; Market efficiency.

---

<sup>1</sup> Bacharel em Ciências Econômicas e Ciências Contábeis pela Faculdade Ibmec Minas Gerais. Endereço: Rua Rio Grande do Norte, 300, Bairro: Santa Efigênia, CEP: 30130-130 – Belo Horizonte, MG. Telefone: (31) 2551-3655. E-mail: matheushgm@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Administração pelo CEPEAD/UFMG. Coordenador da Graduação em Administração da Faculdade Ibmec Minas Gerais. Endereço: Rua Rio Grande do Norte, 300, Bairro: Santa Efigênia, CEP: 30130-130 – Belo Horizonte, MG. Telefone: (31) 3247-5532. E-mail: ecoutinho@ibmec.edu.br.

<sup>3</sup> Doutor em Economia pela FGV-RJ. Coordenador da Graduação em Economia da Faculdade Ibmec Minas Gerais. Endereço: Rua Rio Grande do Norte, 300, Bairro: Santa Efigênia, CEP: 30130-130 – Belo Horizonte, MG. Telefone: (31) 3247-5533. E-mail: msalvato@ibmec.edu.br.

## 1 INTRODUÇÃO

O ouro é utilizado em componentes da indústria eletrônica e tem diversos usos medicinais, mas sua principal utilidade atualmente se encontra na indústria de jóias e decoração, mercado que corresponde por cerca de 50% do estoque de ouro no mundo, segundo a *World Gold Council*. Ainda segundo a organização, o ouro também se encontra sob a forma de reserva financeira nas mãos dos investidores e de fundos soberanos e essa parcela corresponde a um terço do estoque de ouro mundial.

O preço desse ativo subiu em ritmo acelerado desde o início dos anos 2000, apresentando uma ascensão contínua após os atentados terroristas de 11 de setembro de 2001, fato que mudou o cenário de risco mundial e impactou o preço do metal. Isso ocorreu, pois esse ativo é visto por muitos investidores como uma reserva de valor segura em momentos de crise. O mesmo pode ser observado durante momentos de instabilidade econômica mundial, como, por exemplo, o período de crise que ocorreu no ano de 2008.

Entretanto, no primeiro semestre de 2013 a cotação do metal apresentou a maior queda dos últimos 30 anos. Observando-se o comportamento do preço do ouro percebe-se que o mesmo sofreu grandes variações em determinados momentos da história e em diferentes mercados.

Diante deste cenário, pretende-se estudar como é o comportamento do preço do ouro no mercado brasileiro em relação ao comportamento do preço no mercado internacional e apontar possíveis causas para as diferenças. O objetivo desse trabalho é verificar a possibilidade de arbitragem em negociações desse ativo.

Alguns estudos como os de Camargos e Barbosa (2003), Matsumoto e Borges (2004) e de Kawamoto e Kawamoto (2004), testaram o comportamento de ativos semelhantes cotados em diferentes mercados (ADRs no mercado americano e ações no mercado brasileiro) com o objetivo de estudar a hipótese de existência de um mercado eficiente e possibilidade de arbitragem.

Não foram encontrados estudos com a mesma abordagem para o ouro no mercado brasileiro, por isso, foram analisados estudos sobre a cotação de outros ativos, como, por exemplo, as análises realizadas para a negociação de *American Depositary Receipts* (ADR), que segundo Kawamoto e Kawamoto (2004) é um instrumento de dupla listagem de ações que permite a diversificação de carteiras internacionalmente.

A adoção da literatura e metodologia aplicada para o mercado de ADR servirá como base para a análise que será feita para o mercado do ouro. Ambos são ativos negociados por investidores nas bolsas de valores e estão, portanto, disponíveis em mercados com características semelhantes.

Para o estudo foram utilizadas informações das cotações do ouro no mercado internacional, para o qual o preço de referência é retirado da bolsa de Nova York (COMEX) e as cotações no mercado nacional, que tem a bolsa de valores BM&FBovespa como referência. O período em análise vai

de maio de 2007 a setembro de 2013. Para a análise, optou-se por converter os valores das negociações no mercado nacional, que são feitas em reais, para o dólar, moeda utilizada nas transações internacionais.

A estrutura desse trabalho será composta pela revisão de literatura, adoção da metodologia de um teste para arbitragem e análise dos resultados.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Mercados eficientes**

Segundo Brealey e Myers (1995) mercados eficientes são aqueles nos quais os preços dos ativos consideram todas as informações disponíveis no mercado sobre qualquer fator que possa influenciá-lo. O preço seria, neste caso, reflexo de uma avaliação do ativo realizada pelos agentes do mercado que consideram toda a informação disponível em dado momento.

Sobre a Hipótese da Eficiência de Mercados (HEM):

“Ela pressupõe que as informações relevantes são incorporadas de forma imediata aos preços dos ativos financeiros, e que o preço corrente de um título é a melhor estimativa de seu preço. Em um mercado eficiente não existem oportunidades de ganhos anormais (acima da média de mercado) nem para investidores nem para companhias emissoras de títulos no mercado de capitais.” (CAMARGOS, GOMES e BARBOSA, 2003, p.6)

Conforme abordado por Rabelo Jr. e Ikeda (2004) podem existir investidores que não atuam de maneira completamente racional. São aqueles que, de acordo com os autores, participam do mercado (negociam) aleatoriamente. Isto é, estes investidores não precificam os ativos da forma descrita anteriormente, eles não incorporam as informações divulgadas na precificação dos ativos. Os autores identificam que a tendência é que as operações desses investidores se cancelem caso suas decisões não sejam correlacionadas, mas mesmo no caso de existir correlação entre suas negociações, há um fator que gera equilíbrio e torna o mercado eficiente, a arbitragem.

### **2.2 Arbitragem**

A arbitragem é a operação de negociação simultânea tanto de compra como de venda de um mesmo ativo, em dois mercados diferentes, quando se tem a oportunidade de auferir lucro da diferença dos preços nesses dois mercados. O que ocorre no processo de arbitragem é a possibilidade de um retorno para um risco não existente, já que o ativo sendo negociado é o mesmo.

Camargos, Gomes e Barbosa (2003), afirmam que:

“o mecanismo da arbitragem pode ser definido como uma operação corretiva de uma irracionalidade momentânea dos preços no mercado, com retorno certo e risco zero.” (CAMARGOS, GOMES e BARBOSA, 2003, p.57)

Ainda, conforme Rabelo Jr. e Ikeda (2004), a dinâmica de correção da irracionalidade é dada da seguinte forma, se um ativo estiver sobreprecificado, os arbitradores, que por sua vez são investidores racionais, percebem a possibilidade da compra e venda desse ativo de forma a auferir lucro e começam a operar dessa maneira, o que faz com que outros arbitradores se atentem para a mesma possibilidade e comecem a realizar operações semelhantes. Com o aumento da demanda pela compra desse ativo, em um mercado, e o aumento da oferta de venda, em outro, a tendência é que a diferença entre os preços seja corrigida e o preço passe a representar o risco real do ativo.

Um dos pontos defendidos por Rabelo Jr. e Ikeda (2004) e Camargos, Gomes e Barbosa (2003) é que a arbitragem é uma ferramenta limitada e se torna cada vez menos operante com a globalização, isto é, com o aumento das transações entre os países que têm como consequência o aumento da eficiência informacional. Segundo Camargos, Gomes e Barbosa (2003):

“o aumento do número de empresas com listagem transfronteiriça de títulos leva a uma maior integração dos mercados envolvidos, fazendo com que estes caminhem em direção à eficiência informacional, minimizando as operações de arbitragem”. (CAMARGOS, GOMES e BARBOSA, 2003, p.1)

Um dos pontos que favorecem o alcance da eficiência informacional é a comunicação eletrônica, que permite o acesso quase que instantâneo à informação e gera um rápido reflexo sobre as decisões. Isso reduz as possibilidades de arbitragem, que, por sua vez, não deixam de existir.

Segundo Bodie, Kane e Marcus (2000), o desenvolvimento da tecnologia leva à eficiência informacional, uma vez que proporciona a rápida disseminação de toda informação disponível. Operadores rápidos, no entanto, conseguem lucrar ao negociar grandes quantidades diante de uma oportunidade de arbitragem.

Portanto, mesmo com a globalização e o desenvolvimento da tecnologia que permite a rápida disseminação da informação, a arbitragem pode continuar acontecendo.

### **2.3 As informações incorporadas ao preço do ouro**

Para o caso do ouro, Abken (1980) desenvolveu um modelo para explicar a movimentação do preço desse ativo. Seus resultados apontaram que o preço do metal tem alta dependência da expectativa de seu preço

futuro e os principais fatores a influenciar a expectativa de preço futuro, gerando grandes variações, estão associados a períodos de desenvolvimento econômico e social e a períodos de turbulência na economia. Um dos testes apresentados em seu estudo utiliza dados de preços diários (PM Fix – cotação diária referencial para o mercado) do ouro cotado no mercado de Londres e dados dos rendimentos de títulos do tesouro londrino (taxa de juros), do período de abril de 1973 a dezembro de 1979. O teste se baseia na explicação da variação do preço corrente utilizando a taxa de juros e as variações ocorridas em períodos anteriores como variáveis independentes. O resultado aponta que as variações correntes no preço do ouro são independentes das variações ocorridas em meses passados. O autor conclui que uma informação relevante é incorporada ao preço dentro do período de até um mês e após esse período ela deixa de ser relevante na explicação da variação do preço.

Um exemplo de informação que pode ser facilmente obtida na economia e que segundo Levin e Wright (2006), influenciaria o preço do ouro, é a taxa de inflação norte-americana. No estudo sobre os determinantes de curto e longo prazo para o preço de ouro, os autores desenvolveram um modelo com as variáveis preço nominal do ouro, índice de inflação americano, taxa de volatilidade da inflação, taxa de inflação mundial, variáveis de medida de risco de crédito, dentre outras. O período analisado foi de janeiro de 1976 a agosto de 2005. Os autores realizaram testes de cointegração cujos resultados apresentaram uma relação de longo prazo entre o preço do metal e o nível geral de preços americano. Para um intervalo de confiança de 95%, a cada um 1% de aumento na taxa de inflação americana o preço do ouro seria elevado na mesma magnitude. Já no curto prazo a mesma relação não pode ser observada devido a flutuações na taxa de inflação (de alta volatilidade), no risco de crédito, nas taxas de câmbio e também nas taxas de arrendamento do ativo.

Os autores ainda estimaram que após um choque em alguma dessas variáveis (desviando o preço do ouro da relação de longo prazo existente com os movimentos da taxa de inflação americana), o tempo é de aproximadamente cinco anos para que a trajetória de longo prazo seja alcançada novamente.

## **2.4 O desenvolvimento dos mercados e a integração entre eles**

Um dos pontos a serem investigados sobre o mercado do ouro é o grau de desenvolvimento de cada mercado em que o ativo é comercializado e a integração entre os mesmos. Em seu estudo acerca do efeito *lead-lag* (quando a tendência de um ativo segue a de outro) sobre os mercados acionários americano e brasileiro, Oliveira (2008) tenta identificar se os movimentos de elevação ou queda de preços na bolsa BM&FBovespa seguem, em média, os movimentos da bolsa de valores de Nova York. Para isso, o autor utiliza dados com frequência de um minuto, retirados do sistema de cotação dos ativos em tempo real (CMA), do período de julho de 2006 a setembro de 2007, das variáveis Dow Jones e Ibovespa e do período de

março de 2007 a setembro de 2007, para as variáveis das cotações de 12 empresas selecionadas pelo autor, sendo essas as de maior participação no índice Ibovespa na época do estudo. A regressão estimada tenta explicar o índice de preços das ações listadas na bolsa de valores de São Paulo a partir do índice de preços das ações listadas na bolsa de Nova York.

Oliveira (2008) defende que o desenvolvimento de cada um dos mercados pode influenciar no tempo de ajuste de preços de um mesmo ativo. Caso um mercado seja mais desenvolvido que o outro, ele tende a desenvolver a liderança sobre os menos desenvolvidos, havendo uma defasagem de preços entre os dois mercados devido à maior velocidade com a qual o mercado desenvolvido incorpora uma nova informação ao preço do ativo negociado. Os resultados obtidos sugerem que parte da movimentação da BM&FBovespa será explicada pelo movimento da bolsa de Nova York. Parte desse efeito é atrelada à assimetria informacional entre esses dois mercados, devido ao fato de que algumas informações terem efeito somente em um deles. A arbitragem seria possível se não fossem os altos custos de transação, que no caso do estudo realizado, foram precificados por meio de simulações com cotações reais e foram superiores aos ganhos com a arbitragem. Dessa forma, os custos de transação foram apontados pelo autor como fator que impede o ajuste dos preços.

## **2.5 Estudos para outros ativos**

Em seu estudo de comparação entre a precificação dos ADR brasileiros, em dólar, com o preço das ações na BM&FBovespa, em reais, Gusmão e Garcias (2008) selecionaram 37 empresas de capital aberto com ações negociadas na BM&FBovespa, emissoras de ADRs negociados nas bolsas NYSE, NASDAQ e OTC. O período analisado foi de dezembro de 1994 a dezembro de 2006 e os autores fizeram a comparação do preço previsto para um ADR com base no preço da ação cotada na BM&FBovespa, considerando-se a taxa de câmbio do período analisado, com o preço dos ativos no exterior. Os resultados indicaram que os preços dos ADR estão fortemente relacionados às cotações na BM&FBovespa. Porém, o coeficiente encontrado não foi tão alto, o que para o autor é uma evidência de que os mercados não estão totalmente integrados e eficientes. O estudo apontou para possibilidades de arbitragem esporádicas devido à assimetria informacional existente entre os dois mercados, causadas por um possível custo de informação muito alto. O autor não precifica os custos de transação em sua análise, mas afirma que na presença dos mesmos, nem sempre a arbitragem é realizada, pois em determinados casos os ganhos com arbitragem são pequenos. Nesses casos a ineficiência do mercado não é corrigida.

Em estudo semelhante, utilizando a mesma metodologia, Camargos, Gomes e Barbosa (2003) analisaram a possibilidade de arbitragem entre ADRs (no mercado norte-americano) e as cotações locais das ações na BM&FBovespa no período de fevereiro de 1999 a dezembro de 2001. Os autores utilizaram 15.486 observações diárias com uma média de 573

observações para cada empresa selecionada. Os autores concluíram que os ADRs tem preços fortemente baseados nos preços das ações na BM&FBovespa, porém os coeficientes encontrados nas estimações não permitiram concluir que não haver possibilidade de arbitragem, ou seja, que os dois mercados estão totalmente integrados.

Já Matsumoto e Borges (2004), adotando a mesma metodologia para período entre o ano de 2001 e 2003 e considerando as observações do fechamento médio mensal (da ADR e da ação cotada na BM&FBovespa) para cada uma das 23 empresas analisadas, chegaram a observar que os mercados são fortemente integrados, mas que haveria a possibilidade de arbitragem entre eles.

### **3 METODOLOGIA**

O presente estudo baseia-se na análise e metodologia propostas por Medeiros e Lima (2006) para investigar as diferenças e o sincronismo das cotações de *American Depositary Receipts* (ADRs) de empresas Brasileiras listadas no mercado americano com as cotações, ajustadas para uma mesma moeda, de ações das respectivas empresas no mercado nacional. Em seu estudo, os autores examinam a magnitude e a persistência dos desvios das cotações, analisam os movimentos sistemáticos e propõem possíveis causas para tais desvios.

Medeiros e Lima (2006) evidenciam desvios entre as cotações de mais de 34 empresas brasileiras de dupla listagem entre o período de 1995 a 2004. No presente estudo, a análise será semelhante no que tange a metodologia utilizada, porém o ativo a ser estudado será o ouro e o período analisado será diferente. Espera-se encontrar resultados semelhantes devido às características dos mercados analisados.

No estudo realizado por Medeiros e Lima (2006), a metodologia se divide em 2 partes: o teste de arbitragem, que será realizado no presente estudo como proposto pelos autores, e os testes para se verificar as barreiras à arbitragem. O último, esses, por sua vez, não será replicado nesse trabalho pela impossibilidade de se aplicar a mesma metodologia ao se trabalhar com somente um ativo. Alternativamente, foi proposto um modelo incluindo a variável volume negociado.

#### **3.1 Base de Dados**

Para o presente estudo foi considerado o período de maio de 2007 a setembro de 2013, correspondendo a um total de 77 meses com observações diárias das variáveis escolhidas e um total de 1501 observações para cada variável. As observações durante 7 anos permitem que a análise se estenda por períodos de aumento do volume de negociações, períodos de crise e estabilização dos mercados. Conforme sugerido por Camargos, Barbosa e Gomes (2003), a escolha de um período a partir de fevereiro de 1999 evita complicações com taxas de câmbio (para fins de estabilidade e consistência na série a ser utilizada) já que nessa data foi adotada a política de câmbio flutuante e não mais a política de bandas cambiais.

O presente estudo utiliza as seguintes variáveis:

- Preço do fechamento diário da cotação do ouro negociado na Bolsa de Mercadorias de Nova York (COMEX), em dólares americanos, sendo essa a referência mundial para a negociação desse ativo. Essa variável será denominada como preço internacional ou  $P_t^{US}$ ;
- Preço do fechamento diário da cotação do ouro negociado na BM&FBovespa, em reais, sendo essa a referência para negociações no mercado brasileiro. Essa variável será denominada como preço efetivo nacional ou  $P_t^{BRRS}$ ;
- Volume de negociações (volume de contratos) realizadas para o ativo ouro na COMEX. Essa variável será denominada como volume internacional ou  $VUS_t$ ;
- Volume de negociações (volume de contratos) realizadas para o ativo ouro na BM&FBovespa. Essa variável será denominada como volume nacional ou  $VBR_t$ ;
- Variação diária do índice Ibovespa. Essa variável será denominada como índice de mercado nacional ou  $R_t^{BR}$  e é calculada da seguinte forma:

$$(LN(Ibovespa_t/Ibovespa_{t-1})) \quad (1)$$

- Variação diária do índice Dow Jones. Essa variável será denominada como índice de mercado internacional ou  $R_t^{US}$  e é calculada da seguinte forma:

$$(LN(DowJones_t/DowJones_{t-1})) \quad (2)$$

- Variação diária taxa de câmbio (PTAX), reais (R\$) por dólar (US\$). Essa variável será denominada como câmbio ou  $R_t^{FX}$  e é calculada da seguinte forma:

$$(LN(Ptax_t/Ptax_{t-1})) \quad (3)$$

Conforme proposto por Medeiros e Lima (2006), os índices Ibovespa e Dow Jones foram escolhidos como *proxy* para captar os níveis de expectativa para a atividade econômica nacional e internacional, respectivamente.

Os dados que compõe as 6 primeiras séries foram extraídos do banco de dados da *Bloomberg* e os dados para a última série foram retirados do *site* do Banco Central do Brasil.

Para ajustar a base de dados foi necessário excluir as datas para as quais não se tem negociações em um dos dois mercados, seja pelo fato de se ter feriados locais em diferentes datas ou por episódios esporádicos, como, por exemplo, o atentado de 11 de Setembro de 2001.

### 3.2 Especificação do modelo para teste de arbitragem

Rosenthal e Young (1990); Kato *et al.*, (1991); Wahab *et al.* (1992); Park e Tavokkol (1994); Froot; Dabora (1999); Bedi *et al.* (2003); De Jong *et al.* (2003); Gagnon e Karolyi (2004) citados por Medeiros e Lima (2006) servem de base para seu trabalho. Eles testam a hipótese nula de que, em um mercado de capitais globalmente integrado, a arbitragem garante que a diferença entre o retorno do ativo cotado no exterior e no mercado nacional seja igual a zero, depois dos devidos ajustes em relação à taxa de câmbio.

Medeiros e Lima (2006) adotam como hipótese alternativa, a possibilidade de os mercados serem segmentados. Nesse caso, choques de mercado sobre a expectativa para a atividade econômica e sobre a taxa de câmbio poderiam explicar os movimentos do diferencial das cotações. Para o caso do ouro o mesmo será realizado.

Adaptando o realizado por Medeiros e Lima (2006) para a análise do mercado de ouro, faz-se a regressão da diferença entre os retornos do ativo ouro na bolsa de Nova York (COMEX) e na BM&FBovespa contra a variação dos índices de expectativa de atividade econômica para o mercado internacional e interno e a variação da taxa de câmbio. Faz-se essa regressão para que se possa acompanhar o comportamento das cotações internacional e nacional ao longo do tempo.

$$R_{US-BRUS,t} = \alpha + \phi R_{US-BRRS,t-1} + \sum_{i=-1}^0 \beta_i^{US} R_{M,t+i}^{US} + \sum_{i=-1}^0 \beta_i^{BR} R_{M,t+i}^{BR} + \sum_{i=-1}^0 \beta_i^{FX} R_{t+i}^{FX} + \varepsilon_{US-BR,t}$$

(4)

Em que:

$R_{US-BRUS,t}$  é a diferença entre o retorno do ouro cotado no mercado internacional e o retorno do ouro cotado no mercado nacional (já convertido para dólares).

$R_{US-BRRS,t-1}$  é a diferença entre o retorno do ouro cotado no mercado internacional e o retorno do ouro cotado no mercado nacional (já convertido para dólares) defasada em 1 período.

$R_{M,t+i}^{US}$  é a variação diária do índice Dow Jones.

$R_{M,t+i}^{BR}$  é variação diária do índice Ibovespa.

$R_{t+i}^{FX}$  é a variação diária da taxa de câmbio.

$\varepsilon_{US-BR,t}$ , é o termo de erro, i.i.d com média 0 e variância  $\sigma^2$ .

Diferentemente do estudo utilizado como base para a metodologia, estima-se os coeficientes para as variáveis no período presente ( $t=0$ ) e para um período (dia) anterior ( $t = -1$ ). Não se estima os coeficientes utilizando um período futuro ( $t=1$ ) pelo fato de se ter os valores para as variáveis nesse período, dispensando-se a utilização de expectativas, único caso em que faria sentido a inclusão de variáveis no futuro para um estudo de arbitragem. O termo  $R_{US-BRUS,t}$  pode ser representado por:

$$[\text{LN}(P_t^{US}/P_{t-1}^{US})] - [\text{LN}(P_t^{BRUS}/P_{t-1}^{BRUS})] \quad (5)$$

É importante lembrar que no mercado internacional (COMEX), as cotações do ouro são baseadas em relação à onça *troy*, que equivale a 31,1035 gramas. Já no mercado nacional (BM&F), a cotação é de reais por grama de ouro. Por isso a variável  $P_t^{BRUS}$  ("preço teórico do ouro no mercado internacional") acima descrita precisou ser criada a partir do preço de fechamento do ativo em reais ( $P_t^{BRRS}$ ), no dia  $t$  na Bolsa de valores BM&FBovespa, convertida para a unidade de onça *troy* e posteriormente convertida para a unidade de moeda utilizada no mercado internacional (Dólar). Tem-se:

$$P_t^{BRUS} = P_t^{BRRS} \times \frac{31,1035}{PTAX_t} \quad (6)$$

Conforme proposto por Medeiros e Lima (2006) o modelo para se testar arbitragem captura, por meio dos termos de índice de expectativa de mercado ( $R^{US}$  e  $R^{BR}$ ), quaisquer mudanças na diferença entre as cotações que possam ser explicadas por uma variação da atividade econômica americana ou brasileira, respectivamente. As mudanças podem ser, por exemplo, uma variação na aversão ao risco ou um choque específico em um dos mercados.

No caso de choque em um dos mercados no qual o ativo é negociado, o ouro poderia sofrer alguma variação de preço por acompanhar o movimento causado pelo choque. A melhora do mercado como um todo ou a existência de uma crise na economia local poderia gerar uma variação no preço do metal. Nesse caso, o beta de índice de retorno do mercado do país responsável pelo choque terá valor positivo ou negativo.

Assim como em Medeiros e Lima (2006), o termo  $R_{US-BRUS,t-1}$  indica que as taxas de retorno entre as cotações variam com um dia de atraso para variações dos retornos de mercado ou da taxa de câmbio.

Em relação ao termo  $R^{FX}$ , se o fator gerador da diferença entre as cotações estiver relacionado a uma variação cambial, o beta desse termo também terá valor diferente de zero.

O coeficiente  $\emptyset$  foi proposto no presente estudo para capturar a taxa em que a diferença entre os retornos diminui devido à ação de arbitragem. Quanto mais rápido os retornos alcançarem a paridade, mais negativo será

o valor desse parâmetro. Esse é o fator que mede a velocidade de ajuste dos retornos.

Portanto, a hipótese nula sendo testada é:  $\alpha = \beta_i^{US} = \beta_i^{BR} = \beta_i^{FX} = 0$ .

### 3.3 Barreiras de arbitragem

Ainda, seguindo a metodologia utilizada por Medeiros e Lima (2006), optou-se por adaptar um dos testes utilizados pelos autores a fim de identificar fatores que possam impossibilitar ou dificultar a realização da arbitragem. Na presente seção, adapta-se para o estudo somente o teste aplicável para a análise do ativo ouro. A variável utilizada nesse trabalho para o teste de arbitragem é a diferença entre os retornos do ouro no mercado internacional e no mercado nacional cujo gráfico é apresentado a seguir.

**Gráfico 1 - Diferença dos retornos: Internacional X Nacional**



Fonte: Elaborada pelos autores.

#### 3.3.1 Preferência por Localização

Segundo Froot e Dabora (1999) o fato de algumas ações cotadas internacionalmente terem uma localização preferida de negociação pode também ser uma barreira para a arbitragem entre mercados. Em seu estudo, os autores afirmam existir evidência suficiente para afirmar que investidores têm preferências geográficas ao negociar ativos cotados em mais de um mercado.

Em seu estudo com empresas de dupla listagem, Froot e Dabora (1999) afirmam que a principal contribuição de seu trabalho é mostrar que os preços relativos das ações do tipo “*Siamese twin*” estão mais correlacionados com os índices dos mercados dos países aonde as ações são negociadas de forma mais ativa. Ou seja, a existência de um mercado

no qual o ativo é mais negociado, quando o mesmo ativo é negociado em mais de um mercado, influi diretamente sobre o preço do ativo.

Segundo Medeiros e Lima (2006), o modelo proposto por Barberis, Shleifer e Wurgler (2005) também considera essa evidência. Os autores propõem que movimentos conjuntos de preços podem estar relacionados ao habitat predominante das negociações de um ativo, uma vez que os investidores optam por apenas um conjunto de ativos disponíveis. Eles consideram os custos de transação, as restrições de comércio internacional e também as informações imperfeitas. Essas considerações também são válidas para a presente análise das cotações do ouro.

Medeiros e Lima (2006) se baseiam no trabalho de Gagnon e Karolyi (2004) para calcular a parcela americana das negociações do ativo (ações e ADRs). Para o estudo do ouro adapta-se o proposto pelos autores e chega-se à parcela de negociações correspondente ao mercado internacional dividindo-se o valor total negociado no ativo ouro durante o dia  $t$ , na bolsa COMEX, pelo valor total negociado no ativo ouro no dia  $t$ , no mercado nacional e internacional, ou seja, o valor total negociado na COMEX e BM&FBovespa. Entende-se por valor negociado, a quantidade negociada em cada contrato do dia multiplicada pelo preço de fechamento do ativo.

$$\tau_t^{US} = \frac{\text{valor total negociado na COMEX (US\$)}}{\text{valor total negociado na COMEX e na BM\&F Bovespa (US\$)}} \quad (7)$$

A partir de  $\tau_t^{US}$ , calcula-se  $R_t^{VUS}$ , em que:

$$R_t^{VUS} = LN(\tau_t^{US} / \tau_{t-1}^{US}) \quad (8)$$

Após a inclusão da variável acima descrita no modelo, tem-se:

$$R_{US-BRUS,t} = \alpha + \phi R_{US-BRRS,t-1} + \sum_{i=-1}^0 \beta_i^{US} R_{M,t+i}^{US} + \sum_{i=-1}^0 \beta_i^{BR} R_{M,t+i}^{BR} + \sum_{i=-1}^0 \beta_i^{FX} R_{t+i}^{FX} + \beta_t^{VUS} R_t^{VUS} + \varepsilon_{US-BR,t} \quad (9)$$

### 3.4 Teste preliminar para as séries do modelo

Inicialmente, antes da estimação dos coeficientes, é necessário realizar os testes de raiz unitária para todas as séries do modelo a fim de se verificar a estacionariedade das mesmas e evitar a estimação de uma regressão espúria,. O teste a ser realizado é o de Dickey Füller Aumentado (ADF).

Araujo (2007) se baseia na seguinte equação para o teste de Dikey-Füller (1979):

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta_t + \eta Y_{t-1} + e_t \quad (10)$$

Em que:

$$\eta = \sum_{i=1}^{\rho} \rho_i - 1 \quad (11)$$

A variável Dependente  $y$  se apresenta da seguinte forma:  $Y_t - Y_{t-1}$  ;

$\alpha$ : É o valor da Constante;

$\beta$ : É o coeficiente da relação entre a tendência e os valores da série;

$\eta$ : É a correlação entre a variação de  $Y_{t-1}$  com  $Y_t$ ;

$e$ : É o erro aleatório.

“De forma simplificada, caso se encontre um valor de  $\eta$  igual a zero, tem-se que a série não é estacionária, e sofre um processo de tendência não cíclico.” (ARAUJO, 2007, p.45)

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Teste preliminar

Antes de se realizar o teste proposto, definiu-se o número de defasagens (*lags*) conforme realizado em Araujo (2007), baseando-se no teste *Defasagens Criteria*, disponível no software Eviews. Esse teste “testa um modelo auto-regressivo da série, em diversos *lags* e aponta qual seria o mais propício a se utilizar diversos critérios como os valores de Akaike e Schwartz” (ARAUJO, 2007; p.46).

A hipótese nula do teste realizado é de que, ao nível de 5% de significância, a série sendo testada possui uma raiz unitária.

Os testes ADF foram realizados para todas as séries utilizadas na regressão e a hipótese nula foi rejeitada em todos os casos. Ou seja, os resultados apontaram que todas as séries utilizadas no modelo são estacionárias. Os resultados destes testes se encontram no apêndice 1 desse trabalho.

### 4.2 Resultados do modelo

Seguindo-se a metodologia proposta por Medeiros e Lima (2006) e adaptando-a para o ativo em questão, realizou-se a regressão das séries de tempos conforme descrito na equação (4).

Para evitarem-se problemas de autocorrelação dos resíduos ao estimar o modelo foi utilizado o método de Newey-West para que os erros padrão para autocorrelação residual fossem corrigidos através dos erros padrão consistentes para heterocedasticidade e autocorrelação (CHA). A utilização desse método traz robustez ao modelo e corrige a autocorrelação ajustando os erros padrão.

Conforme descrito anteriormente, a hipótese nula testada é:

$$\alpha = \beta_i^{US} = \beta_i^{BR} = \beta_i^{FX} = 0$$

Adaptando a análise de Medeiros e Lima (2006) para o ouro, caso essa hipótese não fosse rejeitada, poder-se-ia afirmar que o mercado de ouro

internacional e nacional só se diferenciam de mercados totalmente integrados pelo fator  $\emptyset$ . Analisando os resultados da Tabela 1, se rejeita a hipótese nula descrita acima já que alguns coeficientes são significativos e diferentes de 0.

Ainda se pode afirmar, de acordo com os resultados da regressão, que alguns coeficientes não são significativos ao considerar-se um intervalo de confiança de 95%. São eles o coeficiente para a Constante, os coeficientes para as variações do índice de retorno de mercado internacional (DOW JONES) e o coeficiente para variações do índice de retorno de mercado nacional (Ibovespa) em  $t = -1$ . Isso implica que os desvios entre os retornos internacional e nacional são em sua maior parte explicados pelas variações no fator de ajuste de um dia inserido na equação ( $R_{US-BRUS,t-1}$ ), por variações do índice de mercado nacional (Ibovespa) no período  $t$  e por variações na taxa de câmbio nos dois períodos analisados.

Por essa razão estimou-se um novo modelo, excluindo-se as os termos relativos às variações do índice de mercado internacional (Dow Jones) e o termo relativo à variação do índice Ibovespa em  $t = -1$  (Tabela 2). Vale notar que o modelo apresentou maior poder de explicação ( $R^2$  ajustado = 0.209) do que no estudo realizado por Medeiros e Lima (2006).

Observando-se a magnitude dos coeficientes da nova regressão, pode-se afirmar que conforme esperado  $\emptyset$  apresentou um coeficiente negativo. Um coeficiente negativo para esse parâmetro, segundo Medeiros e Lima (2006), significa que a diferença entre os retornos do ouro cotado na COMEX e na BM&FBovespa diminui em resposta à ação da arbitragem.

Os autores afirmam que, *ceteris paribus*, quanto mais negativo o valor desse parâmetro, que pode variar de -1 a 1, mais rápida é a retomada à paridade das cotações internacional e nacional para o ativo. O coeficiente encontrado de -0.358 não é tão grande dado que poderia chegar a -1, isso significa que aproximadamente 35% da diferença entre os retornos é corrigida diariamente. De acordo com Medeiros e Lima (2006), Isso implica que existe certo grau de persistência dos desvios da paridade entre as cotações que poderiam ser associados às barreiras a arbitragem.

**Tabela 1 - Diferença entre o retorno do ouro cotado no mercado internacional e o retorno do ouro cotado no mercado nacional explicados pela diferença dos retornos na primeira defasagem, variações dos índices de mercado americano e brasileiro e variações da taxa de câmbio - Regressão pelo método MQO**

| R2 Ajustado = 0.2120<br>Estatística d de Durbin Watson = 2.1073  | MQO                       |
|--|---------------------------|
| Diferença entre o retorno do ouro cotado no mercado internacional e o retorno do ouro cotado no mercado nacional em $t=-1$ | - 0,35739 *<br>(0,033584) |
| Variação do índice de mercado (EUA) em $t=-1$  | - 0,022648<br>(0,050804)  |

|   |                         |
|---|-------------------------|
| Varição do índice de mercado (EUA) em t=0     | 0,07195<br>(0,069912)   |
| Varição do índice de mercado (Brasil) em t=-1 | 0,05604<br>(0,032424)   |
| Varição do índice de mercado (Brasil) em t=0  | 0,12822 *<br>(0,032078) |
| Varição da taxa de câmbio em t=-1             | 0,20834 *<br>(0,047785) |
| Varição da taxa de câmbio em t=0              | 0,31513 *<br>(0,079327) |
| Constante                                     | 0,00002<br>(0,000256)   |

Fonte: Elaborada pelos autores.

Obs.: Desvio-padrão entre parênteses; \*significativo a 5%.

Em relação aos coeficientes encontrados para a variação cambial, todos foram significativos. A respeito dos valores encontrados, se pode dizer que confirmaram a expectativa de que variações na taxa de câmbio em t-1 e t geram aumento no diferencial de preços ( $R_{US-BRUS,t}$ ) corroborando com a tese de baixa integração dos mercados, e logo, da existência de possibilidade de arbitragem.

Adicionalmente, ao considerar-se os coeficientes encontrados pode se afirmar que choques na taxa de cambio em t-1 são responsáveis por explicar até 18% da diferença dos retornos, já os choques em t causam impacto na variável explicada de aproximadamente 30%.

Uma análise semelhante à anterior é aplicada para a variável que capta variações no índice de mercado nacional (Ibovespa). O coeficiente positivo em t indica que, *ceteribus paribus*, um choque no mercado ou na expectativa sobre o nível de atividade econômica, pode influenciar o preço do ativo ouro no mercado nacional e conseqüentemente gerar aumento no diferencial de preços ( $R_{US-BRUS,t}$ ).

Para complemento da presente análise e avaliação da possibilidade de arbitragem, é válido que se considere os custos de transação envolvidos nas negociações. Gagnon e Karolyi (2004) assumiram em seu estudo sobre a arbitragem no mercado de ADR que o custo médio de transação é de 0,15%, incluindo custos com taxas de custódia, comissões e taxas de conversão cambial. Neste trabalho foi utilizado este parâmetro e a diferença líquida (descontados os custos de transação) entre os retornos dos preços do ouro nos mercados nacional e internacional chegou a até 10,90%. Isso poderia indicar que mesmo incluindo-se o custo de transação, as possibilidades de arbitragem para um agente nesse mercado poderiam ser rentáveis.

Conforme descrito anteriormente, Medeiros e Lima (2006) também propuseram em seu estudo, testes de barreiras de arbitragem que implicavam na regressão dos coeficientes encontrados na equação (4) contra os fatores definidos na seção anterior como barreiras a arbitragem.

Pelo fato de se analisar apenas um ativo no presente estudo, não haveria observações suficientes (coeficientes da primeira regressão) para realizar exatamente o mesmo teste realizado pelos autores. Por isso, para que se pudesse incluir uma variável de volume negociado no mercado para testar seu poder explicativo e testar se atuaria como barreira à arbitragem, um novo teste foi proposto. Incluiu-se o retorno da variável  $\tau_t^{US}$  (variável que mede o volume de negócios internacionais em relação ao volume total de negócios) no modelo como variável explicativa (equação 9). Esperava-se que as variações no volume negociado no mercado internacional em relação ao mercado total fosse impactar o diferencial dos preços. Porém, os resultados da regressão, conforme tabela 3, apontam que a variável não possui coeficiente significativo e, portanto, não pode ser utilizada na explicação da diferença dos retornos.

**Tabela 2 - Diferença entre o retorno do ouro cotado no mercado internacional e o retorno do ouro cotado no mercado nacional explicados pela diferença dos retornos na primeira defasagem, variações do índice de mercado brasileiro e variações da taxa de câmbio - Regressão pelo método MQO**

| R2 Ajustado = 0.2089<br>Estatística d de Durbin Watson = 2.1304  |  | MQO                     |
|--|--|-------------------------|
| Diferença entre o retorno do ouro cotado no mercado internacional e o retorno do ouro cotado no mercado nacional em t=-1 |  | -0,35074*<br>(0,036898) |
| Variação do índice de mercado (Brasil) em t=0  |  | 0,16035*<br>(0,040776)  |
| Variação da taxa de câmbio em t=-1   |  | 0,17638*<br>(0,049734)  |
| Variação da taxa de câmbio em t=0  |  | 0,29553*<br>(0,069088)  |
| Constante  |  | 0,00003<br>(0,000251)   |

Fonte: Elaborada pelos autores.

Obs.: Desvio-padrão entre parênteses; \*significativo a 5%.

**Tabela 3 - Diferença entre o retorno do ouro cotado no mercado internacional e o retorno do ouro cotado no mercado nacional explicados pela diferença dos retornos na primeira defasagem, variações dos índices de mercado americano e brasileiro, variações da taxa de câmbio e variações na parcela negociada no exterior - Regressão pelo método MQO**

| R2 Ajustado = 0.212334<br>Estatística d de Durbin Watson = 2.1043  | MQO                      |
|--|--------------------------|
| Diferença entre o retorno do ouro cotado no mercado internacional e o retorno do ouro cotado no mercado nacional em t=-1 | - 0,35724*<br>(0,033672) |
| Varição do índice de mercado (EUA) em t=-1   | - 0,02169<br>(0,050917)  |
| Varição do índice de mercado (EUA) em t=0  | 0,07309<br>(0,070225)    |
| Varição do índice de mercado (Brasil) em t=-1  | 0,05618<br>(0,032770)    |
| Varição do índice de mercado (Brasil) em t=0   | 0,12747*<br>(0,032203)   |
| Varição da taxa de câmbio em t=-1  | 0,20959*<br>(0,047576)   |
| Varição da taxa de câmbio em t=0   | 0,31340*<br>(0,078351)   |
| Varição do volume negociado no mercado internacional em relação ao total de negociações                                  | 0,00446<br>(0,004026)    |
| Constante  | 0,00002<br>(0,000256)    |

Fonte: Elaborada pelos autores.

Obs.: Desvio-padrão entre parênteses; \*significativo a 5%.

## 5 CONCLUSÃO

No presente artigo foi proposto um teste para investigar as possíveis oportunidades de arbitragem no mercado nacional e internacional para o ativo ouro e também as possíveis causas para as oportunidades dessa operação.

Conforme podemos concluir a partir dos resultados do estudo empírico, há possibilidade de arbitragem durante certo espaço de tempo, no caso desse estudo, maior que um dia. As principais causas dos desvios das cotações nacional e internacional são flutuações na taxa de câmbio e choques no mercado nacional (economia local).

Em linhas gerais, os resultados encontrados indicam que para o mercado do ouro, os mercados nacional e internacional não estão totalmente integrados. Mesmo quando são considerados os custos de transação, a arbitragem ainda aparenta ser viável devido às grandes diferenças (de até 10,90%) entre os retornos dos preços observados em alguns momentos do tempo. Além disso, observou-se que a arbitragem atua como mecanismo de ajustamento de preço conforme já esperado, porém, podem existir barreiras à sua realização.

Portanto, os resultados dos testes realizados no presente estudo não corroboram com a hipótese de eficiência de mercado para o ativo ouro. Ou seja, a diferença dos preços nacional e internacional não é imprevisível.

Para estudos posteriores, pode-se sugerir uma análise mais aprofundada nas variáveis de liquidez que podem influenciar na diferença de retornos e também um aprofundamento nos estudos dos custos de transação envolvidos.

## REFERÊNCIAS

ABKEN, P.. The economics of gold price movements. **Economic Review, FEDERAL RESERVE BANK OF RICHMOND** março/abril 1980 Disponível em:<[http:// richmondfed.org](http://richmondfed.org) >. Acesso em: fevereiro de 2013

ARAÚJO, L. **A Eficiência das Estratégias Tradicionais de Hedging no Regime de Câmbio Flutuante no Brasil**, Belo Horizonte: Monografia - Ibmec 2007

BREALEY, R..A. e MYERS, S. C. **Princípios de Finanças Empresariais**. Tradução H. Caldeira Menezes e J.C. Rodrigues da Costa. 3. ed. Portugal: McGraw-Hill de Portugal, 1995.

BODIE, Z.; KANE, A., MARCUS, A. J. **Fundamentos de Investimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

CAMARGOS, M. A. de; BARBOSA, F. V... Teoria e evidência da eficiência informacional do mercado de capitais brasileiro, **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 10, nº 1, janeiro/março 2003

CAMARGOS, M. A. de; BARBOSA, F. V. ; 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, abril/junho 2003

FROOT, K. A.; DABORA, E.. **How are stock prices affected by the location of trade?**, *Journal of Financial Economics* 53, 189-216. 1999

GAGNON, L.; KAROLYI, G.A. **Multi-Market Trading and Arbitrage**. Universidade de Ohio, Fisher College of Business, Centro de pesquisas de economia financeira. Ohio, 2004

GUJARATI, D. N.. **Econometria Básica**. 3. Ed., São Paulo: Pearson Makron Books, 2000.

GUSMÃO, I.; GARCIAS, P.. **Análise dos custos de transação, das oportunidades de arbitragem e da eficiência de mercado nas empresas brasileiras emissoras de ADR**, São Paulo: USP, 2008

RABELO Jr., T. IKEDA, R.;. **Mercados eficientes e arbitragem: um estudo sob o enfoque das finanças comportamentais**. Revista Contabilidade & Finanças, vol.15 no.34 São Paulo Jan./Apr. 2004

KAWAMOTO, C.; KAWAMOTO, C.. **Cointegração e Descoberta de Preços de ADR Brasileiros**, RAC, Curitiba v. 13, n. 2, art. 6, p. 272-290; Abril/Junho 2009

LEVIN, E.; WRIGHT, R.. **Short-run and long-run determinants of the price of gold**, Estudo e pesquisa nº32 para World Gold Council junho 2006. Disponível em:<<http://www.gold.org> >. Acesso em: fevereiro de 2013

MATSUMOTO, A.; BORGES, R.. **Integração e possibilidades de arbitragem entre o mercado brasileiro de ações e o mercado de ADR no período de 2001 a 2003**, São Paulo: USP, 2004

MEDEIROS, O.R.; LIMA, M,E. **Brazilian dual-listed stocks, arbitrage and barriers**. Social Science Research Network, abr. 2006. Disponível em: [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=896358](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=896358)

OLIVEIRA, G.. **Testando a existência de efeito Lead-Lag entre os mercados acionários norte-americanos e brasileiro**, Brasília: UnB, 2008. Dissertação (Pós-graduação)