Cointegração e *Price Discovery* do Risco Soberano[1]

Denísio Liberato[2]
Guilherme Tavares[3]
Samy Dana[4]

Última versão: Maio de 2006

Resumo

Este artigo busca verificar se o risco de crédito soberano brasileiro é precificado de forma semelhante tanto nos tradicionais mercados de *bonds* e *swaps* quanto no novo e crescente mercado de derivativos de crédito por intermédio de seu contrato de maior liquidez - o C*redit Default Swap* (CDS).
Adicionalmente, utiliza-se a análise de *Price Discovery* para examinar qual mercado se move mais rapidamente em resposta às mudanças nas condições de crédito da economia brasileira.
A análise empírica é feita através de análise de cointegração e vetor de correção de erros. Os resultados confirmam a predição teórica de que os *spreads,* tanto nos mercados de *bonds* e *swaps* quanto no mercado de CDS, movem-se juntos no longo prazo e que o P*rice Discovery* ocorre no mercado de derivativos de crédito.

Palavras-chave: *Price Discovery*, *Credit Default Swap*, Cointegração, Mercado Emergente.

[1] Agradecimentos a Marcos Tsuchida, Cleomar Gomes, Rogério Porto, Rodrigo de Losso, Marcos Fernandes e a equipe da Divisão de Mercado de Capitais Internacional do Banco do Brasil.
[2] Banco do Brasil e EESP/FGV. denisioliberato@bb.com.br
[3] EESP/FGV e membro do CEMAP/EESP/FGV. gtavares@gvmail.br
[4] EAESP/FGV e Professor das Faculdades de Economia e Administração da FAAP-SP. samydana@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O risco de crédito está presente em todas as atividades financeiras, e é de fundamental importância a sua correta mensuração e precificação. Um interesse particular reside na mensuração do risco de crédito soberano. No caso do Brasil, depois de concluir o processo de negociação junto aos credores externos em 1994, o país retornou ao mercado internacional de capitais em junho de 1995. Desde então passou a acessá-lo constantemente como fonte de financiamento, através da emissão dos chamados *Globals*[5].

Uma forma usual de expressar quantitativamente o "Risco Brasil" é o excesso de rendimento dos *Globals* em relação a um instrumento livre de risco[6], de características semelhantes de prazo e denominação. Desta maneira, é possível obter uma medida do Risco Brasil em uma base mais freqüente e para diversas maturidades.

Uma forma alternativa para se capturar o risco de crédito brasileiro é a utilização de uma inovação financeira surgida no mercado nos últimos dez anos – o chamado *Credit Default Swap* (CDS). Desde a introdução deste instrumento de proteção de crédito, o mercado tem crescido drasticamente[7] e tem se tornado uma importante ferramenta para os agentes comprarem ou venderem risco de *default* soberano.

A primeira questão a ser tratada neste artigo é se o risco de crédito soberano brasileiro está sendo igualmente precificado nos mercados de *bonds* e CDS . A segunda questão está relacionada a qual mercado reage mais rapidamente às mudanças nas condições de crédito da economia brasileira, ou seja, em que mercado se dá a maior parte do *Price Discovery*.

Se os dois mercados não são cointegrados ou apresentam diferentes respostas às mudanças nas condições de crédito da economia, os agentes que atuam nestes mercados (*hedge funds*, bancos, fundos de pensão, seguradoras) podem aproveitar tais oportunidades, auferindo lucro advindo das diferenças nos *spreads*.

A hipótese de mercado eficiente[8] afirma que a disparidade de preços entre diferentes mercados para o mesmo produto desaparece rapidamente em decorrência de oportunidades de arbitragem. Tanto o mercado de *bonds* soberanos quanto o de *Credit Default Swap* (CDS) negociam o risco de crédito do emissor. Desse modo, não deveriam existir, considerando a hipótese de eficiência de mercado, grandes diferenças entre os preços para determinado prazo, desprezando-se eventuais diferenças decorrentes dos dispositivos contratuais de cada um. Em outras palavras, é razoável supor que não haja oportunidades de arbitragem ao negociar os dois instrumentos.

Feitas as estimativas, foi constatado que os *spreads* para a maioria dos vértices da ETTJ destes mercados se movem conjuntamente no longo prazo, indicando ausência de possibilidades de arbitragem entre os mercados. No curto prazo, em contrapartida, existem discrepâncias entre os mercados na precificação do risco de crédito, sendo que o *spread* no mercado de *Credit Default Swap* tende a se mover na frente dos *spreads* dos mercados de *bonds* e *swap* em resposta às mudanças nas condições de crédito.

Na seção 1 é descrito o mercado de Derivativos de Crédito, com especial atenção ao mercado de *Credit Default Swap* (CDS) e sua vertente soberana (CDS soberanos). Na seção 2 são apresentadas as principais características do mercado de *Globals* brasileiros. Na seção seguinte é realizada uma breve revisão da literatura teórica e empírica sobre o tema. A seção 4 apresenta os dados utilizados e a quinta parte analisa a co-integração entre os *spreads* nos mercados. A seção

---

[5] Títulos da dívida externa emitidos voluntariamente pelo Tesouro Brasileiro no mercado global.
[6] Geralmente os U.S. Treasuries – títulos do Tesouro Americano.
[7] O mercado sai de algo em torno de USD 2 trilhões em 2002 para mais de USD 16 trilhões em 2005 segundo dados da ISDA.
[8] Para uma descrição dos testes relacionados a esta literatura consulte *Lo, Campbell e Mackinlay* (1997).

seguinte responde ao segundo objetivo tratando da questão do *Price Discovery*. A seção 7 conclui o trabalho.

1. O MERCADO DE DERIVATIVOS DE CRÉDITO

Os derivativos de crédito são a mais recente ferramenta para o gerenciamento e negociação eficiente do risco de crédito. Em linhas gerais, eles são contratos de balcão em que se negocia o risco de crédito entre as partes e podem ser classificados em termos de:

1) ativo de crédito, que pode ser único ou um grupo de ativos;
2) as condições de exercício, que podem ser um evento de crédito ou um aumento no spread de crédito;
3) função *payoff*, que pode ser uma quantia fixa ou variável.

Entre os instrumentos disponíveis, o *Credit Default Swap* (CDS) é, o mais popular no mercado internacional, representando cerca de 42% das operações ativas. Em seguida, aparecem alternativas normalmente identificadas como investimentos substitutos de dívidas convencionais, a exemplo das *Credit-Linked Obligations* (CLO) e *Credit-Linked Notes* (CLN) – notas emitidas por instituições financeiras que espelham sinteticamente o risco de determinado emissor.

Os bancos são os maiores usuários finais dos derivativos de crédito (47% da participação em 2005). Estes utilizam tal instrumento para reduzirem suas exposições a créditos específicos ou mesmo realizarem securitizações sintéticas, o que vem a ser um mecanismo muito utilizado por bancos em países com mercado de derivativos de crédito desenvolvido para liberar o capital comprometido com ativos arriscados.

Outra característica dos derivativos de crédito é a de conferir maior poder de alavancagem aos investidores, com base em operações nas quais o receptor do risco de crédito não necessita realizar qualquer desembolso adiantado. O grande apelo, que explica o fortíssimo avanço verificado destes instrumentos no passado recente, consiste no potencial de alavancagem que eles conferem a investidores e instituições financeiras desejosos por assumirem exposição a determinados riscos de crédito.

1.1 O MERCADO DE CDS

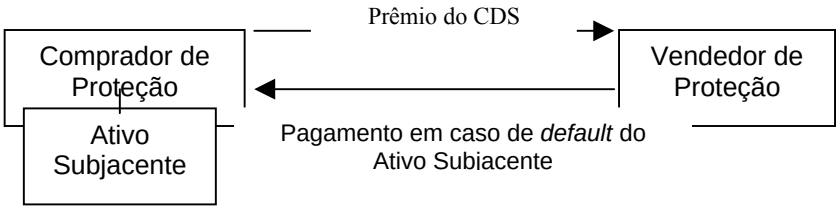
No mercado de *Credit Default Swap*[9] negocia-se o risco de crédito de um ativo subjacente, corporativo ou soberano. Este instrumento financeiro pode ser usado para transferir o risco de crédito de um investidor exposto a este risco (o comprador de proteção) para um investidor que queira assumir este risco (o vendedor de proteção). O *payoff* de um derivativo de crédito é condicional à ocorrência dos chamados eventos de crédito. Estes são definidos pela *International Swaps and Derivatives Association* (ISDA) e incluem algumas ou todas as seguintes cláusulas: falência, falhas no pagamento, obligation default ou acceleration, repudiação ou moratória (para ativos governamentais), reestruturação, *downgrade* ou inconversibilidade da moeda

O vendedor de proteção faz o pagamento acordado no contrato ao comprador de proteção se algum evento de crédito ocorrer antes do vencimento do contrato. Caso contrário, o vendedor de proteção não paga nada e recebe a ***fee*** pela proteção.

[9] Os demais tipos de derivativos de crédito não serão tratados neste trabalho.

Esquematicamente temos:

Figura 1 . Credit Default Swap



Nos referimos a esta ***fee*** anualizada como o preço do *Credit Default Swap*. O pagamento em caso de *default* ocorre com a entrega física do ativo subjacente, forma dominante atualmente no mercado, ou com o valor "ao par" menos o valor de mercado pós *default* do ativo referência.

O contrato de CDS é o mais líquido e o de estrutura mais simples dentre os vários derivativos de crédito correntemente negociados no mercado. O efeito econômico de um *Credit Default Swap* é similar a um contrato de seguros. Especuladores podem tomar posições vendidas (ou compradas) no risco de crédito vendendo (comprando) proteção sem precisar negociar o instrumento no mercado de *bonds*.

O Mercado de CDS Soberanos

Os CDS soberanos são os derivativos de crédito mais líquidos para mercados emergentes. Tais contratos foram beneficiados por sua padronização e pelas definições ISDA (1998, 1999,2001,2003 e 2005) bem como do sucesso de execução nos casos de recentes *defaults*[10]. Neste mercado, o ativo subjacente é geralmente um título de dívida soberana (neste trabalho utilizamos os *Globals*) enquanto que os preços do CDS fornecem uma medida alternativa de "Risco Brasil".

Dentro do mercado de CDS, os negócios com CDS soberanos ocupam uma participação relativamente pequena, em parte refletindo o pequeno número de nomes que são negociados. Os CDS soberanos responderam por 7,4% de todos os negócios em 2005, enquanto empresas responderam por aproximadamente 78,6% e bancos por 14%. O resultado significa que o número de negócios por nome é maior para os CDS soberanos do que para outras categorias, sugerindo um maior grau de concentração em nomes soberanos.

Ainda que o crescimento de CDS soberanos tem sido consistentemente menor do que o dos CDS corporativos, a partir de 2003 aqueles vêm registrando uma robusta taxa crescimento 48,2%. Isto ocorreu em parte devido ao significativo declínio das atividades visto em 2002. Mais do que um terço deste declínio ocorreu devido a eliminação da Argentina da lista de ativos subjacentes depois de seu *default* em 2001. A maior parte da queda restante ocorreu pelo declínio nas negociações para nomes asiáticos como China, Coréia e Tailândia. Contudo, o crescimento em outros nomes da América Latina como Brasil e México continuou forte.

2. O MERCADO DE *BONDS* SOBERANOS

[10] A reestruturação da dívida Argentina, por exemplo.

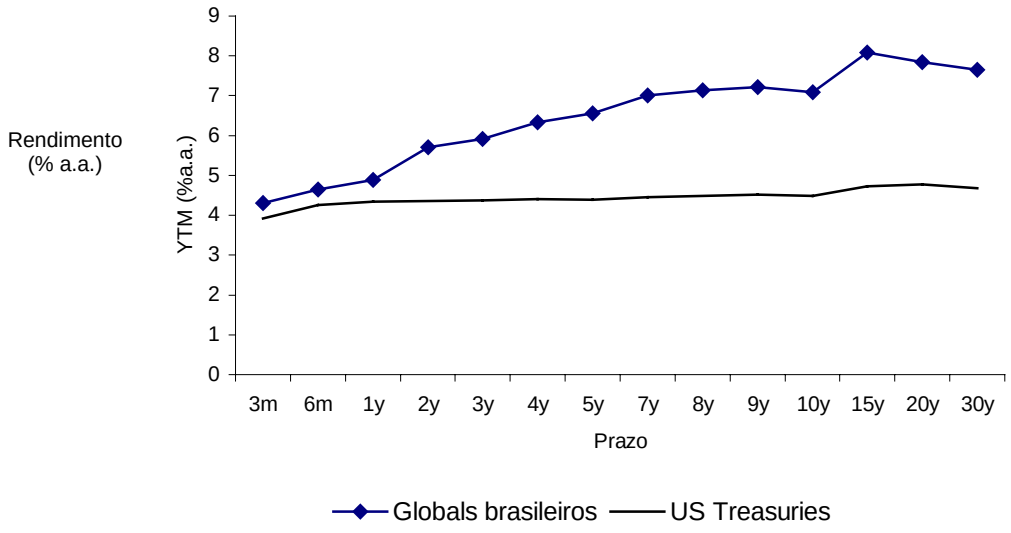
A exemplo do ocorrido com os demais países emergentes, que se beneficiaram da conclusão de acordos de reestruturação de dívidas no contexto do Plano *Brady* no início dos anos 90, o Brasil ficou habilitado a restabelecer sua presença no mercado internacional de capitais como devedor soberano.

Foi neste contexto que o Brasil construiu a sua estrutura a termo de juros (ETTJ) em dólares norte-americanos com o lançamento dos chamados *Globals* para as mais diversas maturidades. Tais títulos são emitidos com um *spread* sobre os U.S. Treasuries de prazo equivalente, pagam cupons semestrais, são negociados diariamente no mercado internacional, compõem parte da carteira *high yields* dos principais *players* do mercado mundial e são *bullets*[11].

Uma forma usual para expressar quantitativamente o "Risco País" é por meio do excesso de rendimento dos seus títulos soberanos emitidos em moeda externa em relação a um instrumento livre de risco, de características semelhantes de prazo e denominação. Desta maneira, é possível obter uma medida do risco do país em uma base mais freqüente.

Abaixo, temos o gráfico do *spread* over *Treasury* dos *Globals* brasileiros para 9 de dezembro de 2005. Os títulos foram interpolados linearmente para gerar a estrutura a termo de maturidades variando de 3 meses a 30 anos.

Gráfico 1: *Spread over Treasury* dos Globals Brasileiros



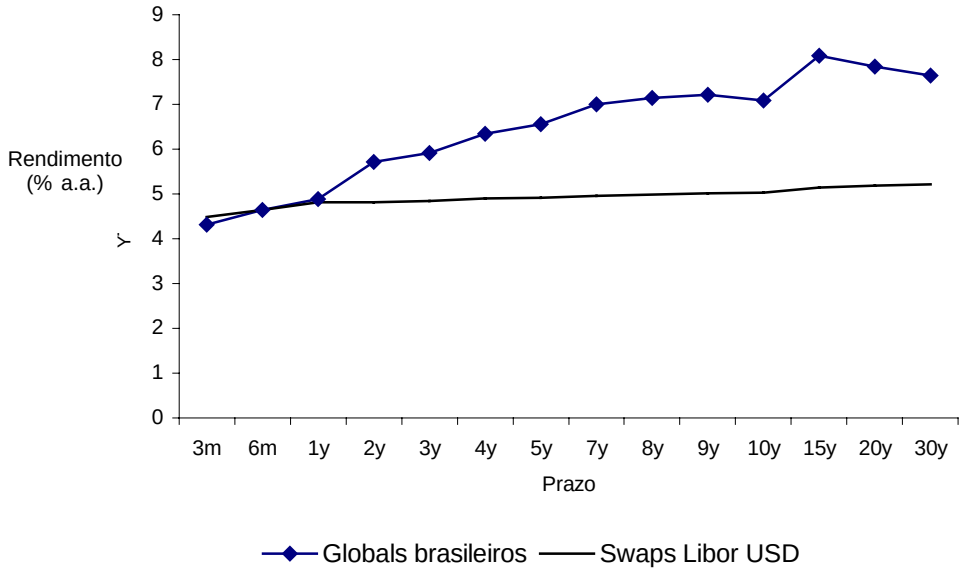
Os *traders* do mercado de *bonds* tendem a utilizar a *Treasury zero curve* como a livre de risco. Em contraste, *traders* do mercado de CDS, que trabalham com grandes instituições financeiras, tendem a usar a *Libor zero curve* em seus modelos de precificação por considerá-la como o correto custo de oportunidade do capital.

Por estas razão foi também utilizado neste trabalho um *benchmark* alternativo para a taxa de juros livre de risco, a *swap zero curve*. Esta curva é normalmente calculada a partir das taxas de

[11] São títulos que não possuem opções (*call* e *puts*) embutidas sendo, portanto, resgatados apenas no vencimento, com exceção do título com maturidade em 2040.

depósitos da *London Interbank Offer Rate* (LIBOR)[12]. Elas são as taxas de curto prazo as quais uma instituição financeira está disponibilizando *funding* para outra instituição financeira no mercado interbancário. Segue abaixo o gráfico do *spread over Libor* dos *Globals* brasileiros também para 9 de dezembro de 2005. Os títulos foram interpolados linearmente para gerar a estrutura a termo de maturidades variando de 3 meses a 30 anos.

Gráfico 2: *Spread over Libor* dos Globals Brasileiros



3. TEORIA

Esta seção é dedicada à exposição da teoria e uma breve revisão da literatura. Na primeira parte é dada especial atenção ao modelo de Hull and White para precificação de CDS. A segunda parte é relacionada aos modelos empíricos que estudam o comportamento dos *spreads* nos mercados de *bonds* e *credit default swaps*.

3.1 DETERMINANTES DO *YIELD SPREAD*

Hull e White (2000 a) fornecem uma metodologia para precificar C*redit Default Swap* quando há apenas um ativo subjacente e não existe risco de contraparte. Adicionalmente, assume-se que a probabilidade de *default*, as taxas de juros e a taxa de recuperação são independentes.

Formalmente, definamos as seguintes variáveis.

[12] Alguns estudos sugerem que os swaps tem se tornado uma melhor *proxy* para as taxas livres de risco do que os Treasuries. Ver Kocic et al (2000) e Hull et al (2003).

T : vida de um *credit default swap*
$q(t)$: probabilidade de *default* neutra ao risco no tempo t
$\hat{R}$: taxa de recuperação da obrigação referência num mundo neutro ao risco. Ela é assumida ser independente do tempo de *default*.
$u(t)$: valor presente do pagamento a taxa de \$1 por ano sobre as datas de pagamento entre o tempo zero e o tempo t.
$e(t)$: valor presente de um pagamento acumulado no tempo t igual t – t*, onde t* é a data de pagamento imediatamente anterior ao tempo t.
$v(t)$: valor presente de \$1 recebido no tempo t
w : pagamento total por ano feito pelo comprador do CDS
s : valor de w que faz o CDS ser igual a zero
π : probabilidade neutra ao risco de que nenhum evento de crédito ocorra durante a vida do *swap*
$A(t)$: juros acumulados sobre a obrigação referência no tempo t como percentagem do valor de face

O valor de π é igual a um menos a probabilidade de que o evento de crédito ocorrerá até o tempo T. Ele pode ser calculado de $q(t)$:

$$\pi = 1 - \int_{o}^{T} q(t)dt \qquad (1)$$

Os pagamentos ocorrem até o evento de crédito ou até o tempo T, o que ocorrer primeiro. Se um default ocorre no tempo t ($t < T$), o valor presente do pagamento é $w[u(t) + e(t)]$. Se não ocorre *default* antes do tempo T, o valor presente do pagamento é $wu(T)$. O valor presente esperado do pagamento é, então:

$$w\int_{0}^{T} q(t)[u(t) + e(t)]dt + w\pi u(T) \qquad (2)$$

O *payoff* esperado neutro ao risco do CDS é

$$1 - [1 + A(t)]\hat{R} = 1 - \hat{R} - A(t)\hat{R} \qquad (3)$$

O valor presente do payoff esperado do CDS é

$$\int_{0}^{T} [1 - \hat{R} - A(t)\hat{R}]q(t)v(t)dt \qquad (4)$$

e o valor do *credit default swap* para o comprador é o valor presente do *payoff* esperado menos o valor presente dos pagamentos realizados pelo comprador ou

$$\int_0^T [1-\hat{R}-A(t)\hat{R}]q(t)v(t)dt - w\int_0^T q(t)[u(t)+e(t)]dt - \pi w u(T) \qquad (5)$$

O CDS *spread*, s , é o valor de w torna esta expressão zero:

$$s = \frac{\int_0^T [1-\hat{R}-A(t)\hat{R}]q(t)v(t)dt}{\int_0^T q(t)[u(t)+e(t)]dt + \pi u(T)} \qquad (6)$$

A variável s é chamada de *credit default swap spread* ou CDS *spread*. Ela é o total do pagamento por ano como um percentual do valor *notional*.

3.2. EQUIVALÊNCIA ENTRE O MERCADO DE *BONDS* E CDS

Define-se *q(t)* como a probabilidade de *default* neutra ao risco para o ativo subjacente até o tempo t, e conseqüentemente $Q(t) = 1 - \int_0^t q(s)ds$ como sendo a probabilidade neutra ao risco de que nenhum *default* ocorra até o tempo t. Um comprador de CDS paga um prêmio regular (ρ) durante os períodos $t_1, t_2, ..., t_n$ a menos que o default ocorra, e similarmente, um detentor de um título consegue um pagamento de regular de cupom (c) na mesma freqüência. Baseada nestas hipóteses, a precificação de um CDS pode ser derivada usando o princípio da precificação neutra ao risco. Em particular, o prêmio de CDS satisfaz a seguinte condição :

$$\sum_{i=1}^{N} e^{-rt_i} Q(t_i)\rho = \int_o^{t_N} e^{-rt}(100 - M_t)q(t)dt \qquad (7)$$

onde r é a taxa de juros livre de risco (suposta constante). O lado esquerdo da equação (7) representa o valor presente do pagamento do prêmio num mundo neutro ao risco. O comprador de proteção paga a taxa do prêmio pré-especificado se o evento de crédito não ocorrer. O lado direito da equação (7) é o valor presente do pagamento da proteção que o comprador pode receber caso ocorra o evento de crédito. Em equilíbrio, os dois valores devem ser equalizados para impedirem oportunidades de arbitragem.

Usando o mesmo método de precificação neutra ao risco, o preço corrente de um título sujeito a *default* (um *Global* brasileiro, por exemplo) pode ser derivado a seguir.

$$P = 100 = \sum_{i=1}^{N} e^{-rt_i} Q(t_i)c + e^{-rt_N}.100Q(t_N) + \int_0^{t_N} e^{-rt} M_t q(t)dt \qquad (8)$$

A precificação de um título arriscado consiste de três partes: o valor dos pagamentos de cupom, o pagamento do principal no vencimento dado que nenhum *default* tenha ocorrido e o valor de mercado do título caso o *default* ocorra.

Assuma agora que um investidor vende o título sujeito a *default* e compra um título livre de risco. Como a taxa livre de risco está constante, o título livre de risco pode sempre ser vendido "ao par" sempre que o título arriscado entrar em *default*. Como o investimento inicial líquido é zero, a condição de não-arbitragem requer que:

$$0 = -\sum_{i=1}^{N} e^{-rt_i} Q(t_i)c - e^{-rt_N} 100.Q(t_N) - \int_0^{t_N} e^{-rt} M_t q(t)dt + \sum_{i=1}^{N} e^{-rt_i} r.Q(t_i) + \int_0^{t_N} e^{-rt}.100.q(t)dt + e^{-rt_N}.100.Q(t_N)$$

$$\Rightarrow \sum_{i=1}^{N} e^{-rt_i} Q(t_i)(c-r) = \int_0^{t_N} e^{-rt}(100 - M_t)q(t)dt \qquad (9)$$

Na equação acima, os primeiros três termos do lado direito representam o valor do fluxo de caixa do título arriscado vendido e os últimos três itens representam o valor do fluxo de caixa do título sem risco adquirido. Comparando esta equação com a fórmula de precificação do CDS, temos diretamente que a seguinte condição deve ser satisfeita:

$$\rho = c - r \qquad (10)$$

Isto é, o CDS *spread* deveria ser aproximadamente igual ao spread de crédito (retorno menos taxa livre de risco) do ativo subjacente. Esta é relação que será testada empiricamente para os dados brasileiros. Porém, ela pode não ocorrer exatamente na prática por várias razões. Hipóteses simplificadoras foram assumidas implicando que a relação acima é uma boa aproximação.

3.2 CDS SPREADS x YIELD SPREADS

Dada a curta história do mercado de derivativos de crédito e o limite de dados disponíveis existem poucos trabalhos empíricos nesta área. Os existentes têm focado sobre os determinantes do CDS spread e seu papel na projeção de eventos de *rating*.

Cossin e Hricko (2001) investigam a influência de várias variáveis fundamentais sobre as taxas do credit default swap. *Ratings*, taxas de juros e informações relacionadas ao mercado de ações (preços de ações e razões de alavancagem) são algumas destas variáveis . Os autores encontram evidências de que a maioria das variáveis preditas pelos modelos teóricos de precificação do risco de crédito têm significativo impacto sobre as taxas do CDS. Particularmente, os autores encontram que os *ratings* têm um forte poder de explicação e que a relação negativa do risco de crédito para as taxas de juros é válida para baixos níveis de risco de crédito, mas não para altos níveis.

Hull et al (2003) comparam a precificação do risco de crédito entre o mercado de *bonds* e o mercado de CDS. Ambos sugerem que quando as taxas de swap são utilizadas como livres de risco, a discrepância entre o *bond spread* e o CDS *spread* são bem pequenas (abaixo de 10 b.p.) . Além

disso, os autores exploraram a relação entre o mercado de C*redit Default Swap* e anúncios de *ratings*. Na primeira análise, eles examinam mudanças no *Credit Default Swap* condicionais aos anúncios de *ratings* e encontram que revisões para *downgrade* contém significativa informação, mas *downgrades e outlooks* negativos não. Existe uma antecipação de todos os três tipos de anúncios de *ratings* pelo mercado de *Credit Default Swap*. Os resultados para eventos de *ratings* positivos foram muito menos significativos do que os resultados para eventos negativos.

Norden e Weber (2004*)* analisam as respostas dos mercados de ações e de *Credit Default Swap* aos anúncios de mudança no *rating* no período de 2000 a 2002. Aplicando a metodologia de estudo de evento, os autores examinam quão fortemente estes mercados respondem aos anúncios de *rating* em termos de retorno anormal e mudanças no *spread* do CDS. Eles encontram que ambos os mercados não somente antecipam *downgrades* de *ratings* mas também revisões para *downgrades*.

Zhu *(2004)* confirmou a predição teórica de que os *spreads* no mercado de *bonds* e CDS para empresas americanas deveriam ser precificados de forma igual no longo prazo. Contudo, ele encontra discrepâncias na precificação de curto prazo que são devidas às diferentes respostas dos mercados às mudanças nas condições de crédito da economia. Um estudo de painel e uma análise de VECM realizado pelo autor sugere que o mercado de derivativos tende a se mover à frente do mercado de *bonds*.

Longstaff, Mithal e Neis (2005), ajustam um modelo da forma reduzida para o retorno de títulos corporativos e resolvem para o prêmio do *Credit Default Swap* que eles indicam. Os autores comparam os prêmios de CDS implícitos com o prêmio atual de mercado e encontraram que aqueles são maiores que estes. As diferenças estão relacionadas à iliquidez de títulos corporativos e taxas de cupom de títulos subjacentes, sugerindo a presença importante de impostos relacionados e componentes de liquidez nos *spreads* corporativos. Os mercados de derivativos e de ações tendem a liderar o mercado de títulos corporativos.

Blanco, Brennan e Marsh (2005) apresentam outro trabalho sobre a relação entre os *spreads* nos mercado de *bonds* e CDS. Com base em amostra de empresas com alta qualidade de crédito (*investment grade*), os autores demonstram que os dois instrumentos aparentam precificar o risco de crédito do mesmo modo. Há também uma causalidade de *Granger* na direção dos CDS para os bônus, sugerindo que o processo de descoberta de preço (P*rice Discovery*) ocorre primeiro no mercado de derivativos.

4. DADOS

As bases de dados utilizadas no trabalho são provenientes de três mercados: o mercado de *bonds*, o mercado de *swaps* e o mercado de C*redit Default Swap*. A amostra foi dividida em duas partes: uma primeira parte referente aos prazos (vértices) de 1, 3 e 5 anos compreendem o período de 29/08/2003 a 03/11/2005 perfazendo um total de 557 observações e uma segunda parte que refere-se aos prazos (vértices) de 2, 7 e 10 anos, compreende o período de 19/03/2004 a 03/11/2005 num total de 393 observações.

A primeira base de dados foi composta pelo *spread over Treasury zero-curve* dos títulos soberanos brasileiros negociados no mercado global. Foram construídos seis títulos sintéticos zero cupom de 1, 2, 3, 5, 7 e 10 anos a partir da interpolação e do *bootstrapping*[13] dos *Globals* brasileiros negociados no mercado durante os mesmos períodos mencionados no parágrafo anterior. O rendimento dos títulos sintéticos brasileiros subtraídos dos rendimentos dos zero cupons soberanos

[13] Metodologia utilizada para obtenção de uma curva zero cupom a partir de uma curva com títulos que pagam cupom.

americanos fornecem os spreads no mercado de *bonds*. Estas séries foram obtidas das funções da *Bloomberg* .

A segunda base de dados é proveniente do mercado de CDS. Cabe salientar que o mercado de CDS para o risco soberano brasileiro cresceu bastante em termos de liquidez nos últimos anos, girando atualmente algo em torno de US$ 600 a US$ 900 milhões por dia. Os prazos atualmente negociados são de 3 e 6 meses, 1, 2, 3, 4, 5 ,7 e 10 anos, sendo que a maior liquidez concentra-se no prazo de 5 anos. As cotações utilizadas nesta base de dados também foram fornecidas pela *Bloomberg* através da função CDSD. Tal função fornece uma cotação diária de fechamento com a média dos negócios realizados pelos principais *brokers*. No trabalho foram utilizados os *mid-prices* de fechamento para os mesmos prazos do mercado de *bonds* e os *spreads* seguem a metodologia de Hull e White descrita na seção anterior .

A terceira base de dados foi construída a partir do *spread over Libor zero curve* dos mesmos títulos brasileiros sintéticos utilizados no mercado de *bonds*. A tabela 1 mostra as estatísticas descritivas de todas as séries utilizadas.

Tabela 1 – Estatísticas Descritivas

	BOND1	BOND3	BOND5	CDS1	CDS3	CDS5	SWAP1	SWAP3	SWAP5
Média	127	361	497	131	361	475	83	294	404
Mediana	114	319	454	91	303	413	69	257	369
Máximo	414	853	913	463	792	902	379	752	785
Mínimo	33	153	253	49	149	243	24	97	168
Des. Padrão	51	148	163	84	153	157	57	136	145
Obs.	557	557	557	557	557	557	557	557	557

	BOND2	BOND7	BOND10	CDS2	CDS7	CDS10	SWAP2	SWAP7	SWAP10
Média	246	469	482	241	485	518	189	386	402
Mediana	186	427	465	178	422	457	134	346	376
Máximo	811	807	762	699	949	978	722	714	693
Mínimo	92	286	307	100	289	330	39	212	239
Des. Padrão	141	119	104	141	151	146	134	112	99
Obs.	393	393	393	393	393	393	393	393	393

5. METODOLOGIA E RESULTADOS

No mercado financeiro, normalmente são observadas séries de tempo não estacionárias. O primeiro passo é checar a estacionariedade das taxas do CDS e dos *spreads* nos mercados de *bonds* e *swaps*. Como as séries de tempo são integradas de ordem 1 (I(1)), foi verificada a existência de cointegração entre o vetor de taxas do CDS e dos *spreads* nos mercados de *bond* e *swap*. Se a co-integração existe, o modelo de correção de erro vetorial (VECM) pode ser aplicado no estudo do *Price Discovery.*

A tabela 2 resume os resultados dos testes de raiz unitária. Dos 18 vértices (6 para cada mercado) analisados apenas o spread no mercado de *bonds* de 10 anos não pode ser considerado I(1) (Tabela 2).

Tabela 2 – Testes de Raiz Unitária

Variável	Defasagem	Especificação Constante	Especificação Tendência	ADF	Valores Críticos 5%	Valores Críticos 10%	Rejeita H_0 (Raiz Unitária) 5%	Rejeita H_0 (Raiz Unitária) 10%
BOND1	6	Não	Não	-1.375	-1.941	-1.616	Não	Não
D(BOND1)	5	Não	Não	-10.548	-1.941	-1.616	Sim	Sim
BOND2	0	Não	Não	-1.062	-1.941	-1.616	Não	Não
D(BOND2)	0	Não	Não	-18.288	-1.941	-1.616	Sim	Sim
BOND3	0	Não	Não	-1.789	-1.941	-1.616	Não	Sim
D(BOND3)	0	Não	Não	-22.246	-1.941	-1.616	Sim	Sim
BOND5	0	Não	Não	-1.404	-1.941	-1.616	Não	Não
D(BOND5)	0	Não	Não	-22.112	-1.941	-1.616	Sim	Sim
BOND7	0	Sim	Sim	-2.442	-3.421	-3.133	Não	Não
D(BOND7)	1	Sim	Sim	-15.393	-1.941	-1.616	Sim	Sim
BOND10**	2	Sim	Sim	-3.507	-3.421	-3.133	Sim	Sim
D(BOND10)	1	Não	Não	-14.853	-1.941	-1.616	Sim	Sim
CDS1	1	Não	Não	-1.616	-1.941	-1.616	Não	Sim
D(CDS1)	0	Não	Não	-20.933	-1.941	-1.616	Sim	Sim
CDS2	0	Não	Não	-1.120	-1.941	-1.616	Não	Não
D(CDS2)	0	Não	Não	-18.032	-1.941	-1.616	Sim	Sim
CDS3	1	Não	Não	-1.733	-1.941	-1.616	Não	Sim
D(CDS3)	0	Não	Não	-17.874	-1.941	-1.616	Sim	Sim
CDS5	1	Não	Não	-1.653	-1.941	-1.616	Não	Sim
D(CDS5)	0	Não	Não	-17.721	-1.941	-1.616	Sim	Sim
CDS7	0	Não	Não	-1.077	-1.941	-1.616	Não	Não
D(CDS7)	0	Não	Não	-17.904	-1.941	-1.616	Sim	Sim
CDS10	0	Não	Não	-1.040	-1.941	-1.616	Não	Não
D(CDS10)	0	Não	Não	-17.668	-1.941	-1.616	Sim	Sim
SWAP1*	1	Sim	Não	-2.893	-2.866	-2.569	Sim	Sim
D(SWAP1)	0	Não	Não	-26.237	-1.941	-1.616	Sim	Sim
SWAP2	0	Não	Não	-1.197	-1.941	-1.616	Não	Não
D(SWAP2)	0	Não	Não	-19.831	-1.941	-1.616	Sim	Sim
SWAP3	0	Não	Não	-1.803	-1.941	-1.616	Não	Sim
D(SWAP3)	0	Não	Não	-23.194	-1.941	-1.616	Sim	Sim
SWAP7	0	Sim	Sim	-2.481	-3.421	-3.133	Não	Não
D(SWAP7)	0	Não	Não	-19.968	-1.941	-1.616	Sim	Sim
SWAP10	0	Sim	Sim	-3.213	-3.421	-3.133	Não	Sim
D(SWAP10)	0	Não	Não	-19.150	-1.941	-1.616	Sim	Sim

***** Para esta variável utilizou-se o teste KPSS como alternativa para confirmação da raiz unitária da mesma. O valor do teste foi 0,162 com valores críticos 0,146 (5%) e 0,119 (10%). Ou seja, rejeita-se a hipótese nula de estacionariedade.
****** Para esta série nenhum dos testes alternativos conseguiu rejeitar a hipótese de estacionariedade.

Para capturar a relação dinâmica de curto prazo entre as taxas de CDS e dos *spreads* nos mercados de *bonds* e swaps, foi utilizado um modelo VAR (Vetor Auto-Regressivo) irrestrito.

Considere um vetor y_t do tipo ($n \times 1$) contendo os valores que as n variáveis assumem no tempo t:

$$y_t = \alpha + \Phi_1 y_{t-1} + \Phi_2 y_{t-2} + \cdots + \Phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t \qquad (11)$$

onde:
α é um vetor $(n \times 1)$ dos termos do intercepto
Φ_j são as matrizes $(n \times 1)$ dos coeficientes auto-regressivos
ε_t é um vetor $(n \times 1)$ dos termos de erro e $\varepsilon_t \sim i.i.d.\ N(0, \Omega)$

O modelo VAR com apenas uma defasagem pode ser reescrito com Δy_t como variável dependente em uma regressão contra y_{t-1}:

$$\Delta y_t = \alpha_0 + (A - I) y_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (12)$$

A partir desta equação, podemos aplicar a metodologia de Johansen, que consiste na estimação do posto da matriz (A-I) por Máxima Verosimilhança e ordená-los, de forma que n autovalores de (A-I) são dados por: $\lambda_1 > \lambda_2 > \cdots > \lambda_n$, com seu correspondente autovetor β_i, $i = 1, 2, \ldots, n$.

Tabela 3 – Número de Relações de Co-integração por Modelo (Nível - 5%)

		Data Trend	None	None	Linear	Linear	Quadratic
		Test Type	No Intercept No Trend	Intercept No Trend	Intercept No Trend	Intercept Trend	Intercept Trend
Mercado de Bonds	Brasil 1 ano	Trace	1	1	1	1	2
		Max-Eig	1	1	1	1	2
	Brasil 2 anos	Trace	1	1	1	1	2
		Max-Eig	1	1	1	1	2
	Brasil 3 anos	Trace	1	1	1	1	2
		Max-Eig	1	1	1	1	2
	Brasil 5 anos	Trace	1	0	1	0	2
		Max-Eig	1	0	0	0	0
	Brasil 7 anos	Trace	0	1	1	1	1
		Max-Eig	0	1	1	1	1
	Brasil 10 anos	Trace	0	0	0	0	1
		Max-Eig	0	0	0	0	1
Mercado de Swaps	Brasil 1 ano	Trace	1	1	2	1	2
		Max-Eig	1	1	2	1	2
	Brasil 2 anos	Trace	1	1	1	1	2
		Max-Eig	1	1	1	1	2
	Brasil 3 anos	Trace	1	1	1	1	2
		Max-Eig	1	1	1	1	2
	Brasil 5 anos	Trace	0	0	0	0	2
		Max-Eig	0	0	0	0	0
	Brasil 7 anos	Trace	0	0	0	0	1
		Max-Eig	0	0	0	1	1
	Brasil 10 anos	Trace	0	0	0	0	1
		Max-Eig	0	0	0	1	1

A Tabela 3 apresenta os Testes do Traço e do Máximo Autovalor. Podemos observar a existência de uma relação de longo prazo principalmente para os contratos mais curtos, com exceção do mercado de *swap* e CDS para o vértice de 5 anos. Foi constatado também a ausência de cointegração nos vértices de longo prazo, indicando oportunidades de arbitragem entre os dois mercados. Tal fato pode ser explicado parcialmente em decorrência da menor liquidez nos contratos mais longos (7 e 10 anos) de CDS, contendo este um prêmio de liquidez maior que aquele observado no mercado de *bonds*. A liquidez neste mercado está concentrada nos contratos mais curtos, sendo o contrato de 5 anos o mais líquido.

A explicação para a ausência de cointegração do mercado de swap com o de CDS pode estar relacionada a falta de aderência do mercado de swap como *benchmark* para as emissões soberanas brasileiras. Como as colocações soberanas têm como referência principal o mercado de U.S. *Treasuries*, os *spreads* do mercado de *swaps* tendem a possuir alguma distorção.

6. *PRICE DISCOVERY* DO RISCO BRASIL

6.1 *PRICE DISCOVERY* EM FINANÇAS

A hipótese de mercado eficiente significa que, em mercados com liquidez e nos quais os preços dos ativos resultem do equilíbrio sem restrições entre a demanda e a oferta, o preço corrente deve refletir corretamente toda a informação disponível aos participantes do mercado. As mudanças futuras dos preços podem ser o resultado de novas "notícias" que, por definição, são imprevisíveis.

Uma das funções centrais do mercado secundário é o *Price Discovery* : a incorporação eficiente e instantânea da informação implícita nos preços de mercado negociados pelos investidores. A negociação de ativos idênticos ou intimamente relacionados em múltiplos mercados resulta na fragmentação do fluxo de ordens referente à eficácia do *Price Discovery* e à clareza dos mecanismos de negociação.

Conforme demonstrado na seção anterior, tanto os mercados de *bonds* e *swaps* quanto o mercado de CDS parecem precificar igualmente o risco de crédito na média. Os preços do CDS e *spread bonds* e *swaps* são variáveis co-integradas I(1) para todos os prazos analisados e o fator comum pode ser visto como um preço eficiente implícito do risco de crédito. Qual dos dois mercados contribui mais para o *Price Discovery* do risco de crédito é a questão que tentaremos resolver nesta seção.

O método apropriado para investigar o mecanismo de *Price Discovery* não está claro. Os dois modelos de fator comum mais populares são devidos a Hasbrouck (1995) e Gonzalo e Granger (1995). Ambos contam com o modelo vetor de correção de erros dos preços de mercado. O modelo de Hasbrouck de '*information shares*' assume que a volatilidade do preço reflete novas informações e então o mercado que contribui mais para a variância das inovações para o fator comum é presumido também contribuir mais para o Price Discovery. A metodologia de Gonzalo e Granger decompõe o fator comum nele mesmo e ignora a correlação entre os mercados e atribui superior *Price Discovery* ao mercado que se ajusta menos aos movimentos de preço do outro mercado. Como nenhum dos métodos é considerado universalmente superior, este trabalho reportará somente a metodologia de Gonzalo e Granger pela facilidade na implementação da mesma.

6.2 VECM – ESPECIFICAÇÃO DO MODELO

O VECM (modelo de correção de erros vetorial) é um modelo dinâmico das primeiras diferenças das variáveis I(1) usadas na regressão de co-integração. Assim, se os *spreads* são co-integrados e o vetor de co-integração deles baseia-se neles, então o VECM é um modelo dinâmico da correlação dos *spreads* e as estatísticas t dos coeficientes estimados fornecem *insights* sobre o comportamento de antecedência-defasagem entre os mercados. A especificação do modelo é a seguinte:

$$\begin{cases} \Delta bond_t = \lambda_1(bond_{t-1} - \alpha_0 - \alpha_1 cds_{t-1}) + \sum_{j=1}^{p} \beta_{1j} \Delta cds_{t-j} + \sum_{j=1}^{p} \delta_{1j} \Delta bond_{t-j} + \varepsilon_{1t} \\ \Delta cds_t = \lambda_2(bond_{t-1} - \alpha_0 - \alpha_1 cds_{t-1}) + \sum_{j=1}^{p} \beta_{2j} \Delta cds_{t-j} + \sum_{j=1}^{p} \delta_{2j} \Delta bond_{t-j} + \varepsilon_{2t} \end{cases} \quad (13)$$

Na equação (13) cds_t e $bond_t$ permanecem como CDS *spreads* e *bond spread* no período t , e ε_{1t} e ε_{2t} são choques i.i.d. Os coeficientes estimados ajustados λ_1 e λ_2 medem o grau para os quais os preços em um particular mercado ajustam-se para corrigir as discrepâncias na precificação de sua tendência de longo prazo. Por exemplo, se o mercado de *bonds* é importante para o *Price Discovery*, então λ_2 será positivo e estatisticamente significativo. Se ambos os coeficientes são significativos, então ambos os mercados contribuem para o *Price Discovery*.

$$\begin{cases} \Delta cds_t = \lambda_1(cds_{t-1} - \alpha_0 - \alpha_1 swap_{t-1}) + \sum_{j=1}^{p} \beta_{1j} \Delta cds_{t-j} + \sum_{j=1}^{p} \delta_{1j} \Delta swap_{t-j} + \varepsilon_{1t} \\ \Delta swap_t = \lambda_2(cds_{t-1} - \alpha_0 - \alpha_1 swap_{t-1}) + \sum_{j=1}^{p} \beta_{2j} \Delta cds_{t-j} + \sum_{j=1}^{p} \delta_{2j} \Delta swap_{t-j} + \varepsilon_{2t} \end{cases} \quad (14)$$

Da mesma forma, na equação (14) se o mercado de *swaps* está contribuindo significativamente para a descoberta do preço do risco de crédito, então λ_1 será negativo e estatisticamente significativo, o mercado de CDS se ajustando para incorporar esta informação.

Seguindo Gonzalo e Granger (1995), foi calculada uma medida que reflete a contribuição de cada mercado para o *Price Discovery*. A medida é definida como a razão da velocidade de ajustamento entre os dois mercados ($\lambda_1/(\lambda_1 - \lambda_2)$) para o mercado de *bonds* e ($\lambda_2/(\lambda_2 - \lambda_1)$) para o mercado de *swap*, com uma restrição inferior de 0 e superior de 1. Quando a medida está próxima de 1, significa que o mercado de CDS lidera o P*rice Discovery* e que os mercados de *bond* e *swap* movem-se depois para corrigir as discrepâncias de preços. Quando a medida está próxima de 0, a dinâmica se dá na direção inversa com o mercado de derivativo se ajustando. Quando a medida está próxima de 0,5, ambos os mercados contribuem para o *Price Discovery* e não existe uma clara evidência sobre qual mercado é mais importante.

A tabela a seguir resume os resultados:

Tabela 4 - Contribuições para o *Price Discovery*

Mercado de Bonds							
Ativos	α_1	teste-t	λ_1	teste-t	λ_2	teste-t	GG
BOND1(-1) e CDS1(-1)	0,89	8,83	-0,026	-2,48	0,016	1,91	0,62
BOND2(-1) e CDS2(-1)	1,02	55,4	-0,070	-3,80	0,104	4,34	0,40
BOND3(-1) e CDS3(-1)	0,98	71,9	-0,097	-5,09	-0,040	-2,11	1,00
BOND5(-1) e CDS5(-1)	1,04	44,3	-0,044	-3,52	-0,009	-0,68	1,00
BOND7(-1) e CDS7(-1)	0,78	23,93	-0,086	-4,06	-0,071	-2,06	1,00
Mercado de Swaps							
Ativos	α_1	teste-t	λ_1	teste-t	λ_2	teste-t	GG
CDS1(-1) e SWAP1(-1)	1,58	10,75	-0,017	-2,47	0,028	3,02	0,62
CDS2(-1) e SWAP2(-1)	1,20	33,2	-0,061	-3,57	0,044	3,45	0,42
CDS3(-1) e SWAP3(-1)	1,22	61,2	0,026	1,53	0,077	4,78	1,00

Dos 5 vértices estudados no mercado de *bonds*, em todos eles o λ_1 é significativamente negativo, ou equivalentemente, o mercado de CDS contribui para o P*rice Discovery*. Similarmente, em 1 dos 5 vértices o λ_2 é significativamente positivo, ou seja, é o mercado de CDS que se ajusta depois do mercado de *bond* em resposta as discrepâncias dos preços.

No mercado de swap, dos 3 vértices estudados em todos eles λ_2 é significativamente positivo, isto é, o mercado de CDS lidera o *Price Discovery* fazendo com que o mercado de *swap* se ajuste depois às discrepâncias nos preços. Similarmente, em 2 dos 3 vértices o λ_1 é significativamente negativo, com o mercado de *swap* contribuindo para o *Price Discovery*.

Especificamente, existe um forte caminho de ligação do mercado de CDS para o mercado de *bonds* em quatro vértices (1, 3, 5 e 7 anos), do mercado de CDS para o mercado de *swap* em um vértice (3 anos) e uma forte ligação cruzada entre os dois mercados em um vértice (2 anos) no mercado de *bonds* e em dois vértices (1 e 2 anos) no mercado de *swap*.

A razão média de Gonzalo e Granger para o mercado de *bonds* de 0,80 e para o mercado de *swaps* 0,68 favorecem a hipótese de que o mercado de CDS lidera o *Price Discovery*. De fato, o *Price Discovery* ocorrerá no mercado onde os *traders* informados negociam mais. No mercado de *bonds* e *swaps*, além das grandes instituições financeiras, são negociadores freqüentes instituições financeiras de menor porte, corretoras, *hedge funds*, *assets*, *private clients*, dentre outros. Já no mercado de CDS a restrição para negociação é bem maior. Os vendedores de proteção no mercado de CDS soberanos brasileiros são as principais instituições financeiras mundiais que além de gozarem de altíssima qualidade de crédito, contam que equipes de especialistas em derivativos de crédito de mercados emergentes.

Os CDS não precisam de *funding* ao contrário do mercado de *bonds*. Esta diferença pode fazer com que os dois *spreads* reajam diferentemente a mudanças no risco de crédito brasileiro, gerando discrepâncias entre os dois mercados no curto prazo. A assimetria na habilidade para aproveitar oportunidades de arbitragem podem ter importantes implicações para o ajustamento dinâmico dos *spreads*.

Finalmente, e talvez o mais importante, o mercado de CDS é o fórum para negociar o risco de crédito, enquanto que no mercado de mercado de *bonds* negociam-se títulos com risco de crédito. A influência destes fatores pode ser muito diferente entre os dois mercados.

6. CONCLUSÕES

Este estudo examinou o impacto do desenvolvimento do mercado de *Credit Default Swap* sobre a precificação do risco de crédito soberano brasileiro e como os CDS *spreads* interagem com os *spreads* nos mercados de *bonds* e *swaps*.

A análise via testes de cointegração confirmou a predição teórica de que os *spreads* para a maioria dos vértices analisados nestes mercados se movem conjuntamente no longo prazo, indicando ausência de possibilidades de arbitragem entre os mercados.

Contudo, no curto prazo existem significativas discrepâncias entre os mercados na precificação do risco de crédito. Estas discrepâncias são largamente explicadas pelas diferentes respostas dos mercados às mudanças nas condições de crédito.

A análise do VECM em conjunto com a razão de Gonzalo e Granger (1995) sugerem que o *spread* no mercado de *Credit Default Swap* tende a se mover na frente dos *spreads* dos mercados de *bonds* e *swap* em resposta às mudanças nas condições de crédito.

A maior parte do *Price Discovery* ocorre no mercado de CDS devido a fatores micro-estruturais que fazem com que este mercado seja o local mais conveniente para a negociação do risco de crédito soberano brasileiro.

7. BIBLIOGRAFIA

Alexander, C. (2001): "Market Models: A Guide to Financial Data Analysis". Chichester, UK: John Wiley and Sons, Ltd.

Blanco, R., Brennan S. and March I. W. (2005): "An empirical analysis of the dynamic relationship between Investment-Grade bonds and Credit Default Swaps", *Journal of Fina*nce, vol. 60 , pp. 2255-2281.

Campbell, J. , Lo, A. and Mackinlay, A. (1997): "*The Econometrics of Financial Markets*", Princeton University Press.

Cossin, D. and Hricko T. (2001): "Exploring for the determinants of credit risk in credit default swap transaction data", *working paper.*

Dresdner Kleinwort Wasserstein Research (2002) : "Credit Default Swap – a product overview", September.

Geske, R. (1977): "The valuation of corporate liabilities as compound options", *Journal of Financial and Quantitative Analysts*, vol.12, pp 541-52.

Gonzalo, J. and C. Granger (1995): "Estimation of common long-memory components in cointegrated systems", *Journal of Business and Economics Statistics*, vol 13, pp 27-36.

Hamilton, J. (1994): " Time Series Analysis", Princeton : Princeton University Press.

Hasbrouck, J. (1995): "One security, many markets: determining the contributions to price discovery", *Journal of Finance*, vol. 50, pp 175-99.

Hull, J., Predescu M. and White A. (2004): "The relationship between credit default swap spreads, bond yields, and credit rating announcements", *Journal of Banking and Finance*, vol. 28 (11), pp. .2789-2811.

Hull, J. and White A. (2000a): "Valuing credit default swaps I: no counterparty default risk", *Journal of Derivatives,* vol. 8 , pp 29-40.

Hull, J. and A. White (2000b): "Valuing credit default swaps II: modeling default correlations", *Journal of Derivatives,* vol. 8 , pp 12-22.

Johansen, S. (1988): "Statistical analysis of cointegration vectors", *Journal of Economic Dynamics and Control,* vol 12, pp 231-54.

Johansen, S. and Juselius, K. (1990): "Maximum likelihood estimation and inference on cointegration - With applications to the demand for money", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 52, pp.169-210.

Longstaff, F. , Mithal S. and Neis E. (2005): "Corporate yield spreads: default risk or liquidity? New evidence from the Credit Default Swap Market", *Journal of Finance*, vol. 60, pp. 2213-2253.

Longstaff, F. A. and Schwartz, E. (1995): "A simple approach to valuing risky fixed and floating rate debt", *Journal of Finance*, vol. 50, pp 789-821.

Norden, L. and M. Weber (2004): "Informational efficiency of credit default swap and stock markets: the impact of credit rating announcements", *CEPR Discussion Paper Series* n. 4250.

RisK *Credit Derivatives survey.* February 2004.

Zhu, H. (2004) : "*An Empirical Comparison of Credit Spreads Between the Bond Market and the Credit Default Swap Market*". *Working Paper* n.160, BIS.