

**Fundação Getulio Vargas
Escola de Economia de São Paulo
Mestrado em Economia de Empresas**

Cointegração e *Price Discovery* do Risco Soberano Brasileiro

DENÍSIO AUGUSTO LIBERATO DELFINO

**São Paulo
2007**

Delfino, Denísio A. L.

Cointegração e Price Discovery do Risco Soberano Brasileiro / Denísio A. L. Delfino. - 2007.
79 f.

Orientador: Márcio Holland de Brito.

Dissertação (mestrado) - Escola de Economia de São Paulo.

1. Análise de cointegração. 2. Créditos – Avaliação de riscos. 3. Derivativos (Finanças). 4. Títulos (Finanças). 5. Preços. I. Brito, Márcio Holland de. II. Dissertação (mestrado) - Escola de Economia de São Paulo. III. Título.

CDU 336.77

**Fundação Getulio Vargas
Escola de Economia de São Paulo
Mestrado em Economia de Empresas**

Cointegração e *Price Discovery* do Risco Soberano Brasileiro

DENÍSIO AUGUSTO LIBERATO DELFINO

Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getulio Vargas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Economia de Empresas.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Holland

**São Paulo
2007**

**Fundação Getulio Vargas
Escola de Economia de São Paulo
Mestrado em Economia de Empresas**

Cointegração e *Price Discovery* do Risco Soberano Brasileiro

Banca Examinadora

Prof. Dr. Márcio Holland de Brito (Orientador, FGV-SP)

Prof. Dr. Alkimar Ribeiro Moura (FGV-SP)

Prof. Dr. Marcos Eugênio da Silva (FEA-USP)

**São Paulo
2007**

Resumo

A lei do preço único afirma que o mesmo ativo negociado em diferentes mercados deve apresentar preços equivalentes. Este trabalho busca verificar se o risco de crédito soberano brasileiro negociado no mercado internacional é precificado de forma semelhante tanto nos tradicionais mercados de títulos quanto no novo e crescente mercado de derivativos de crédito. Adicionalmente, utiliza-se a análise de *Price Discovery* para examinar qual dos mercados se move mais rapidamente em resposta às mudanças nas condições de crédito da economia brasileira. A análise empírica é feita por meio de modelos de séries de tempo, mais especificamente análise de cointegração e vetor de correção de erros. Os resultados confirmam a predição teórica da lei do preço único de que o risco de crédito brasileiro, tanto nos mercados de títulos quanto no mercado de derivativos de crédito, movem-se juntos no longo prazo. Por fim, a maior parte do *Price Discovery* ocorre no mercado de derivativos de crédito.

Palavras-chave: *Price Discovery*, *Credit Default Swap*, Cointegração, Risco Soberano Brasileiro

Abstract

The law of one price states that all identical assets, traded in different markets, must have only one price. In this dissertation, we aim to examine whether the Brazilian sovereign credit risk, traded in the international financial market, is priced similarly in the traditional bonds market as well as in the new and growing credit derivatives market. In addition to that, we make use of the Price Discovery analysis to study which of the two markets moves more rapidly in response to changes in the credit conditions in the Brazilian economy. As for the empirical analysis, we make use of time series econometrics, more specifically cointegration analysis and vector error correction. Our findings corroborate the theoretical prediction related to the law of one price, i.e., the Brazilian credit risk, either in the bonds market or in the credit derivatives market, move together in the long run. Our results also show that the majority of price discovery occurs in the credit derivatives market.

Key-words: *Price Discovery*, *Credit Default Swap*, Cointegration, Brazilian sovereign risk

SUMÁRIO

Introdução	9
Capítulo 1 – Os Mercados Analisados	17
1.1 O MERCADO DE DERIVATIVOS DE CRÉDITO.....	18
1.1.1 <i>Evolução do mercado de Derivativos de Crédito</i>	26
1.2 O MERCADO DE TÍTULOS SOBERANOS BRASILEIRO	33
Capítulo 2 – O Risco de Crédito Soberano Brasileiro	39
2.1 - O <i>SPREAD OVER TREASURY</i> COMO <i>PROXY</i> PARA O RISCO SOBERANO.....	40
2.2 - O CDS SPREAD – O LEGÍTIMO RISCO DE CRÉDITO SOBERANO	43
2.3 - O <i>SPREAD OVER LIBOR</i> COMO UMA <i>PROXY</i> ALTERNATIVA PARA O RISCO SOBERANO	47
2.4 - A BASE DE DADOS	49
2.5 - A RELAÇÃO TEÓRICA DE ARBITRAGEM ENTRE OS MERCADOS.....	50
Cap. 3 - Metodologia e Resultados	53
3.1 TESTE DE RAIZ UNITÁRIA	54
3.2 VETOR AUTOREGRESSIVO (VAR)	56
3.3 TESTE DE JOHANSEN E JUCELIUS	59
3.4 MODELO DE CORREÇÃO DE ERROS (MCE)	61
3.5 <i>PRICE DISCOVERY</i> DO RISCO SOBERANO	63
Conclusões	65
Referências Bibliográficas	66
Anexos	69

Lista de Figuras

- 1 . Esquema de um Credit Default Swap (CDS)
- 2 – Esquema de um Total Return Swap (TRS)
- 3 – Esquema de uma Credit Linked Note (CLN)
- 4 – Esquema de um Collateralized Debt Obligation (CDO)
- 5 – Exemplo de operação com CDS soberano
- 6 – Relação de Arbitragem entre os mercados

Lista de Tabelas

- 1- Tipos de Derivativos de Crédito
- 2 - Derivativos de Crédito por Tipo de Produto
- 3 - Distribuição das operações por origem do Ativo Subjacente
- 4 – Tipos de Ativos Subjacentes
- 5 - Ratings dos Ativos Subjacentes
- 6 – Dívida externa soberana por moedas
- 7 - Principais características dos títulos da dívida externa com maior liquidez
- 8 - Principais Entidades Referência no Mercado Global de CDS
- 9 – Estatísticas Descritivas
- 10 – Testes de Raiz Unitária
- 11 – Critério de seleção da ordem de defasagem do VAR
- 12 – Teste de cointegração de Johansen
- 13 - Modelo de Correção de Erro e Contribuições para o *Price Discovery*

Lista de Gráficos

- 1 – Evolução do Mercado de Derivativos de Crédito
- 2 – Perfil dos Compradores de Proteção
- 3 – Perfil dos Vendedores de Proteção
- 4 – Fluxo de pagamentos futuros de principal e juros da dívida externa soberana
- 5 - Embi Brasil versus *Ratings* Soberanos (Moody's e S&P)
- 6 – Títulos soberanos brasileiros em USD
- 7 – Curva soberana brasileira zero-cupom
- 8 – Curva de Rendimento Brasileira e U.S. Strips
- 9 – Curva de Rendimento Brasileira e Libor zero-cupom

Introdução

O risco de crédito está presente em praticamente todas as atividades financeiras que envolvem certo período de tempo entre a posse do ativo e o seu respectivo pagamento. A modelagem deste risco se baseia em dois parâmetros fundamentais: a probabilidade de *default* do devedor e a perda dado que o *default* efetivamente ocorreu.

Conforme constatado em Garcia e Salomão (2006), a rápida evolução da literatura teórica e empírica em finanças relacionada a risco de crédito, bem como a evolução exponencial das negociações dos derivativos de crédito, como os *Credit Default Swaps* (CDS), são provas inequívocas da importância fundamental do aperfeiçoamento contínuo das técnicas de estimação e precificação¹ do risco de crédito.

Profissionais de mercado e agentes reguladores também têm redobrado suas atenções em relação ao risco de crédito, variável esta que é chave em suas atividades. As recentes revisões realizadas no Acordo de Basiléia são exemplos disso².

Um interesse particular em relação a este risco, reside na mensuração do risco de crédito soberano. O mercado internacional de títulos tem se mostrado a mais importante ferramenta de financiamento externo para os países emergentes e, é fato que, estes países em diferentes momentos do tempo, tiveram dificuldades em honrar seus compromissos e que em muitas das vezes não conseguiram fazê-lo decretando moratórias.

A literatura sobre crises financeiras é fascinante e ao mesmo tempo controversa. Eichengreen, Hausmann e Panizza (2005a) contrastam três conceitos essenciais largamente empregados na literatura de crises financeiras internacionais relacionadas aos mercados emergentes: Pecado Original, Intolerância à Dívida e Descasamento de Moeda. Os dois primeiros termos objetivam explicar a volatilidade financeira nos países em desenvolvimento e a dificuldade dos mesmos em pagar tanto o serviço quanto o principal da dívida.

Enquanto pesquisadores identificados com a questão da intolerância à dívida, definida por Reinhart, Rogoff and Savastano (2003) como a incapacidade dos mercados emergentes para gerenciar seus níveis de dívida externa que acabam sendo gerenciados por países desenvolvidos,

¹ Termo técnico usado em Finanças no sentido de apreçamento, formação de preço de um ativo (nota do autor).

² O Novo Acordo de Basiléia, também chamado de Basiléia II, que será implementado no sistema financeiro brasileiro em meados de 2007, traz significativa evolução na mensuração do risco de crédito, além da inclusão do risco operacional por parte dos bancos.

responsabilizam as fraquezas institucionais e as políticas sem credibilidade dos países pelas volatilidades financeiras, a literatura do Pecado Original, que é definida por Eichengreen, Hausmann and Panizza (2005) como a incapacidade de um país contrair empréstimos em sua própria moeda no mercado internacional, vê a estrutura dos mercados financeiros internacionais como a principal causa do problema.

O fato é que, a sanção mais efetiva que os credores podem impor é o fechamento do mercado internacional de crédito para os governos inadimplentes e a exigência de um maior prêmio de risco (maior taxa de juros) quando estes voltam a captar recursos no exterior (Canuto e Fonseca, 2004).

O Brasil, por exemplo, permaneceu um longo período afastado, só retornando ao mercado internacional de capitais em 1995 depois de concluir o processo de negociação junto aos credores externos sob o formato do Plano Brady em 1994. A partir de então, o governo brasileiro passou a acessá-lo constantemente como fonte de financiamento através da emissão de títulos no mercado internacional de capitais. Um objetivo secundário advindo da presença regular neste mercado é o estabelecimento de curvas de referência para o custo de captação por parte de empresas do setor privado destes países no exterior.

Uma forma comum de expressar numericamente o risco de crédito soberano brasileiro é o excesso de rendimento dos títulos brasileiros emitidos no mercado internacional em relação a um instrumento livre de risco³, de características semelhantes de prazo e denominação. Cabe salientar, que este excesso de rendimento é também influenciado pelas condições de liquidez internacional e pelo grau de aversão a riscos dos investidores.

Como estes títulos, emitidos no mercado global, possuem um mercado secundário bastante ativo e líquido, é possível obter uma medida do risco soberano brasileiro⁴ em uma base diária e para diversos prazos.

Conforme observado por Canuto e Fonseca (2004), risco-soberano e risco-país, embora fortemente relacionados, dizem respeito a objetos distintos. O risco-país é um conceito mais abrangente que se reporta, para além do risco soberano, ao risco de inadimplência dos demais

³ Geralmente os U.S. Treasuries – títulos do Tesouro Americano.

⁴ Como a remuneração adicional em relação aos títulos do governo dos EUA é dada para compensar o maior risco dos títulos da dívida externa brasileira, este corresponde a um indicador de risco-soberano, sendo algo imprecisa sua denominação como “risco-país”, frequentemente veiculada na imprensa.

credores residentes em um país, associado a fatores que podem estar sob o controle do governo, mas não estão sob o controle das empresas privadas ou dos indivíduos (Claessens e Embrechts, 2002).

Uma maneira alternativa para se capturar o risco de crédito soberano brasileiro é a utilização de uma inovação financeira surgida no mercado nos últimos dez anos - os chamados derivativos de crédito. Entre os vários instrumentos de derivativos de crédito, o *Credit Default Swap* (CDS) é o mais negociado, capturando algo em torno de 42% do mercado global de derivativos de crédito. Ele é também o de estrutura mais simples e serve de base para a construção de outros derivativos mais complexos conforme será apresentado no capítulo a seguir.

Um contrato de CDS é um seguro contra o risco de *default* de um ativo referência assinado por duas partes: pelo vendedor de proteção, que é obrigado a comprar o ativo referência pelo valor “ao par” quando um evento de crédito (falência, moratória, reestruturação são alguns exemplos) ocorrer, e pelo comprador de proteção, que deve fazer pagamentos periódicos até a data de vencimento do contrato de derivativos de crédito ou quando um evento de crédito ocorrer, o que acontecer primeiro. Este pagamento periódico é usualmente expresso como percentagem (em basis points) de seu valor *notional*⁵ e é chamado de prêmio do CDS ou CDS spread.

Desde a introdução destes instrumentos de proteção de crédito no início dos anos 90, o mercado tem crescido drasticamente e se tornado na mais importante ferramenta para os agentes negociarem o risco de crédito dos ativos que possuem em carteira. De acordo com a *British Bankers Association* (BBA), o mercado global de derivativos de crédito teve um crescimento de USD 1,2 trilhões em 2001 para mais de USD 16 trilhões em 2005.

Apesar de ser relativamente pouco conhecido no Brasil, este mercado gira um volume de negócios para o risco soberano brasileiro que tem crescido exponencialmente, e já se assemelha em importância ao próprio mercado de títulos da dívida externa. Em 2005, os volumes diários de negociação giravam entre USD 500 milhões e USD 800 milhões com o risco soberano brasileiro, bem superior aos cerca de USD 200 milhões a USD 300 milhões movimentados em 2002 segundo a EMTA (*Emerging Markets Traders Association*). A British Bankers Association (BBA) estima que em 2006 o estoque total de contratos de derivativos de crédito para países emergentes atingirá USD 660 bilhões.

Apesar de existirem outros tipos de derivativos de crédito, esta dissertação focará exclusivamente no mercado de Credit Default Swap a exemplo de outros estudos relacionados a risco de crédito. A representatividade dos CDS no mercado de derivativos de crédito e sua base de

dados relativamente extensa para transações relacionadas ao risco soberano brasileiro também explicam parte da escolha.

A literatura sobre risco de crédito é dividida em duas vertentes principais. Uma primeira e tradicional procura através da construção de vários modelos teóricos explicar os determinantes do spread de crédito. Esta corrente é dividida nos chamados modelos estruturais e nos modelos da forma reduzida. Os modelos estruturais modelam a probabilidade de default de uma firma analisando a sua estrutura de capital. Merton (1974) é o artigo seminal da literatura de modelos estruturais, com Black e Cox (1976), Geske (1977), Longstaff e Schwartz (1995), Das (1995) e Pieries (1997) sendo as principais referências. Já os modelos da forma reduzida não utilizam uma teoria econômica para explicar o *default*. Nestes modelos, o default é definido exogenamente, não diretamente relacionado a um estado financeiro ou condições econômicas. As referências mais importantes são Jarrow e Turnbull (1995), Jarrow, Lando e Turnbull (1997) e Duffie e Singleton (1999). Das e Sundaram (1998), Duffie (1999) e Hull e White⁶ (2000a, 2000b).

A segunda vertente da literatura de risco de crédito está relacionada a modelos empíricos que estudam o comportamento dos *spreads* de crédito e buscam argumentos de não arbitragem para precificá-lo. 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) com uma amostra de 70 países e 323 empresas com os mais variados ratings cobrindo o período de janeiro de 1998 a fevereiro de 2000, investigam a influência do que os autores chamaram de variáveis fundamentais sobre os spreads do mercado de CDS. As variáveis fundamentais analisadas foram: *ratings* de crédito que variaram de AAA a C pela agência S&P e de AAA a B3 na notação da Moody's, onde o mais alto rating recebeu nota 1 e o mais baixo nota 17, taxas de juros através das taxas do US Treasury de 3 meses quando o CDS era negociado em dólar e outros benchmarks quando as negociações eram em ienes e euros, a inclinação da curva de rendimento, o tempo até o vencimento e informações relacionadas ao preço das ações da empresas analisadas como volatilidade e indicadores de alavancagem. Os autores estimam várias regressões lineares simples para cada conjunto de variáveis fundamentais e encontram evidências de que em conjunto estas variáveis explicam mais de 82% das variações do CDS spread. Os autores encontram também que individualmente os *ratings* de crédito são a mais importante fonte de informação para

⁵ Montante nominal de referência usado como base para pagamentos de prêmio e principal.

⁶ Para maiores detalhes sobre o modelo consultar o anexo 1 deste trabalho.

explicar o risco de crédito e que a sensibilidade dos CDS é diferente em relação aos altos e baixos níveis de ratings.

Hull, Predescu e White (2003), com dados fornecidos por uma corretora inglesa que cobrem o período de janeiro de 1998 a maio de 2002, comparam a precificação do risco de crédito entre o mercado de *bonds* e o mercado de CDS. São analisados quase 1.600 nomes referência entre soberanos, quase-soberanos e corporativos com predominância da América do Norte e Europa. Os autores primeiramente testam a validade teórica de que um portfólio constituído de um CDS e um título arriscado é muito similar a um portfólio com um título livre de risco. Depois de realizarem um filtro em sua amostra, retirando dela títulos com opções embutidas, conversíveis, subordinados ou estruturados, com os 183 títulos permanentes os autores estimaram uma regressão dos spreads do CDS contra o excesso de retorno dos títulos considerando tanto as taxas dos US Treasuries como as taxas de swaps como livre de risco. Os resultados encontrados pelos autores sugerem que quando as taxas de swap são utilizadas como livre de risco, a discrepância entre o *bond spread* e o *CDS spread* são bem pequenas (abaixo de 10 b.p.). Na segunda parte do artigo os autores exploraram a relação entre os spreads do mercado de *Credit Default Swap* e as mudanças nos *ratings* de crédito. Eles examinam através de um típico teste de estudo de evento que as mudanças no spread do *Credit Default Swap* são condicionais aos anúncios de *ratings*, sendo que *downgrades*, revisões para *downgrades* e *outlooks* negativos são “eventos negativos” e *upgrades*, revisões para *upgrades* e *outlooks* positivos são “eventos positivos”. Os resultados indicam que mudanças no CDS spread tendem a antecipar anúncios de ratings negativos. Os resultados encontrados para os “eventos negativos” foram muito mais robustos do que os encontrados para os “eventos positivos”.

Norden e Weber (2004) com dados do mercado de CDS fornecidos por um grande banco europeu e com dados de ratings fornecidos pela Bloomberg, analisam a resposta dos CDS spreads e das ações de 90 empresas européias, americanas e asiáticas aos anúncios de mudança de rating pelas agências *Moody's*, *S&P* e *Fitch*. Os autores também utilizam a metodologia de estudo de evento para examinar quão fortemente os mercados de CDS e ações respondem aos anúncios de mudança de *rating* em termos de retornos anormais. Os resultados obtidos indicam que ambos os mercados antecipam *downgrades* e revisões para *downgrades* e que as revisões para *downgrades* da *Moody's* e *S&P* exibem maior impacto nos mercados. A magnitude do impacto, segundo os autores, é influenciada pelo nível do velho *rating*, por eventos de ratings anteriores e, somente no mercado de CDS, pelo nível de *rating* médio pré-evento. Por fim, foi encontrado que o mercado de CDS

antecipa os anúncios de *rating* mais rapidamente (cerca de 60 a 90 dias) do que o mercado de ações (de 10 a 30 dias).

Zhu (2004) , em um *working paper* do BIS (Bank for International Settlements) examina o impacto do desenvolvimento do mercado de CDS sobre a precificação do risco de crédito. Utilizando dados de 24 entidades de referência (8 bancos e 16 empresas) americanas, européias e asiáticas fornecidos pela Credit Trace entre janeiro de 1999 e dezembro de 2002, o autor busca verificar se o risco de crédito é igualmente precificado nos mercados de bonds e CDS. Através do teste de cointegração o autor confirmou a predição teórica de que os *spreads* tanto no mercado de *bonds* e quanto no de CDS são precificados de forma igual no longo prazo. Contudo, ao estudar as relações de curto prazo, o autor encontra discrepâncias entre os *spreads* que são devidas às diferentes respostas dos mercados às mudanças nas condições de crédito da economia. Em uma análise de VECM os resultados sugerem que o mercado de derivativos tende a se mover à frente do mercado de *bonds* para as entidades de referência americanas. Já para as entidades européias e asiáticas é o mercado de bonds que lidera o *Price Discovery*. Tais resultados indicam a evidência de segmentação de mercado com as entidades americanas se comportando de maneira diferente das de outras regiões. Para surpresa do autor a existência da cláusula de opções de entrega no contrato de CDS e as restrições de venda a descoberto no mercado de *bonds* tiveram pouco impacto sobre a precificação do risco de crédito.

Longstaff, Mithal e Neis (2005), utilizando dados semanais entre março/2001 e outubro/2002 para 68 empresas americanas dos mais variados ratings fornecidos pelo Citigroup desenvolvem um modelo da forma reduzida para precificar o CDS spread. Os parâmetros do modelo são estimados a partir dos dados de retorno das firmas no mercado de *bonds*. Os autores então comparam o CDS spread fornecido pelo modelo com os dados de mercado do CDS e encontram que os *spreads* do modelo são muito maiores basicamente em função de questões tributárias e iliquidez dos bonds corporativos. Para ilustrar o modelo construído os autores o aplicam ao conhecido caso da Enron. Os autores também utilizam um modelo VAR para estudar a relação antecedência-defasagem entre os mercados de bonds, CDS e ações. Os resultados indicam que o mercado de CDS lidera o *Price Discovery* em relação ao mercado de bonds e para surpresa dos autores, também ocorre liderança em relação ao mercado de ações.

Blanco, Brennan e Marsh (2005) testam a equivalência teórica de ausência de arbitragem entre o CDS spread e o credit spread. Com dados diários compreendendo o período de janeiro de 2001 a junho de 2002, os autores analisam 33 entidades referências americanas e européias, todas

empresas com alta qualidade de crédito (*investment grade*). Os resultados indicam que os dois spreads aparentam precificar o risco de crédito igualmente no longo prazo, porém, desvios desta relação de equilíbrio foram observados. Primeiro, para três firmas européias (com destaque para Fiat) foi observado que o CDS spread permanece constantemente muito superior ao bond spread em grande parte do tempo devido a cláusula de *cheapest to delivery* constante nestes contratos e segundo, os desvios de curto prazo indicam que o mercado de CDS lidera o *Price Discovery*. Segundo os autores estes resultados têm forte implicação para o conteúdo informacional do risco de crédito sugerindo que o CDS spread é um indicador de risco de crédito superior ao tradicional *credit spread*.

Esta dissertação procura contribuir com esta literatura empírica, fazendo uso de modelos de séries de tempo e do argumento de ausência de arbitragem entre os mercados de títulos e derivativos de crédito, adicionando duas questões importantes referentes a um mercado emergente que trazem significativas implicações para a literatura do risco soberano brasileiro.

Tanto o mercado de títulos soberanos quanto o de *Credit Default Swap* (CDS) negociam o risco de crédito do emissor. Considerando a lei do preço único, não deveriam ocorrer grandes diferenças entre os spreads negociados nestes dois mercados para o mesmo prazo, desprezando-se obviamente as diferenças contratuais de cada um. Ou seja, é razoável supor que não haja oportunidades de arbitragem ao negociar os dois instrumentos.

A primeira questão a ser testada através de modelos de séries temporais é se o risco de crédito soberano brasileiro está sendo igualmente precificado nos mercados de títulos da dívida externa⁷ e no mercado de Credit Default Swap.

A segunda questão está relacionada à 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*.

Como o risco soberano brasileiro negociado no mercado de títulos e no mercado de CDS são intimamente relacionados e são negociados em diferentes locais, o fluxo de ordens de compra e venda é fragmentado entre os mercados e o *Price Discovery* é dividido entre os mercados. Os dois principais modelos que estudam este mecanismo são devidos a Hasbrouck (1995) e Gonzalo e Granger (1995), e ambos utilizam o modelo vetor de correção de erros dos preços de mercado.

Se os dois mercados não se cointegram ou apresentam diferentes respostas às mudanças nas condições de crédito da economia, os agentes que atuam nestes mercados (*hedge funds*, bancos,

corretoras, fundos de pensão, seguradoras) podem aproveitar tais oportunidades, auferindo lucro advindo das diferenças nos *spreads*.

São estas questões que tentaremos responder e para tanto esta dissertação está organizada da seguinte forma após esta breve introdução. No primeiro capítulo são descritos o mercado de derivativos de crédito, com especial atenção ao mercado de *Credit Default Swap* (CDS) e o mercado de títulos soberanos brasileiros. No capítulo 2 são apresentadas as formas de obtenção do risco de crédito soberano brasileiro e base de dados utilizada. No capítulo 3 são apresentados a metodologia e os resultados. Por fim, uma breve seção conclui o trabalho.

⁷ Neste trabalho representado pelos títulos em dólar emitidos no mercado Global.

Capítulo 1 – Os Mercados Analisados

1.1 O Mercado de Derivativos de Crédito

Os derivativos de crédito são atualmente os principais instrumentos utilizados pelos agentes de mercado para o gerenciamento e negociação do risco de crédito. Surgidos no início dos anos 90, estes derivativos são contratos bilaterais, negociados em mercado de balcão, onde se negocia o risco de crédito de um ativo subjacente entre as duas partes. O ativo subjacente pode ser um único ativo (geralmente um título de dívida corporativa ou soberana) ou um conjunto de ativos e as condições de exercício do contrato dependem de eventos de crédito que são estabelecidos previamente.

Existem vários tipos de derivativos de crédito que propiciam as mais variadas estratégias de transferência de risco de crédito. De uma maneira geral, eles podem ser divididos em quatro⁸ categorias principais conforme a tabela 1 a seguir:

Tabela 1- Tipos de Derivativos de Crédito

Derivativos de Crédito			
Credit Default Swap (CDS)	Total Return Swap (TRS)	Produtos de Credit Spread	Estruturas Sintéticas
Cestas de CDS		Credit Spread Options (CSO)	Credit Linked Notes (CLN)
Índices de CDS		Credit Spread Forward (CSF)	Collateralized Debt Obligation (CDO)

Tipos de Derivativos de Crédito

1. Credit Default Swap (CDS)

O produto *plain vanilla*⁹ e base para a construção dos outros derivativos de crédito é o *Credit Default Swap* (CDS). Neste contrato negocia-se a compra e venda de proteção para o risco de crédito de um ativo subjacente, que pode ser um título corporativo ou soberano. O contrato de CDS é usado para transferir o risco de crédito de um investidor exposto a este risco, ou seja, um investidor que possui o ativo subjacente arriscado em carteira (o comprador de proteção) para um investidor que queira assumir este risco de crédito (o vendedor de proteção). O resultado final de um derivativo de crédito depende da ocorrência dos chamados eventos de crédito. Estes eventos são

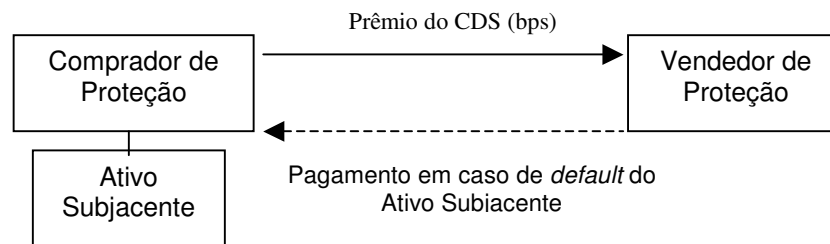
⁸ Os derivativos de crédito também podem ser divididos em derivativos single name - produtos que contam com apenas um ativo subjacente em sua estrutura - e produtos de *portfólio* que contam com grupos de ativos.

definidos pela *International Swaps and Derivatives Association* (ISDA) e incluem algumas ou todas as seguintes cláusulas:

- 1) falência,
- 2) falhas no pagamento
- 3) *obligation default ou acceleration*¹⁰
- 4) repúdio ou moratória (para ativos governamentais)
- 5) reestruturação
- 6) *downgrade*
- 7) inconvertibilidade da moeda

Esquemáticamente um contrato de CDS tem a seguinte forma apresenta na figura 1:

Figura 1 . Credit Default Swap



Se nenhum evento de crédito ocorrer, o único fluxo de caixa é o prêmio do CDS pago pelo comprador ao vendedor da proteção. Se um evento de crédito ocorrer, o pagamento do prêmio é interrompido e a transação é liquidada de forma física ou financeira.

Na liquidação física, que é a forma padrão de mercado, o comprador do CDS (comprador de proteção) entrega o título em *default* para o vendedor do CDS (vendedor de proteção) e recebe 100% do valor nominal da transação. Na maioria dos contratos de CDS, o comprador tem o direito de entregar um título de uma cesta pré- especificada. Isto protege o comprador do CDS de um squeeze¹¹ caso ele não possua o título.

⁹ Jargão comum utilizado em finanças para designar o produto ou operação mais simples.

¹⁰ Condição de violação de alguma cláusula (que não falha no pagamento) que antecipa o vencimento de uma obrigação.

¹¹ Situação na qual alguns traders compram um ativo financeiro para elevar seu preço pois sabem de antemão que este ativo deverá ser comprado de volta por outros traders.

Na liquidação financeira, existe um mecanismo de avaliação com sondagem junto aos *dealers*¹² para determinação do “Preço Final” do título em *default*. O vendedor de proteção paga em espécie o Valor Nominal x (100% - Preço Final) ao comprador de proteção.

É importante notar que o comprador do CDS tem uma posição vendida na qualidade do crédito do ativo subjacente. Se a qualidade do crédito diminui e, conseqüentemente, o preço do título também diminui, o valor presente do CDS irá aumentar. Então o prêmio que o comprador do CDS pagou no contrato original é menor do que o prêmio de mercado depois que o preço do título diminuiu. Se desejar, o comprador do CDS poderá vender o CDS a um maior prêmio de mercado e realizar um lucro.

Usando a mesma lógica, o vendedor de CDS tem uma posição comprada na qualidade do crédito do ativo subjacente. Se a qualidade do crédito melhorar e, conseqüentemente, o preço do ativo subjacente aumentar, o valor presente do CDS diminui. Então, o prêmio que o vendedor de CDS recebe no contrato original de CDS estará acima do prêmio de mercado. O vendedor do CDS poderá comprar o CDS a um menor prêmio de mercado e realizar um lucro.

A utilização do contrato de CDS se dá basicamente em função dos seguintes fatores:

- i. redução/eliminação do risco de default e do risco de deterioração da qualidade do crédito;
- ii. elevação do retorno de um *portfólio* pela assunção do risco de crédito de um particular ativo subjacente;
- iii. diversificação do risco de crédito e conveniência ao prestador ao permitir que ele elimine a exposição a um determinado devedor sem o conhecimento deste, mantendo então a boa relação credor-devedor;
- iv. arbitragem, pois, como o CDS (e outros derivativos) pode ser replicado com outros instrumentos financeiros, oportunidades podem existir;
- v. eficiência no uso do capital pois podem ajudar a reduzir a quantidade de capital regulatório requerida.

¹² Corretoras que atuam com posição própria.

Dois produtos diretamente derivados do CDS são as **Cestas de CDS** e os **Índice de CDS**. Em uma **Cesta de CDS**, o ativo subjacente consiste de uma cesta que agrupa vários CDS em um único *portfólio*. Quando o *default* ocorre, o vendedor de proteção honra o compromisso junto ao comprador e a cesta continua existindo com um CDS a menos. Existem vários tipos de cestas de CDS. N^{th} -to-defaults são estruturas que instituem e concentram o risco com relação ao número de *defaults* na cesta. Em uma cesta do tipo N^{th} -to-defaults um pagamento é acionado quando o $N^{\text{ésimo}}$ ativo subjacente entrar em *default*. Se $N=1$, esta cesta é chamada de *First-to-Default* (FTD) e qualquer *default* aciona o pagamento da proteção e a extinção do contrato.

Naturalmente, uma cesta de CDS possui maiores riscos de crédito, especialmente quando as probabilidades de *default* das obrigações na cesta têm baixa correlação. Quanto menor a correlação das obrigações na cesta, maior é o prêmio da cesta, e vice-versa.

Um **índice de CDS** é um derivativo de crédito usado para gerenciar o risco de crédito sobre uma cesta de CDS. Índices de CDS são essencialmente cestas de CDS individuais, com foco nos nomes mais líquidos do mercado. Os índices cobrem vários prazos (3, 5, 7 e 10 anos), diferentes setores industriais, várias regiões geográficas (América do Norte, Europa, Ásia, Mercados Emergentes) e múltiplos níveis de risco (*Investment Grade*, *High Yield* e *High Volatility*). A seleção de nomes para inclusão nos índices é baseada em regras pré-definidas e com a participação dos bancos membros através de votação. Os índices têm composição estática até seus vencimentos, podendo apenas remover nomes que tenham sofrido algum evento de crédito. Novas séries são emitidas semestralmente refletindo eventuais mudanças de *ratings* ou de condições de liquidez e o prêmio de cada série é estabelecido na sua emissão e fixado até seu vencimento.

Ao contrário do contrato de CDS que é negociado no mercado de balcão, um índice de CDS é completamente padronizado e por conta disso é altamente líquido, sendo negociado a um baixo *spread* compra e venda. Isto significa que é mais barato proteger um *portfólio* de CDS ou títulos com um índice de CDS do que comprando vários CDS. Existem duas famílias principais de índices: CDX e iTraxx. CDX contem empresas norte-americanas e empresas e países de mercados emergentes. O iTraxx contem empresas e países do resto do mundo.

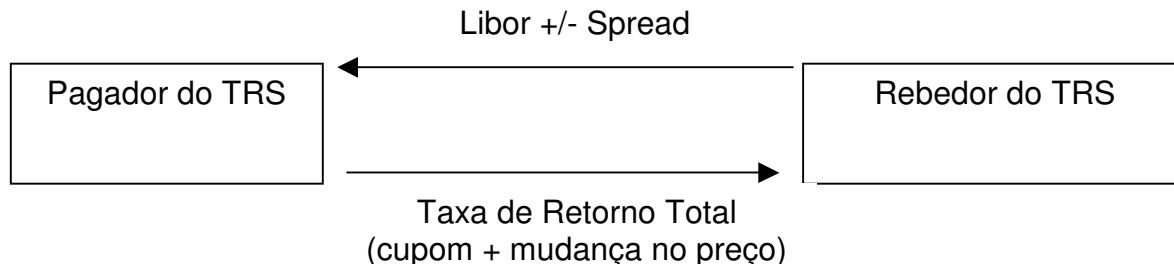
2. Total Return Swap (TRS)

O *Total Return Swap* (TRS) é um contrato financeiro bilateral no qual o retorno efetivo de um ativo, normalmente um título financeiro sujeito a risco de crédito, é trocado por um fluxo de caixa geralmente de taxas flutuantes do tipo LIBOR (*London Interbank Offering Rate*) mais um *spread*. O retorno do ativo inclui os pagamentos de juros periódicos e os ganhos ou perdas provenientes da flutuação dos preços deste ativo durante a vida do TRS.

O receptor do TRS está sinteticamente comprado na obrigação, o que significa que ele irá se beneficiar se o preço da obrigação aumentar. O pagador do TRS está sinteticamente vendido na obrigação, o que significa que ele irá se beneficiar se o preço da obrigação diminuir.

É importante notar que o receptor do TRS está exposto ao risco de *default* e de deterioração do risco de crédito. Se o ativo subjacente entrar em *default*, o receptor do TRS tem que pagar o declínio do preço para o pagador do TRS.

Figura 2 – Esquema de um Total Return Swap (TRS)



A ausência da necessidade de recursos para a operação, o que lhe confere elevado poder de alavancagem, aliado ao fato destes investimentos ficarem fora do balanço patrimonial não necessitando, portanto de alocação de capital, são os fatores que justificam a demanda pelo produto.

Como o TRS assume uma posição no risco de mercado e no risco de crédito de um ativo e o CDS assume somente o risco de crédito, um TRS é equivalente a CDS mais o risco de mercado.

3. Produtos de *Credit Spread*

Os produtos de *credit spread* nada mais são do que os produtos clássicos de derivativos como opções, *forwards* e *swaps* aplicados ao *spread* de crédito. O *spread* de crédito refere-se a diferença entre o retorno de um título arriscado e o retorno de um título livre de risco.

Os dois principais produtos de credit spread são o *Credit Spread Option* e o *Credit Spread Forward*. Em um **Credit Spread Option (CSO)** existem todas as figuras de um contrato padrão de opções como calls, puts, preço de exercício, volatilidade, tempo até o vencimento, ativo subjacente, sendo que a única alteração é a de que neste contrato, o ativo subjacente é o *spread* de crédito.

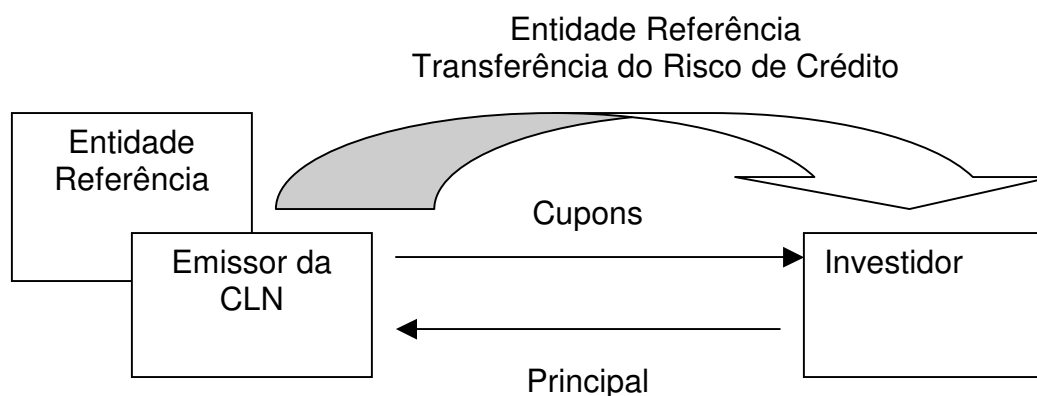
Em um **Credit Spread Forward (CSF)**, o *spread* de crédito que também é o ativo subjacente deste contrato, é negociado entre duas partes para liquidação em uma data futura, a um preço que é determinado hoje.

4. Estruturas Sintéticas

Estruturas sintéticas têm desfrutado de significativo crescimento nos últimos anos. Seus dois principais produtos são as *Credit Linked Notes* (CLNs) e *Collateralized Debt Obligations* (CDOs).

Em uma **Credit Linked Note (CLN)** o emissor da nota (comprador de proteção) que pode ser um título ou empréstimo, transfere o risco de crédito de uma empresa ou país (conhecidos como Entidade Referência) para um investidor (vendedor de proteção), que possui uma exposição sintética ao risco de crédito do ativo subjacente. A exposição é sintética porque o emissor não é a entidade referência mas sim a instituição originadora. Em troca desta exposição, o investidor recebe pagamentos regulares de cupom. A figura 3 exemplifica a operação.

Figura 3 – Esquema de uma Credit Linked Note (CLN)



A motivação para o emissor da CLN é a transferência do risco de crédito para o investidor (comprador da CLN). Note que o comprador da CLN também possui risco de contraparte. Se o emissor da CLN entrar em default, o comprador da CLN não irá receber nem seus cupons e nem seu investimento original. Ele também está exposto ao risco de correlação. Devido a estes riscos, investidores podem frequentemente encontrar retornos mais atrativos no mercado de CLN do que no mercado de títulos para um mesmo *rating* de crédito.

Um dos benefícios da CLN é que certos participantes do mercado que não podem participar no mercado de derivativos devido a restrições de balanço ou regulatórias, podem acessá-lo através de estruturas sintéticas. Um ponto negativo das CLNs é que elas são notas colocadas privadamente e então possuem baixa liquidez.

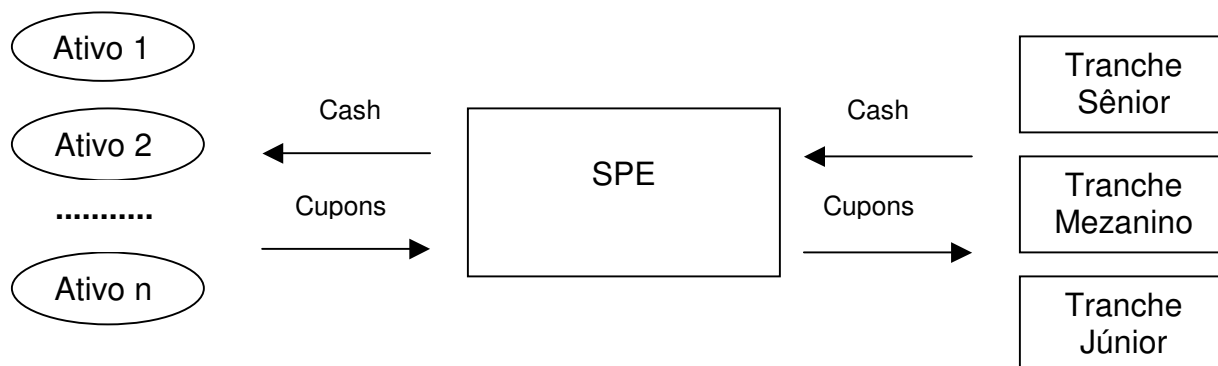
A estrutura de CLN apresentada acima é a mais simples, sendo que estruturas muito mais complexas são perfeitamente possíveis.

Os ***Collateralized Debt Obligations (CDOs)*** são instrumentos financeiros cuja estrutura (em sua forma mais simples) consiste em agrupar ativos com diferentes níveis de risco de crédito formando uma carteira de obrigações que servirá de lastro para a emissão de títulos de uma empresa especificamente criada para este propósito. Um CDO possui bastante semelhança em sua estruturação com a CLN. Porém, existem algumas características intrínsecas aos CDOs.

Primeiro, CDOs são geralmente estruturados pelas chamadas SPEs (special-purpose entities) ou SPC (special-purpose corporations), que são entidades especiais de instituições financeiras e são usualmente classificadas pelas agências de *rating* em triplo A. A instituição financeira e a SPE são legalmente distintas, e a deterioração da qualidade de crédito da instituição financeira não afeta a

SPE. Segundo, CDOs fornecem exposição a crédito a uma cesta com vários ativos (200 ou mais créditos). Terceiro, CDOs são formatados em *tranches*¹³, fornecidos ao investidor com um perfil de risco específico. A figura XX a seguir ilustra a estrutura de um CDO.

Figura 4 – Esquema de um *Collateralized Debt Obligation* (CDO)



A SPE investe o dinheiro em uma cesta de n ativos e então aloca os ativos em várias *tranches*. Em um CDO, o default de qualquer ativo na cesta leva a uma perda do cupom e principal para os investidores da tranche júnior, também chamada First-to-Default (FTD). Algumas vezes a *tranche* júnior funciona como um limite: somente se mais do que $x\%$ dos ativos em uma cesta entram em *default* uma perda para investidores nesta *tranche* ocorre. Naturalmente, tranches júnior incorrem em maiores riscos e recebem os mais altos cupons.

O critério de sucesso de um CDO é geralmente relacionado ao sucesso da venda da *tranche* júnior, o qual é frequentemente difícil devido ao seu alto risco de *default*. SPEs são frequentemente requeridas a manter parte da *tranche* júnior em seu próprio portfólio.

A *tranche* mezanino, que incorre em perdas somente se a *tranche* júnior estiver completa, possui ratings de crédito de B a AA. *Tranches* sênior, as quais são geralmente as maiores de todas as *tranches*, são classificadas como AA ou AAA. As SPEs gerenciam ativamente os ativos no CDO. O objetivo é pagar maiores cupons em um CDO do que títulos equivalentes pagam no mercado.

Os **CDOs Sintéticos** tem crescido bastante em liquidez. A diferença entre CDOs em *cash* e CDOs sintéticos reside no fato de que a SPE em um CDO sintético não adquire os ativos originais com uma transação em *cash* padrão mas sim, ficando comprada na exposição de crédito dos ativos

¹³ Tranche é uma palavra francesa que significa fatia.

vendendo proteção de crédito via , por exemplo, um CDS. A SPE usa o dinheiro da venda das *tranches* e o prêmio do CDS para comprar títulos livre de risco.

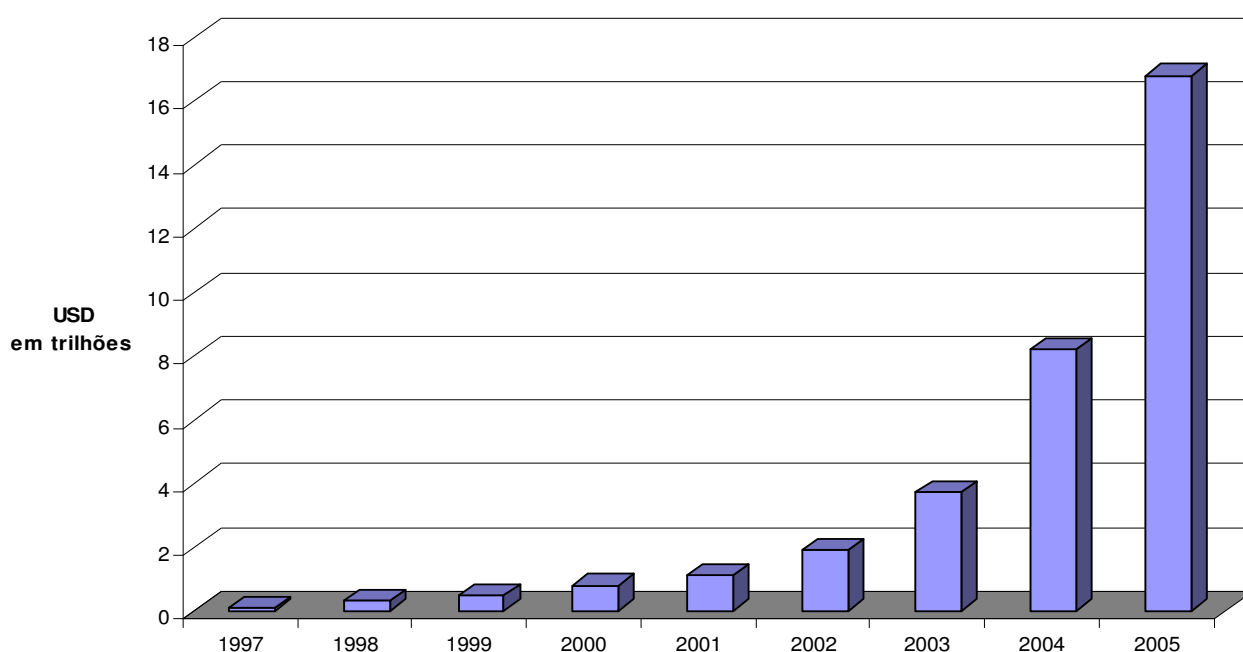
1.1.1 Evolução do mercado de Derivativos de Crédito

Uma característica geral dos mercados de derivativos é seu crescimento exponencial no início das negociações. Esta característica não tem sido diferente com o mercado de derivativos de crédito. O exponencial crescimento deste mercado tem superado as expectativas mais otimistas em relação ao seu desenvolvimento. Segundo estimativas da *British Bankers Association* através de seu *Credit Derivatives Report* de 2006, o mercado global de derivativos de crédito possivelmente alcançou a cifra de USD 20 trilhões em 2006 e é estimado alcançar a marca de USD 33 trilhões em 2008.

A continuidade deste crescimento é esperada não só em tamanho do mercado como também em diversidade de produtos.

O gráfico abaixo apresenta a rápida evolução do mercado global de derivativos de crédito, o que só confirma a sua grande aceitação do mesmo pelos agentes econômicos como instrumento para a gestão do risco de crédito:

Gráfico 1 – Evolução do Mercado de Derivativos de Crédito (1997-2005)



Fonte: British Banker's Association (2005)

Entre os derivativos de crédito, o *Credit Default Swap* (CDS) é o mais popular, representando cerca de 42% do mercado global. Em seguida, aparecem os diversos índices criados sobre os CDS com 17% e os CDOs com 16%. As *Credit-Linked Notes* (CLN) que são notas emitidas por instituições financeiras com elevado *rating* que espelham sinteticamente o risco de determinado emissor aparecem na sequência com 7% do mercado, seguida de TRS, Cestas e CSO, cada um com 4%.

A maior participação do *Credit Default Swap* (Tabela 1) revela a importância relativa de estruturas mais simples, que servem de base para a construção de estruturas mais complexas voltadas a propósitos específicos.

Tabela 2 - Derivativos de Crédito por Tipo de Produto

Tipo	Percentual
Credit Default Swap (CDS)	42%
Índices	17%
Collateralised Debt Obligations (CDO)	16%
Credit-Linked Notes (CLN)	7%
Total Return Swaps (TRS)	4%
Cestas	4%
Credit Spread Options (CSO)	4%
Outros	6%

Fonte: *Risk* (Fevereiro, 2004)

Em relação à origem do ativo subjacente, existe clara predominância de ativos originados na América do Norte e na Europa, que juntos constituem 83,9% de todo o mercado (Tabela 2). Isso ocorre basicamente devido ao enorme mercado de dívidas corporativas existentes nestes dois continentes. Ativos subjacentes originados na Ásia aparecem em terceiro lugar e os originados em mercados emergentes respondem por 4,5% do total das operações ativas. Estes últimos basicamente concentrados em dívidas soberanas.

Tabela 3 - Distribuição das operações por origem do Ativo Subjacente

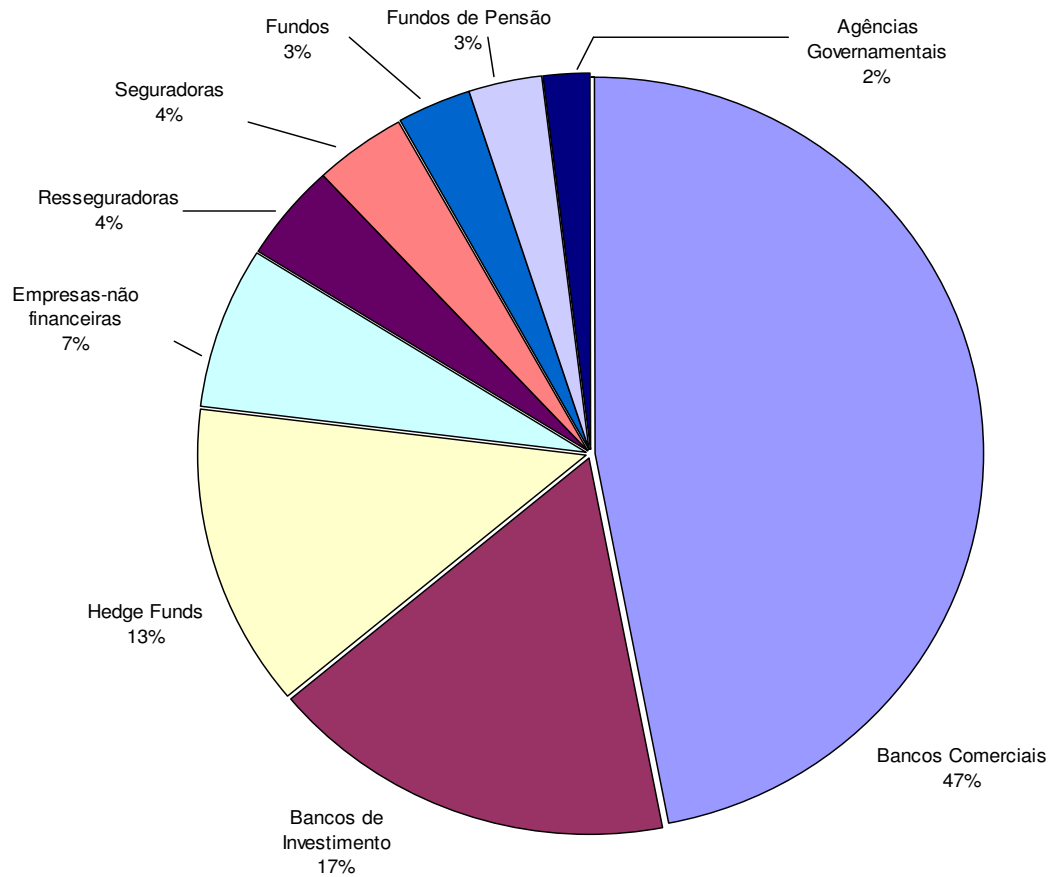
Região	Participação (%)
América do Norte	43,8
Europa	40,1
Ásia	11,2
Mercados Emergentes	4,5

Fonte: *Risk* (Fevereiro, 2004)

O perfil dos compradores e vendedores de proteção no mercado de derivativos de crédito é apresentado a seguir nos gráficos 2 e 3. Os bancos comerciais são os maiores participantes do mercado, seguidos pelos bancos de investimento, ambos compradores líquidos de proteção. Tanto os bancos comerciais quanto os bancos de investimento, utilizam os derivativos na ponta compradora de proteção para realizar um melhor gerenciamento do risco de suas carteiras de crédito ou para se adequar de forma mais eficiente às exigências de capital às quais estão submetidos pelo órgão regulador. Já quando atuam na ponta vendedora de proteção, estes bancos estão procurando auferir renda condicionada à não ocorrência de eventos de crédito ou realizar um investimento sintético.

Em seguida aparecem as seguradoras e resseguradoras que são vendedoras líquidas de proteção contra o risco de crédito. Estas atuam neste mercado basicamente no sentido de desconcentrar e diversificar suas carteiras de investimentos aos riscos segurados.

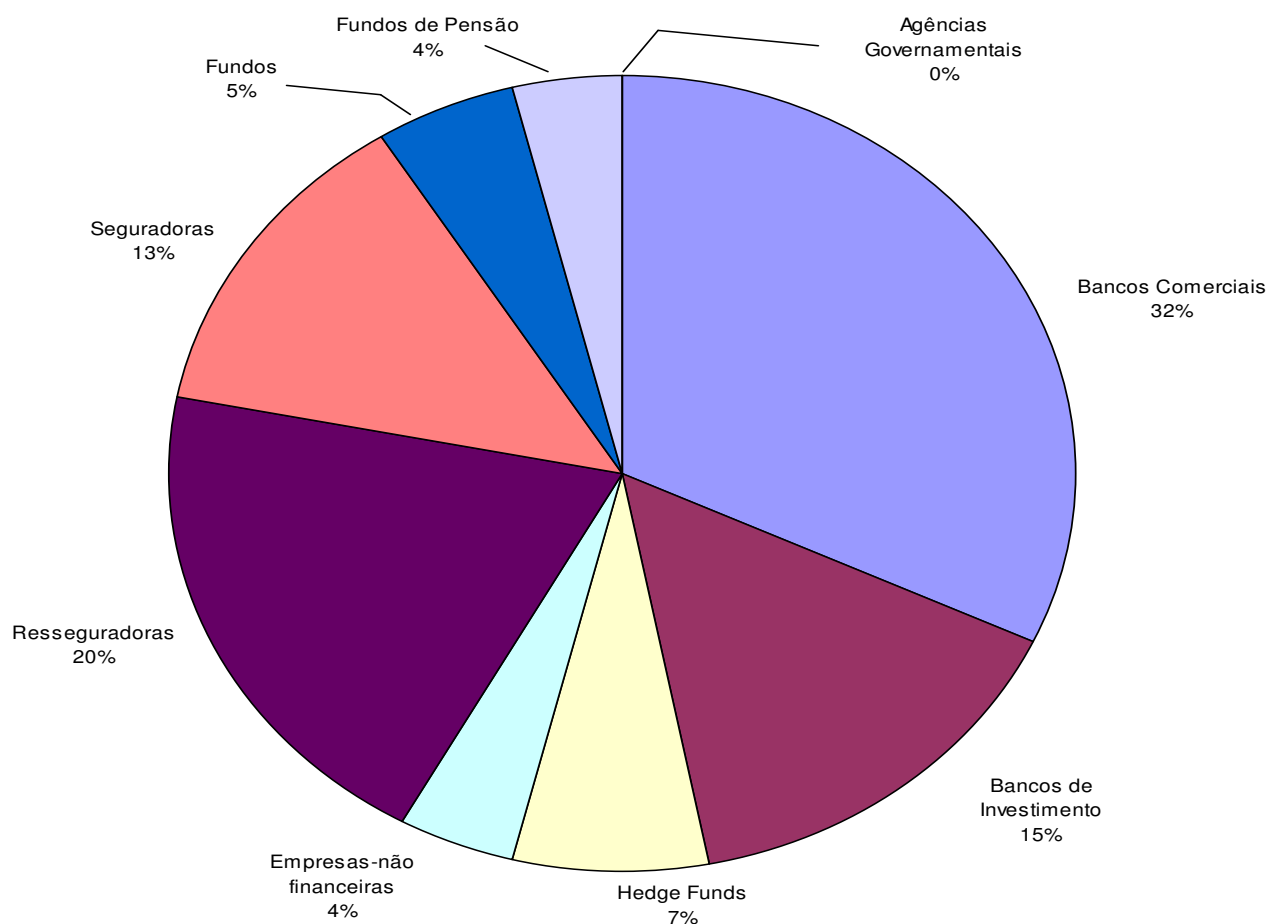
Os *Hedge Funds*, com participação de 13% no mercado de compra e 7% no mercado de venda de proteção, utilizam os derivativos de crédito essencialmente para busca de oportunidades de arbitragem entre os mercados. Esta classe de fundos, também utiliza este mercado para alavancagem de suas posições, pois, uma das principais características dos derivativos de crédito é a capacidade de conferir aos seus participantes maior poder de alavancagem, dado que os vendedores de proteção não necessitam realizar qualquer tipo de desembolso adiantado.

Gráfico 2 – Perfil dos Compradores de Proteção

Fonte: British Bankers Association (2005)

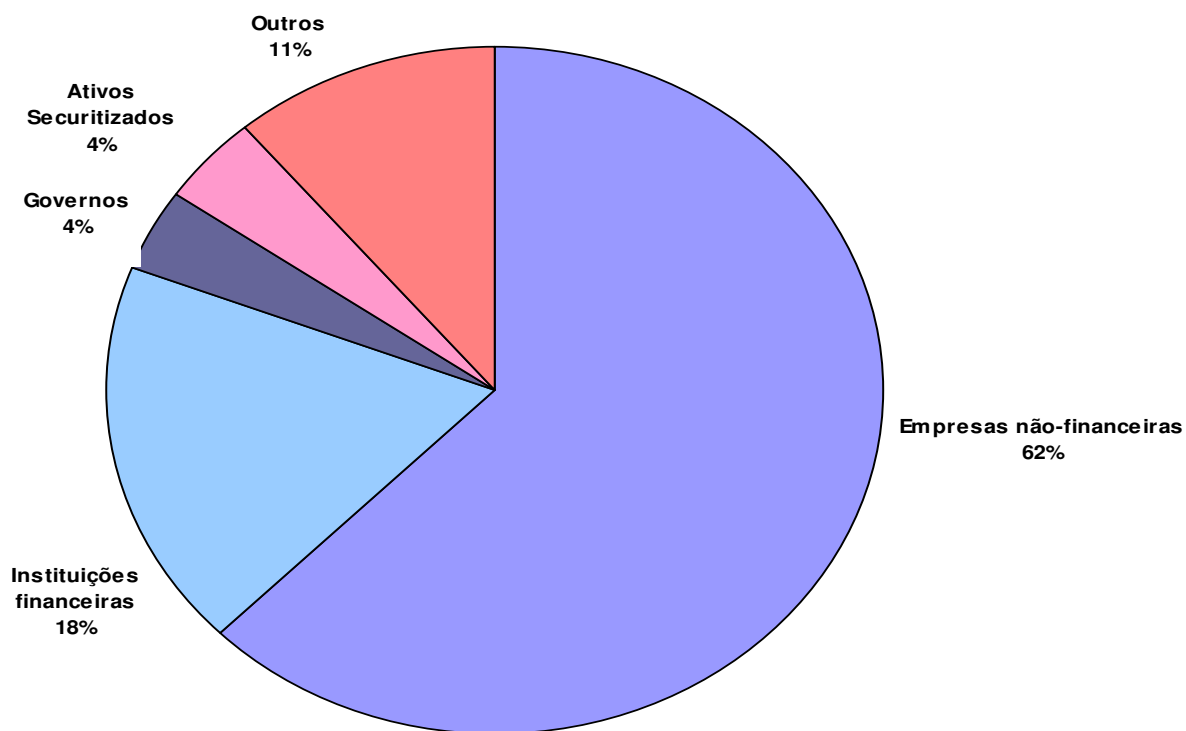
As empresas-não financeiras aparecem como outro comprador líquido de proteção e fazem uso deste mercado para se proteger contra o risco de outras empresas quando compram proteção e auferir renda quando vendem proteção.

Por último aparecem os fundos e fundos de pensão como vendedores líquidos de proteção, e as agências governamentais que só atuam como compradoras de proteção.

Gráfico 3 – Perfil dos Vendedores de Proteção

Fonte: British Bankers Association (2005)

Em relação aos tipos de ativos subjacentes, as dívidas de empresas não-financeiras são os principais com 62% do volume das transações. As dívidas de instituições financeiras aparecem em segundo lugar com 18% . As dívidas soberanas e as dívidas securitizadas aparecem em terceiro e quarto lugares respectivamente, ambas com 4%. Outros instrumentos de dívidas oriundos de outras entidades referência aparecem com 11%. A tabela 4 a seguir apresenta os números.

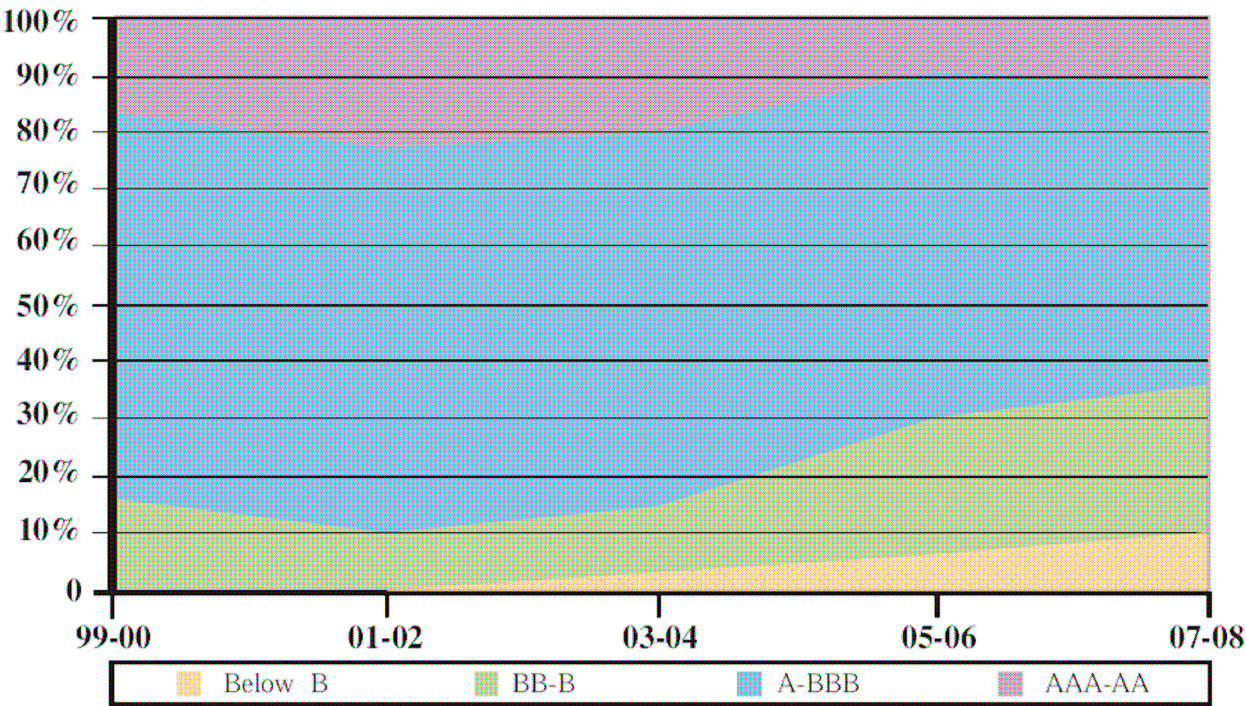
Tabela 4 – Tipos de Ativos Subjacentes

Fonte : BBA – Credit Derivatives Report (2006)

Em relação aos *ratings* dos ativos subjacentes, percebe-se uma rápida evolução nas negociações da participação de ativos com classificação de risco de crédito abaixo do grau de investimento em detrimento da redução da parcela de ativos com melhores classificações de crédito.

Uma das explicações para esta evolução reside no ambiente macroeconômico global de baixas taxas de juros e consequente excesso de liquidez. Neste cenário, os investidores globais procuraram aumentar a participação dos ativos de países emergentes em seus *portfólios* em busca de retornos mais atrativos.

Tabela 5 - Ratings dos Ativos Subjacentes



Fonte : BBA – Credit Derivatives Report (2006)

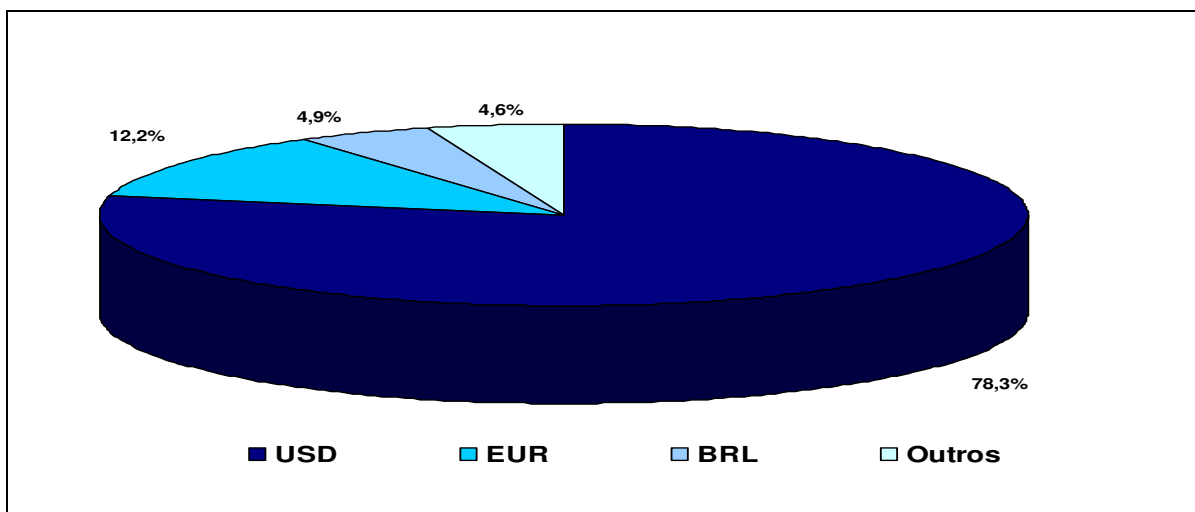
1.2 O Mercado de Títulos Soberanos Brasileiro

O Brasil voltou a estabelecer sua presença no mercado internacional de capitais como devedor soberano após a conclusão dos acordos de reestruturação de dívidas no contexto do Plano *Brady*¹⁴. Na renegociação da dívida externa brasileira foram emitidos os chamados títulos *Bradies*; títulos que foram adquiridos compulsoriamente pelo público, dentre os quais o *C-Bond* se tornou o mais popular. Motivado pelas vantagens que o retorno ao mercado internacional de capitais traria o governo brasileiro tratou de cuidar dos procedimentos necessários a este reingresso.

Após uma ausência de 15 anos, o governo brasileiro voltou ao mercado internacional de capitais em junho de 1995 realizando uma exitosa emissão no mercado japonês no valor de 80 bilhões de ienes, evidenciado pela grande demanda dos investidores.

Foi neste contexto que o governo brasileiro começou a construir a sua curva de rendimento em dólares norte-americanos com o lançamento de títulos da dívida no mercado global para as mais diversas maturidades. Tais títulos são emitidos com um spread¹⁵ sobre os U.S. *Treasuries* de prazo equivalente, pagam cupons semestrais, são negociados diariamente no mercado internacional e compõem parte da carteira de alto rendimento dos principais investidores globais.

Tabela 6 – Dívida externa soberana por moedas



Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional

¹⁴ Plano de reestruturação de dívidas externas dos países emergentes implementado em diversos países no final da década de 80 e início dos anos 90, desenvolvido pelo então Secretário de Tesouro dos EUA, Nicholas Brady.

¹⁵ Tal spread é cotado em *basis points* (b.p.) e expressa o risco soberano brasileiro em relação ao instrumento livre de risco.

Atualmente, a dívida externa soberana brasileira é composta principalmente por títulos denominados em dólares, euros e reais. Existem também alguns títulos denominados em marco alemão, libra esterlina, lira italiana e ienes, mas as três principais moedas representam cerca de 95% do total da dívida externa soberana (tabela 6).

Tabela 7 - Principais características dos títulos da dívida externa com maior liquidez

Moeda	Cupom (%)	Tipo de Cupom	Frequência do Cupom	Vencimento	Tipo de Vencimento	Volume em circulação (USD bilhões)	Mercado de Emissão
BRL	12,50	Fixo	Semestral	1/5/2016	Bullet	1,573	Global
BRL	12,50	Fixo	Semestral	1/5/2022	Bullet	1,041	Global
USD	11	Fixo	Semestral	17/08/2040	Callable	5,157	Global
USD	8	Fixo	Semestral	15/01/2018	Sinkable	4,509	Global
USD	10	Fixo	Semestral	16/01/2007	Bullet	0,572	Global
USD	11,25	Fixo	Semestral	26/07/2007	Bullet	0,978	Global
USD	11,5	Fixo	Semestral	3/12/2008	Bullet	0,598	Global
USD	9,375	Fixo	Semestral	4/7/2008	Bullet	1,020	Global
USD	11,117	Flutuante	Trimestral	29/06/2009	Bullet	0,342	Global
USD	14,5	Fixo	Semestral	15/10/2009	Bullet	1,225	Global
USD	12	Fixo	Semestral	15/04/2010	Bullet	0,513	Global
USD	9,25	Fixo	Semestral	22/10/2010	Bullet	1,170	Global
USD	10	Fixo	Semestral	8/7/2011	Bullet	1,095	Global
USD	11	Fixo	Semestral	1/11/2012	Bullet	1,207	Global
USD	10,25	Fixo	Semestral	17/06/2013	Bullet	1,246	Global
USD	10,5	Fixo	Semestral	14/07/2014	Bullet	1,174	Global
USD	7,875	Fixo	Semestral	3/7/2015	Bullet	2,1	Global
USD	6	Fixo	Semestral	17/01/2017	Bullet	1,5	Global
USD	8,875	Fixo	Semestral	14/10/2019	Bullet	1,5	Global
USD	12,75	Fixo	Semestral	15/01/2020	Bullet	0,76	Global
USD	8,875	Fixo	Semestral	15/04/2024	Bullet	2,061	Global
USD	8,75	Fixo	Semestral	2/4/2025	Bullet	2,25	Global
USD	10,125	Fixo	Semestral	15/5/2027	Bullet	3,435	Global
USD	12,25	Fixo	Semestral	3/6/2030	Bullet	1,017	Global
USD	8,25	Fixo	Semestral	20/1/2034	Bullet	2,5	Global
USD	7,125	Fixo	Semestral	20/1/2037	Bullet	2	Global
DEM	8	Fixo	Anual	26/2/2007	Bullet	0,655	Euro Non-dollar
DEM	7	Step Up	Anual	23/4/2008	Bullet	0,491	Euro Non-dollar
EUR	9,5	Fixo	Anual	10/5/2007	Bullet	0,796	Euro Non-dollar
EUR	11,5	Fixo	Anual	4/2/2009	Bullet	0,565	Euro Non-dollar
EUR	11	Fixo	Anual	2/4/2010	Bullet	0,772	Euro Non-dollar
EUR	9,5	Fixo	Anual	24/1/2011	Bullet	1,281	Euro Non-dollar
EUR	8,5	Fixo	Anual	24/9/2012	Bullet	1,281	Euro Non-dollar
EUR	7,375	Fixo	Anual	3/2/2015	Bullet	1,025	Global
EUR	11	Fixo	Anual	26/6/2017	Bullet	0,496	Euro Non-dollar

Fonte: Bloomberg

A tabela 7 apresenta para os títulos mais líquidos da dívida externa brasileira as principais características que definem um título de renda fixa. O *preço* de um título é normalmente cotado em porcentagem do par (100%) e, idealmente, deve representar o valor presente dos fluxos de caixa que compõem aquele instrumento. Quando o título é negociado acima de 100% do valor de face dizemos que ele está sendo negociado com ágio. Quando ele é negociado abaixo do par dizemos que ele está com deságio. O prazo de vencimento é o tempo de vida remanescente do título até o seu vencimento. O cupom é a taxa nominal de juros que incide sobre o principal devido do título a cada ano, podendo ser fixo, flutuante (LIBOR mais *spread*, por exemplo), variável (a taxa assume valores predeterminados ao longo da vida do título) ou mesmo zero (os chamados títulos de desconto puro ou *zero-coupon bonds*). A frequência do cupom determina se os juros são pagos mensalmente, trimestralmente, semestralmente ou anualmente. A forma de pagamento do principal define o processo de amortização do papel. A forma mais comum é a amortização do título *bullet*, ou seja, uma única parcela paga na data de vencimento do título. Existem outras formas, como a amortização em parcelas iguais depois de um período de carência, parcelas pequenas ao longo da vida do título seguidas de uma parcela mais significativa na data de vencimento do título, e inúmeras outras modalidades de amortização. A moeda define a denominação do principal e dos juros e em que moeda estes devem ser pagos.

O mercado de emissão também é muito importante por fatores relacionados ao investidor final e, conseqüentemente, a demanda dos mesmos. O mercado global, ou mercado de eurodólares, pode ser tratado como o mais importante e mais líquido dos mercados para títulos de países emergentes. Como o próprio nome sugere, pode ser negociado globalmente, com poucas restrições, e é emitido e negociado fora da jurisdição de qualquer país específico. O mais importante é que é nesse mercado que os grandes investidores institucionais com base nos Estados Unidos aplicam seus recursos em países emergentes. Isso confere aos países a possibilidade de emitir títulos com prazos superiores a 10 anos, o que amplia o leque de opções em termos dos instrumentos de financiamento adotados. A maioria dos títulos globais é denominada em dólares, apresenta resgate do tipo *bullet*, paga juros semestralmente e apresenta volumes superiores a US\$ 1 bilhão.

O mercado de eurobônus denominado em moedas européias (também chamado de euro não-dólar), por sua vez, não é tão desenvolvido nem tão líquido quanto o mercado de eurodólares. Os volumes emitidos nos mercados dos países europeus são mais modestos, normalmente inferiores a EUR 1 bilhão e de prazo mais curto, não superior a 10 anos, com algumas exceções. O perfil dos

investidores também é diferente, predominando o mercado de varejo no qual o investidor compra o título e o retém até o seu vencimento, com pouca participação relativa de investidores institucionais.

Os títulos de países emergentes são normalmente negociados no mercado de balcão (*over the counter*) apesar de poderem ser listados em bolsa. Daí surge a importância do serviço dos *brokers* na divulgação das cotações, pois, não havendo um mercado centralizado para essa negociação, os investidores buscam orientação de preços nas telas.

O primeiro e segundo títulos denominados em dólares na tabela 7 acima são atualmente os mais líquidos títulos da dívida externa e são chamados respectivamente de “Global 40” e “A-Bond”. O “A-Bond” (*Amortization Bond*) foi emitido em substituição ao C-Bond (*Capitalization Bond*), o mais famoso dentre os títulos *Bradies*, que foi durante um longo período de tempo o título de mercado emergente mais negociado. O A-Bond foi emitido em julho de 2005 e o C-Bond teve a sua opção de compra exercida pelo Tesouro Nacional em 15 de outubro de 2005.

O Global 40 também foi emitido no processo de troca por títulos *Bradies*. Ele se tornou o título da dívida externa brasileira mais líquido em 2004, com um volume de negócios anual próximo a USD 290 bilhões contra USD 220 bilhões do C-Bond. Tal título possui uma opção de compra em 15/08/2015 ao seu valor de face.

Em setembro de 2005, como forma de reduzir o pecado original brasileiro, o Tesouro Nacional emitiu seu primeiro título denominado em reais no mercado internacional, o BRL 2016, com um volume de R\$ 3,4 bilhões pelo prazo de 10 anos. Um ano depois, o Tesouro emitiu seu segundo título denominado em reais, o BRL 2022, com prazo de 15 anos. Este título contou com mais duas reaberturas e seu montante em circulação chegou a R\$ 3 bilhões.

Cabe salientar que o Tesouro Nacional adotou a estratégia de reduzir primeiramente o pecado original externo, aproveitando o excelente momento da economia internacional com o excesso de liquidez aliado a característica do investidor internacional, que de certa forma já estava habituado a demandar instrumentos financeiros de maturidade mais longa. Ao emitir papéis denominados em reais de 10 e 15 anos no mercado internacional, o Tesouro indiretamente obrigou o mercado local de renda fixa a criar instrumentos de *hedge* ou arbitragem localmente alcançando como consequência o sonhado alongamento do prazo médio das colocações de títulos no mercado doméstico. O pecado original interno é a incapacidade de o governo emitir títulos pré-fixados em sua moeda por longos prazos no mercado local.

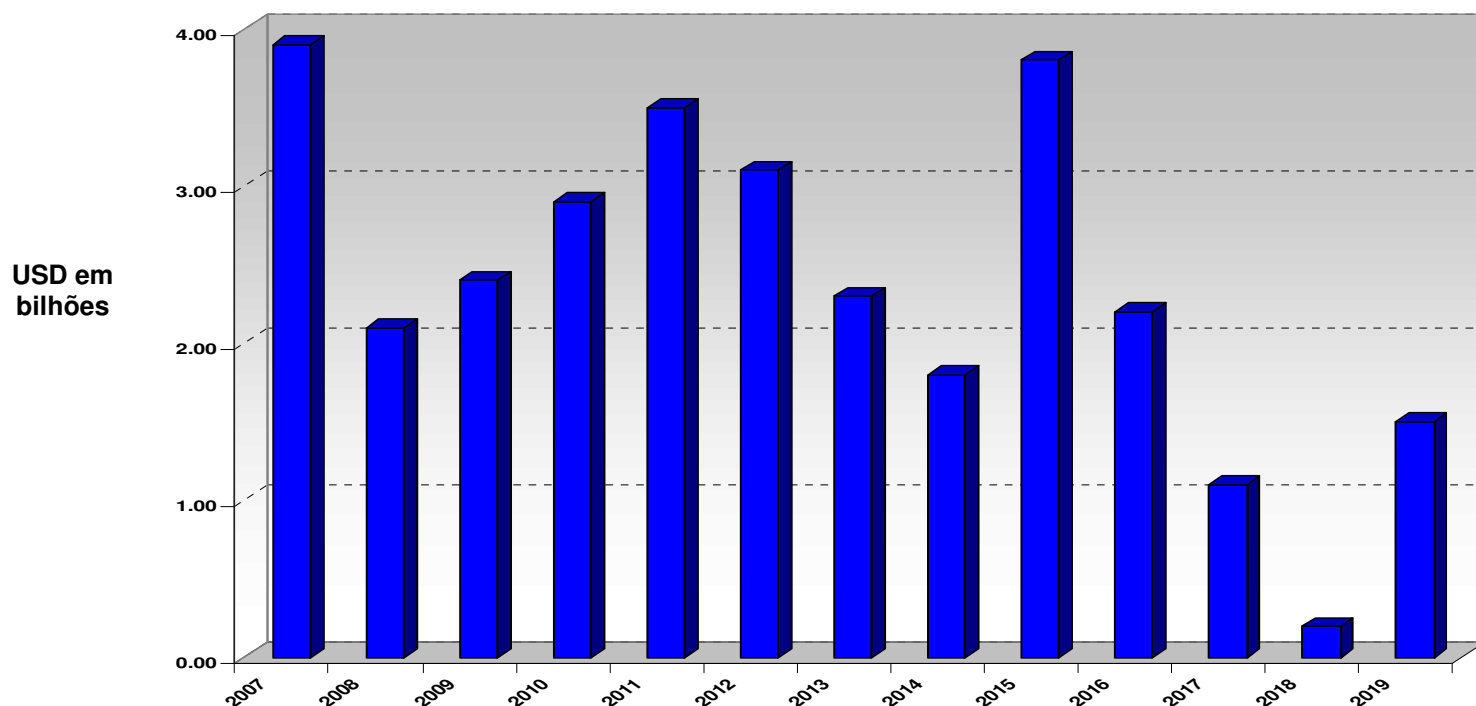
A gestão da dívida externa brasileira nos últimos tem sido efetuada de forma excelente. Se por um lado o benigno cenário econômico internacional trouxe abundância de liquidez aos

mercados, por outro, o governo tratou de fazer o seu dever de casa para reduzir a sua vulnerabilidade externa. A dívida externa brasileira foi significativamente reduzida nos últimos anos.

Diversos movimentos realizados contribuíram neste sentido dentre os quais merecem destaque: pagamento antecipado ao Fundo Monetário Internacional (FMI) e ao Clube de Paris das respectivas dívidas e a troca do C-Bond pelo A-Bond com o exercício da *call* do C-Bond. Destaca-se também o programa de recompra dos títulos externos com vencimentos até 2012, o qual visou à suavização do fluxo de pagamentos nos próximos exercícios, além de resgatar títulos considerados ineficientes por distorcerem a curva brasileira.

Além do programa de recompra da dívida, foram adotadas outras medidas que contribuíram simultaneamente para as diretrizes de redução da necessidade de financiamento nos próximos anos e de melhora do perfil do endividamento externo. Dentre estas medidas, destacam-se o exercício de opção de compra (*call*) dos *Bradies*, eliminando os resquícios de um episódio conturbado da história econômica brasileira, na qual foram recomprados US\$ 6,5 bilhões em títulos ao par. Tais operações, em conjunto com outras, permitiram reduzir o estoque da Dívida Pública Federal Externa em US\$ 16,7 bilhões, o que, associado ao aumento das reservas internacionais do País, permitiu que o Brasil acumulasse recursos suficientes em moeda estrangeira para pagamento da totalidade da dívida pública externa.

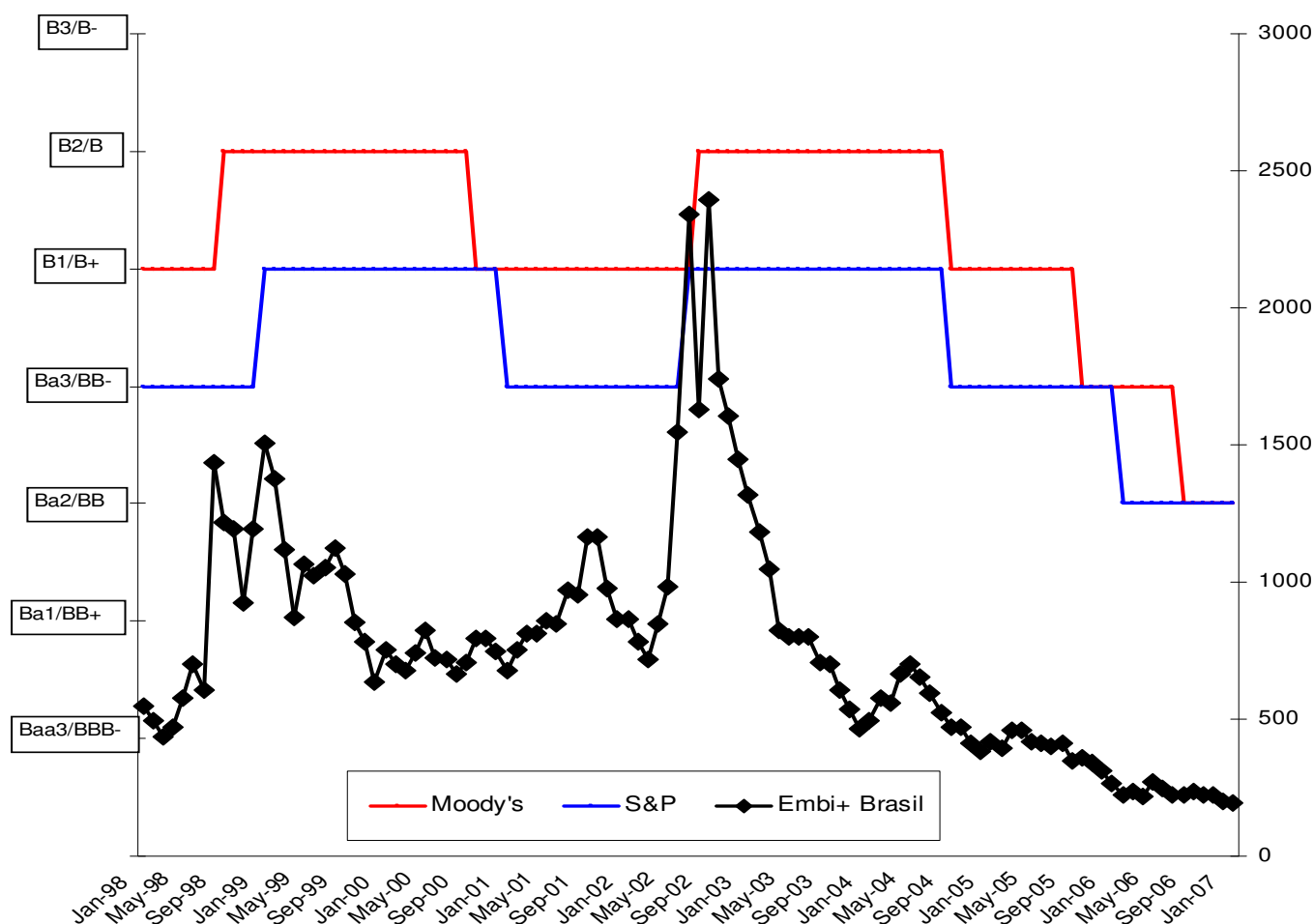
Gráfico 4 – Fluxo de pagamentos de principal e juros da dívida externa soberana



Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional

Tais medidas contribuíram sobremaneira para a queda consistente e continuada verificada no EMBI (*Emerging Markets Bond Index*) do banco JP Morgan ao longo dos últimos anos chegando aos menores níveis históricos (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Embi Brasil versus *Ratings* Soberanos (Moody's e S&P)



Fonte: Bloomberg

Segundo Megale (2005), diversos estudos mostraram que os *spreads* dos títulos internacionais, sejam eles medidos no mercado primário (no momento da emissão do título) ou no mercado secundário, são de fato uma boa medida para o risco soberano. Esta conclusão é baseada, na correlação entre os *spreads* e os *ratings* atribuídos por agências internacionais especializadas.

Capítulo 2 – O Risco de Crédito Soberano Brasileiro

O risco de crédito soberano brasileiro é capturado neste trabalho com a ajuda de quatro mercados distintos - o mercado de títulos soberanos brasileiros denominados em dólares negociados no mercado global, o mercado de títulos do tesouro americano zero-cupom (os chamados *Strips*¹⁶), o mercado de *swaps*¹⁷ das taxas Libor denominadas em dólares e o mercado de *Credit Default Swap* para risco soberano brasileiro. Todos os dados destes mercados foram obtidos junto a *Bloomberg L.P.* .

2.1 - O *Spread over Treasury* como *proxy* para o risco soberano

A definição precisa de estrutura a termo de taxas de juros, também chamada de “curva zero-cupom”, é a relação entre as taxas de juros *spot* e o tempo até o vencimento de títulos de um mesmo emissor em uma certa moeda.

Para títulos emitidos originalmente como zero-cupom, esta curva pode ser diretamente observada no espaço bidimensional retorno e prazo até o vencimento de cada título. Contudo, é muito difícil encontrar uma curva de rendimento (soberana ou corporativa) composta exclusivamente de títulos zero-cupom¹⁸.

O que se observa no mercado é a predominância da emissão de títulos com pagamentos intermediários de cupom e a construção de curvas de rendimento a partir do retorno até o vencimento (*yield to maturity*) dos títulos.

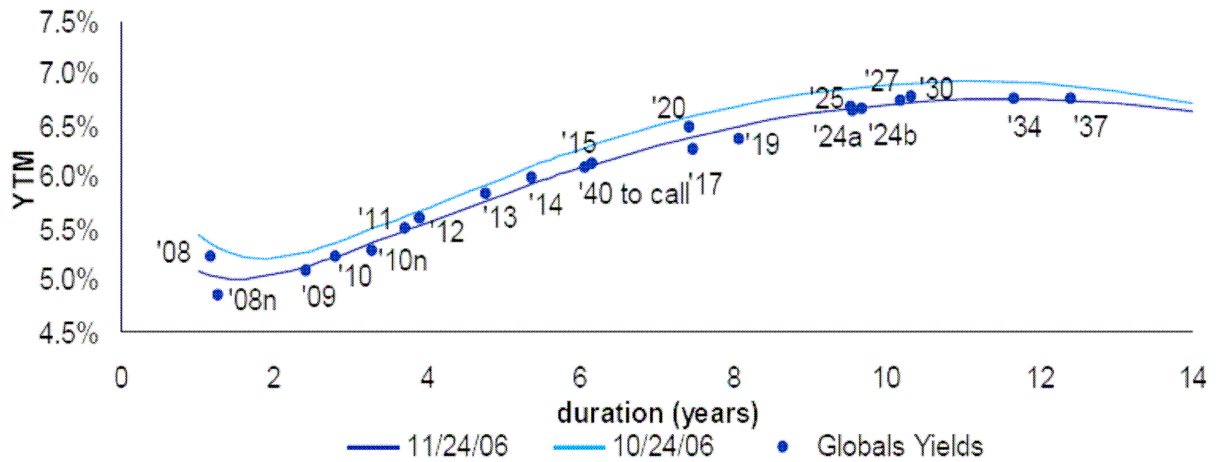
A maioria dos títulos soberanos brasileiros, por exemplo, segue este padrão. Eles são de vencimento do tipo *bullet* com pagamentos intermediários de cupom até o vencimento do título (tabela 7). A precificação de um título com estas características se dá pelo valor presente líquido de seu fluxo de caixa. Um título que paga cupons intermediários pode ser visto como a soma de vários títulos zero-cupom. Cada pagamento de cupom deve pode ser visto como o valor de face de um título zero-cupom e deve ser descontado pela taxa *spot* apropriada.

São necessárias então técnicas para extrair as taxas *spot* para cada período para se obter o preço justo de cada título.

¹⁶ Separate Trading of Registered Interest and Principal of Securities.

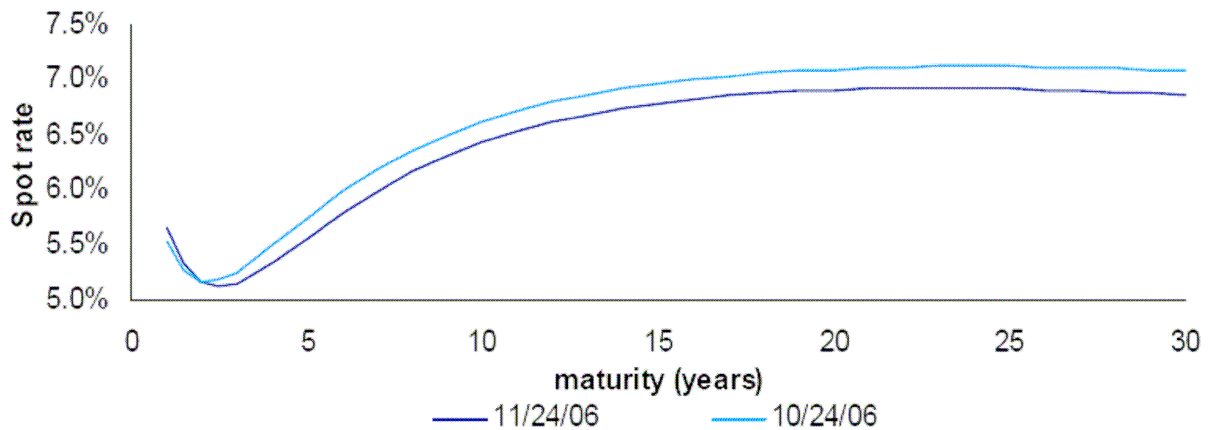
¹⁷ Para o prazo de 1 ano foi utilizada diretamente a Libor de 12 meses.

¹⁸ Os Estados Unidos são exceção a esta regra pois possuem uma curva de rendimento zero-cupom.

Gráfico 6 – Títulos soberanos brasileiros em USD

Fonte: BB Securities e Bloomberg

A curva soberana brasileira zero-cupom é obtida então através do método de *bootstrapping* usando os retornos dos títulos soberanos brasileiros. Este método consiste em encontrar as taxas de juros para cada período, as quais devem minimizar a diferença entre o preço de mercado de cada título e o valor presente líquido de seu fluxo de caixa, descontando cada cupom pela taxa de juros *spot* apropriada para cada período.

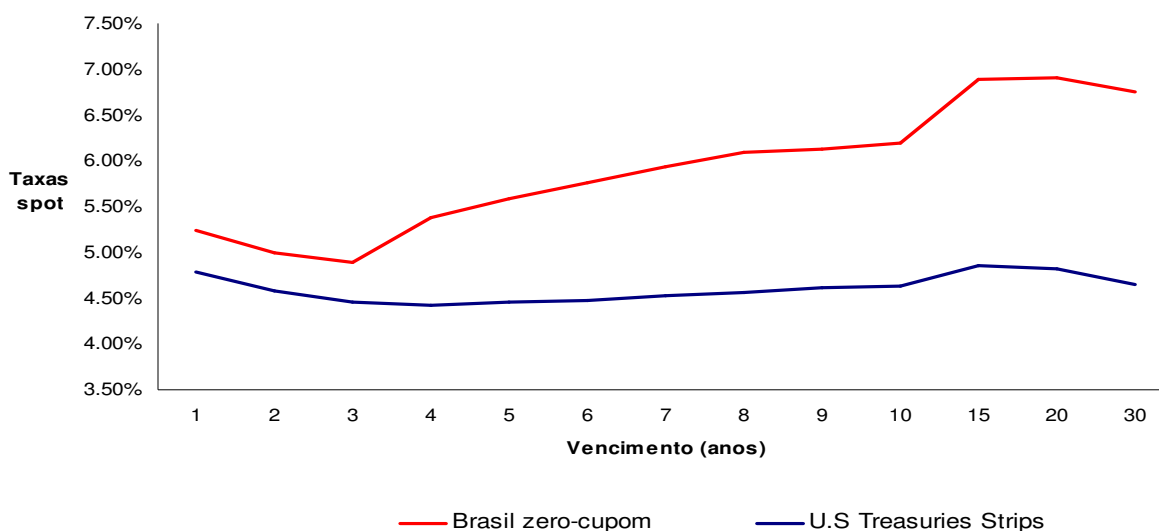
Gráfico 7 – Curva soberana brasileira zero cupom

Fonte: BB Securities e Bloomberg

Muitos profissionais de mercado também utilizam a relação entre o retorno até o vencimento e a *duration* de títulos com cupom como *proxy* para uma curva *spot* porém, esta não é a forma mais correta. De forma sucinta, a *duration* é uma medida da sensibilidade do preço de um título às mudanças nas taxas de juros. Ela pode também ser interpretada como o prazo médio ponderado até o vencimento do fluxo de caixa de um título, a qual é a definição original de *Macauly*.

A diferença entre os retornos da curva brasileira zero-cupom, construídos sinteticamente a partir da interpolação e do *bootstrapping* e a curva dos títulos zero-cupom americanos para os prazos de 1, 2, 3, 5, 7 e 10 anos formam o *spread over Treasury* dos títulos soberanos brasileiros negociados no mercado global. Estes *spreads* formam a variável BOND, onde BOND1 quer dizer *spread over Treasury* de um ano do título brasileiro, BOND2 *spread over Treasury* de dois anos, e assim sucessivamente, até BOND10 que é o *spread over Treasury* para o prazo de dez anos. O gráfico 8 a seguir apresenta as taxas *spot* dos títulos em 20/12/2006 sendo que o *spread* é a diferença entre a linha vermelha e azul

Gráfico 8 – Curvas de Rendimento Brasileira e Americana



Fonte: Bloomberg

É este *spread* capturado no mercado de títulos que será *proxy* para o risco de crédito soberano que será analisado em conjunto com o risco de crédito soberano brasileiro negociado no mercado de CDS que é apresentado a seguir.

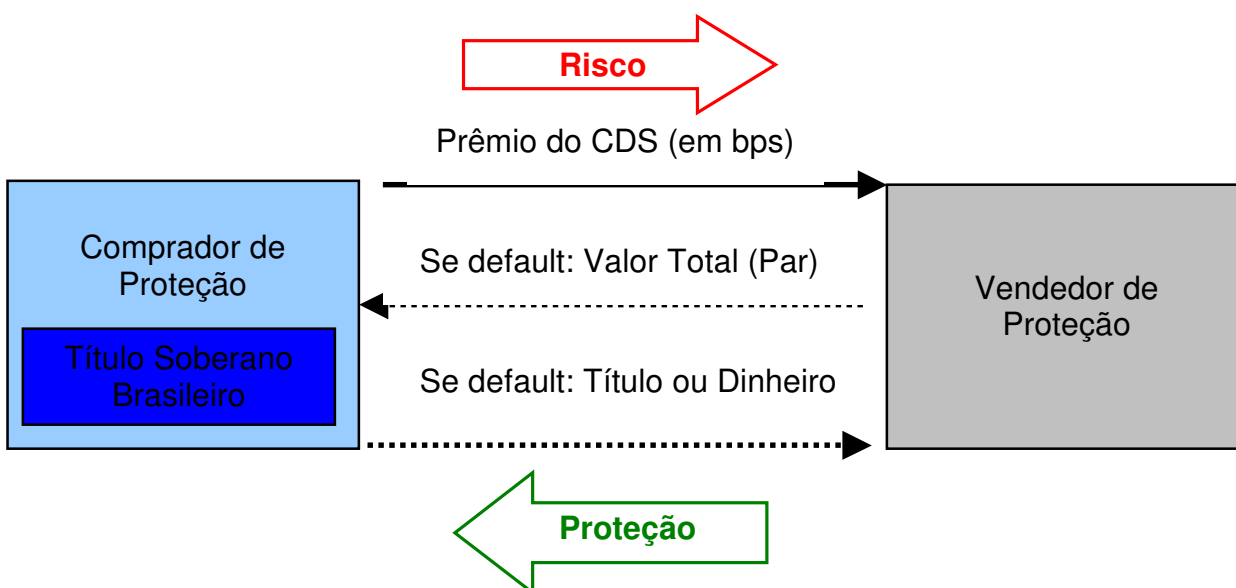
2.2 - O CDS spread – o legítimo risco de crédito soberano

O mercado de CDS soberano brasileiro é o *locus* para a negociação do risco de crédito do governo brasileiro de sua dívida externa. Os ativos subjacentes dos contratos de CDS neste caso são os títulos soberanos brasileiros denominados em dólares, euros e ienes¹⁹ emitidos no mercado externo. Neste mercado, são realizadas diariamente várias operações de compra e venda de proteção para o risco de o governo brasileiro não honrar os compromissos de sua dívida externa.

A compra de proteção se dá em termos do pagamento de um prêmio semestral, expresso em *basis points per annum*²⁰ do valor nominal do contrato, em troca de um pagamento condicional à ocorrência de um evento de crédito do governo brasileiro conforme definido pela ISDA e estabelecido previamente entre as partes.

Uma transação de CDS para risco soberano brasileiro é ilustrada a seguir pela figura 5 :

Figura 5 – Exemplo de operação de CDS soberano



¹⁹ Todos os títulos denominados nas moedas do G7 são aceitos como ativos subjacentes neste mercado.

²⁰ Um *basis point* é equivalente a 0,01% e é geralmente utilizado para calcular mudanças em instrumentos financeiros.

Caso não ocorra nenhum evento haverá apenas o pagamento do prêmio pelo comprador de proteção. Em caso de ocorrência de algum evento de crédito o pagamento do prêmio é interrompido e a transação é liquidada. A liquidação de um CDS soberano se dá tipicamente pela entrega física de um título²¹ previamente acordado em troca do recebimento do valor ao par do título.

A liquidação física é a forma predominante porque tanto vendedores quanto compradores de proteção desejam evitar o processo de escolha de *dealers* para a determinação do valor do título referência pós evento de default.

Um problema que surge com a forma de liquidação física é a existência nos contratos da cláusula de *cheapest-to-delivery* (CTD). Tal cláusula permite ao comprador de proteção entregar, dentre um conjunto pré-estabelecido de títulos de um mesmo emissor com mesmo grau de senioridade, o título mais barato ao vendedor de proteção na liquidação.

Os prazos atualmente negociados para o risco soberano brasileiro são os de 3 e 6 meses, 1, 2, 3, 4, 5, 7 e 10 anos, sendo que a maior liquidez se concentra no contrato de 5 anos. A convenção típica de contagem de dias (*day count*) é Act/360 com o pagamento do prêmio ocorrendo semestralmente.

O tamanho médio do contrato negociado é de 10 milhões de dólares e as principais praças de negociação do mercado de balcão são Nova Iorque, Londres e Tóquio.

Nos países desenvolvidos, onde o risco de crédito soberano é bastante reduzido, são as dívidas corporativas que respondem por boa parte do mercado de CDS. A tabela 8 a seguir apresenta uma visão geral dos 25 contratos globais de CDS mais negociados e com os maiores volumes.

A indústria de automóveis norte-americana aparece em destaque nas negociações. Tal fato se deve em parte pela grave crise por que passa o setor implicando em aguda deterioração do risco de crédito das principais empresas.

As negociações com o CDS para o risco soberano brasileiro aparecem em destaque. O risco brasileiro é o soberano mais negociado dentre todos os países. Quando comparado aos corporativos, ele é o terceiro mais negociado em termos de volume e aparece entre os dez primeiros em quantidade de negócios realizados.

A grande demanda por compra e venda de proteção para o Brasil reflete em parte a grande participação que o país possui no EMBI (*Emerging Markets Bond Index*) do banco JP Morgan, de aproximadamente 22% . Outra possível explicação é o uso do CDS soberano brasileiro como um *hedge* natural para investidores com exposições à dívida externa corporativa brasileira dada a alta

²¹ No caso brasileiro são permitidos para a entrega os Globals 40, 37, 18, 24 e 27.

correlação entre as mesmas. Como regra geral, a classificação soberana é um teto para os demais credores de um país, mas o teto pode ser ultrapassado em situações especiais, quando as agências entendem que determinados devedores²² estão menos vulneráveis ao risco de transferência.

Tabela 8 - Principais Entidades Referência no Mercado Global de CDS (2005)

Quantidade de Negócios			Volume		
	Vendedor de Proteção	Comprador de Proteção		Vendedor de Proteção	Comprador de Proteção
1	General Motors	General Motors	1	General Motors	General Motors
2	DaimlerChrysler	Ford Motor Corp	2	Ford Motor Corp	Ford Motor Corp
3	Ford Motor Corp	DaimlerChrysler	3	Brasil	Brasil
4	France Telecom	France Telecom	4	DaimlerChrysler	DaimlerChrysler
5	General Electric	Telecom Italia	5	Itália	Itália
6	Telecom Itália	Volkswagen	6	France Telecom	General Electric
7	Volkswagen	Brasil	7	Rússia	Rússia
8	Itália	General Electric	8	General Electric	France Telecom
9	Deutsche Telekom	Itália	9	Turquia	Telecom Italia
10	Brasil	Deutsche Telekom	10	México	Turquia
11	Rússia	México	11	Telecom Italia	México
12	Turquia	Rússia	12	Volkswagen	Volkswagen
13	Fannie Mae	Telefonica	13	Deutsche Telekom	Gazprom
14	AT&T Corp.	AT&T Corp.	14	AT&T Corp.	AIG
15	França	AIG	15	Gazprom	AT&T Corp.
16	Portugal	Filipinas	16	França	Deutsche Telekom
17	México	Turquia	17	Fannie Mae	França
18	Altria Group	Bank of America	18	Hutchison Whampoa	Hutchison Whampoa
19	Deutsche Bank	Eastman Kodak	19	Japão	Japão
20	Morgan Stanley	Goldman Sachs	20	AIG	Fannie Mae
21	Eastman Kodak	JP Morgan Chase	21	Espanha	Goldman Sachs
22	Freddie Mac	Suez	22	British American Tobacco	Boots Group
23	Gazprom	Time Warner	23	Portugal	Filipinas
24	Alemanha	BBVA	24	Boots Group	JP Morgan Chase
25	Japão	Bombardier	25	Countrywide	PCCW-HKT Telephone

Fonte: Fitch – Global Credit Derivatives Survey (2006)

De uma maneira geral, os CDS soberanos são os derivativos de crédito mais líquidos para mercados emergentes como pode ser comprovado pelas presenças de México, Turquia e Rússia entre os mais negociados. Tais contratos foram beneficiados por sua padronização e pelas definições

²² Atualmente o Brasil possui 7 empresas (Petrobrás, Cia Vale do Rio Doce, Aracruz, Votorantim Celulose, Votorantim Participações, Embraer e Ambev) que são grau de investimento por pelo uma das duas principais agências de classificação de risco e outras tantas empresas que possuem classificação superior a do governo.

ISDA (1999, 2001, 2003 e 2005) bem como do sucesso de execução nos casos de recentes *defaults*²³.

Em 1999 foi padronizado o primeiro contrato de CDS e foram feitas as primeiras definições a respeito do funcionamento do mercado de derivativos de crédito pela ISDA. Em 2001 novas definições foram incluídas ao contrato com destaque para a definição da cláusula de reestruturação de dívidas. Em 2003, o contrato esclarece o tratamento dado as garantias, altera algumas definições de eventos de crédito e também altera alguns procedimentos de liquidação das operações. Em 2005, passa a ser permitida a transferência de contratos para terceiros e é introduzido um protocolo de comunicações eletrônicas em função do rápido crescimento do mercado.

O prêmio pago pelo comprador de CDS para receber um seguro contra o calote da dívida externa brasileira formam a variável CDS, onde CDS1 quer dizer CDS *spread* de um ano do título brasileiro, CDS2 *spread* de dois anos, e assim sucessivamente, até CDS10 que é o CDS *spread* para o prazo de dez anos.

²³ A reestruturação da dívida Argentina em 2001 e os casos de *defaults* corporativos Enron e Worldcom, por exemplo.

2.3 - O *Spread over* LIBOR como uma *proxy* alternativa para o risco soberano

Os U.S. *Treasuries* são os títulos emitidos pelo Departamento do Tesouro do governo norte-americano para a rolagem da dívida pública interna. Trata-se do mercado mais líquido do mundo. Como os EUA possuem a maior e mais diversificada economia do mundo, configurando-se de fato na maior potência global, é de se esperar que os participantes do mercado reconheçam os títulos emitidos pelo governo americano em dólares como isentos de risco de crédito.

Por se tratar do agente menos arriscado da economia, a taxa de juros paga em seus títulos deve ser igual à taxa de juros livre de risco, ou seja, elas devem indicar o piso das taxas de juros.

Por este motivo, elas representam o *benchmark* das emissões no mercado internacional de capitais. Porém, fatores relacionados à liquidez, tributação e regulamentação acabam por distorcer o rendimento dos U.S. *Treasuries*, fazendo com que estes sejam menores do que os rendimentos de outros instrumentos com risco de crédito próximo de zero.

Instituições financeiras utilizam os U.S. *Treasuries* para cumprirem uma variedade de requerimentos regulatórios. Além disso, a necessidade de capital para carregar um *Treasury* em carteira é substancialmente inferior à exigência de capital para um título corporativo com baixo risco de crédito. A razão tributária deve-se ao fato dos U.S. *Treasuries* não serem tributados no nível estadual ao passo que outros investimentos em renda fixa são taxados neste nível. Estes fatores exercem uma pressão sobre a demanda elevando o preço dos títulos e, conseqüentemente, reduzindo seu retorno.

Por estas razões foi também utilizado neste trabalho como um *benchmark* alternativo para a taxa de juros livre de risco as taxas de swap da LIBOR em dólares americanos. LIBOR quer dizer *London Interbank Offer Rate* (LIBOR)²⁴. Elas são as taxas de curto prazo – de um dia overnight e spot, uma semana, duas semanas e mensais de 1 a 12 meses – através são transacionados depósitos interbancários *off-shore* entre bancos de primeira linha no mercado londrino.

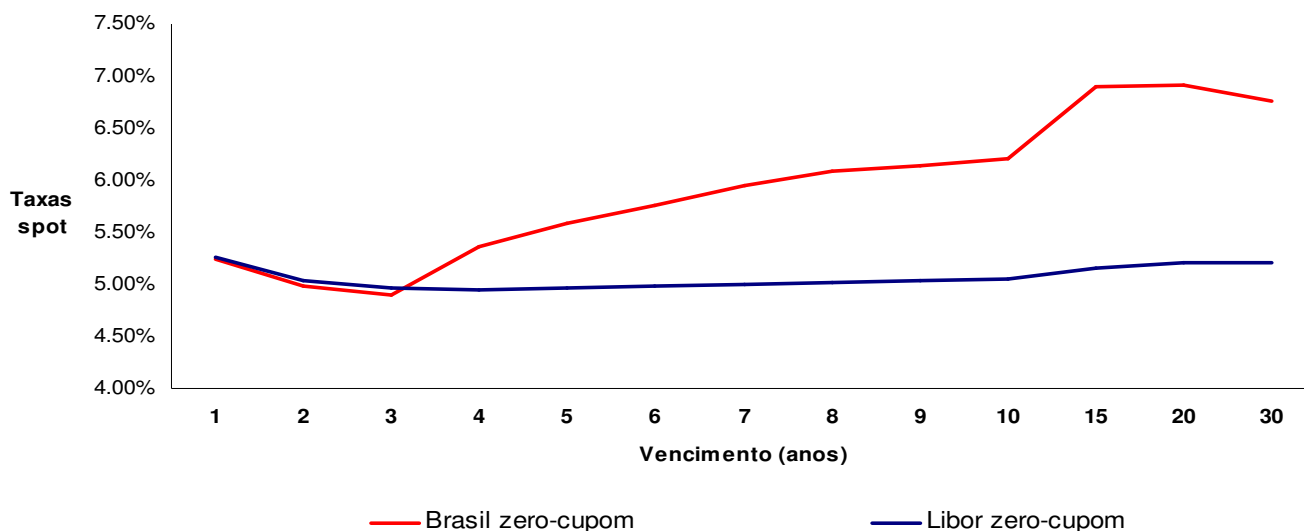
Cabe salientar que as instituições financeiras que transacionam a taxa da LIBOR gozam de elevada classificação de crédito, o que faz com que estas taxas sejam uma boa *proxy* como instrumento livre de risco.

Para prazos superiores a 12 meses são utilizadas as taxas de swap de LIBOR, onde um agente troca um fluxo de caixa com taxa flutuante (LIBOR) por um fluxo de caixa com taxa fixa.

²⁴ 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).

São estas taxas fixas que são também utilizadas como livre de risco. Estes swaps são negociados para os prazos de 2 a 10, 15, 20 e 30 anos. O gráfico 9 a seguir apresenta as taxas spot para a curva soberana brasileira e a curva de LIBOR no dia 20/12/2006.

Gráfico 9 – Taxas spot soberana brasileira e LIBOR *zero-curve*



Fonte : Bloomberg

Os prazos são de 1 a 30 anos, sendo que alguns deles são interpolados. As taxas pagas pela LIBOR são superiores às pagas pelos U.S. Treasuries em cerca de 50 *basis points* muito em função dos fatores salientados acima.

A diferença entre os retornos da curva brasileira zero-cupom e a curva LIBOR zero-cupom para os prazos de 1, 2, 3, 5, 7 e 10 anos formam o *spread over LIBOR* dos títulos soberanos brasileiros negociados no mercado global. Estes *spreads* formam a variável SWAP, onde SWAP1 quer dizer *spread over LIBOR* de um ano do título brasileiro, SWAP2 *spread over LIBOR* de dois anos, e assim sucessivamente, até SWAP10 que é o *spread over LIBOR* para o prazo de dez anos. O gráfico 9 acima apresenta as taxas *spot* dos títulos em 20/12/2006 sendo que o *spread* é a diferença entre a linha vermelha e azul

2.4 - A base de dados

A amostra consiste de dados diários dos mercados anteriormente descritos. Os prazos analisados neste estudo são 1, 2, 3, 5, 7 e 10 anos.

As cotações utilizadas para o mercado de CDS foram fornecidas pela *Bloomberg* e referem-se aos preços de fechamento dos negócios realizados em dólares nos mercados de Nova York, Londres e Tóquio. O CDS de 2 anos se inicia em 19/03/2004, enquanto os CDS de 7 e 10 anos se iniciam em 22/03/2004. O CDS de 1 ano se inicia no dia 19/11/2001, enquanto os CDS de 3 e 5 anos se iniciam no dia 12/10/2001. Todos eles finalizam no dia 27/12/2006.

As séries dos *spreads over Treasury* e *over LIBOR* que foram construídos sinteticamente também a partir de dados fornecidos pela *Bloomberg* e cobrem o período de 02/04/2001 até 27/12/2006.

A tabela 9 a seguir sumariza as estatísticas descritivas relacionadas as variáveis analisadas neste estudo. Durante o período analisado a classificação do risco de crédito soberano oscilou entre B2/B e Ba2/BB.

Tabela 9 – Estatísticas Descritivas

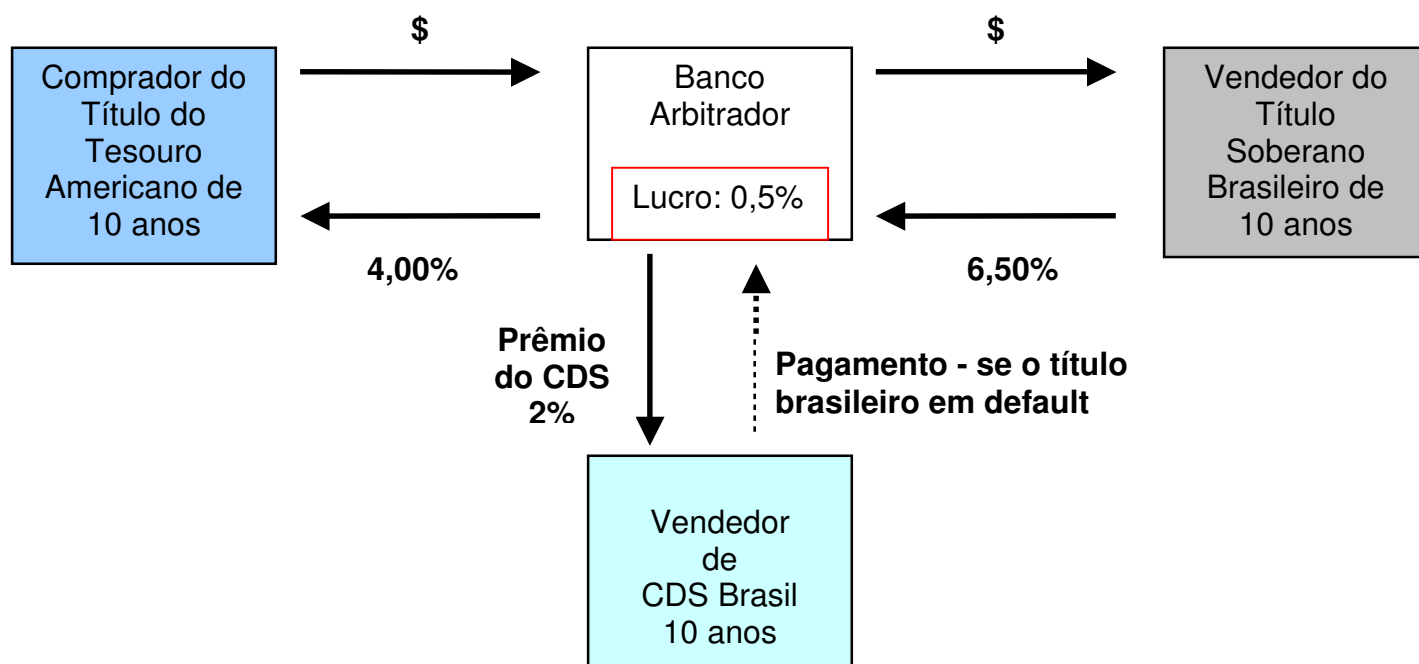
	BOND1	BOND2	BOND3	BOND5	BOND7	BOND10
Média	444	535	644	741	749	736
Mediana	161	345	511	648	618	584
Máximo	3.693	3.780	3.172	2.899	2.782	2.647
Mínimo	16	5	18	105	142	146
Desvio Padrão	597	578	610	593	554	489
Observações	1.498	1.498	1.498	1.498	1.498	1.498
	CDS1	CDS2	CDS3	CDS5	CDS7	CDS10
Média	549	166	746	800	367	400
Mediana	121	138	426	557	366	403
Máximo	4565	700	4237	3952	949	979
Mínimo	20	32	52	99	128	156
Desvio Padrão	1019	142	912	808	186	184
Observações	1.333	724	1.359	1.359	723	723
	SWAP1	SWAP2	SWAP3	SWAP5	SWAP7	SWAP10
Média	405	491	598	693	711	714
Mediana	125	304	466	608	591	573
Máximo	3.642	3.735	3.125	2.840	2.739	2.646
Mínimo	-24	-36	-23	51	97	106
Desvio Padrão	598	577	608	593	557	495
Observações	1.498	1.498	1.498	1.498	1.498	1.498

2.5 - A Relação Teórica de Arbitragem entre os Mercados

O prêmio do CDS fornece um preço de mercado alternativo do risco de crédito do ativo referência, ou seja, o retorno de uma carteira comprada em CDS e no ativo subjacente (arriscado) deve ser equivalente ao retorno de um ativo livre de risco. Portanto, o retorno de um CDS deve se aproximar da diferença entre o retorno do ativo subjacente e do livre de risco.

A figura 6 abaixo procura melhor elucidar por meio de um exemplo esta relação de arbitragem que será usada na análise empírica.

Figura 6 – Relação de Arbitragem entre os *spreads*



Com base no esquema acima, um investidor poderia realizar uma operação de arbitragem comprando o título soberano brasileiro que lhe dá um retorno de 6,50%, comprar proteção para o risco brasileiro no mercado de credit default swap pagando um prêmio de 2% e vender a descoberto um título do tesouro americano pagando 4%. Como todos os ativos possuem prazo de 10 anos o investidor não está exposto ao risco de descasamento de prazos e auferir na operação, um lucro de 0,50% sobre o valor nominal da operação.

Cabe salientar que a relação de arbitragem acima serve somente como uma aproximação pois ela não considera alguns elementos teóricos e operacionais que podem afetar de forma significativa os *spreads* nos mercados.

Diversos autores teóricos de risco de crédito demonstraram relações de equivalência entre os *spreads*. Duffie (1999) mostra que o spread de um título com cupom flutuante sobre um título livre de risco também com cupom flutuante é exatamente igual ao CDS *spread*.

Houweling e Vorst (2002) demonstram que o spread de um título com cupom fixo negociado ao par sobre um título livre de risco também com cupom fixo e negociado ao par é exatamente igual ao CDS spread se as datas de pagamentos do CDS e dos títulos coincidem e taxa de recuperação é uma fração constante do valor de face do título.

Hull e White (2000a) demonstram que com uma curva livre de risco flat e com taxas de juros constantes, a arbitragem é perfeita se o resultado do CDS em caso de default é a soma do principal somado aos juros pró-rata do título arriscado negociado ao par multiplicado por um menos a taxa de recuperação.

De uma forma geral, a relação de arbitragem é razoavelmente aproximada para títulos negociados próximos do par quando as taxas de juros não estão altas e a cura de rendimento relativamente *flat* (Blanco, Brennan e March(2006)).

Outras considerações do ponto de vista operacional também fazem com que a relação de arbitragem não seja perfeita. As liquidações físicas do CDS podem conter a opção *cheapest-to-delivery* (CTD) o que acaba fazendo com que o CDS spread seja maior do que o spread de crédito. Os possíveis custos do mercado de Repo²⁵ quando da venda a descoberto de títulos que ficam “special”²⁶ neste mercado. Se o custo do Repo é significativo então o *credit spread* (retorno do título menos retorno do título livre de risco) subestima o verdadeiro *credit spread* (retorno do título menos retorno do título livre de risco mais o custo do Repo). Como quantificar a opção CTD e o custo do mercado de Repo é difícil, estes dois fatores são tratados como zero nos modelos empíricos. Podemos concluir então que o CDS spread funciona como um limite superior para o risco de crédito enquanto o spread de crédito como um limite inferior.

O risco de *default* da contraparte também não é considerado pela relação de arbitragem, isto é, o risco de que o vendedor do CDS entre em *default*. A relação também não considera a correlação entre o risco de *default* da entidade referência e do vendedor do CDS.

²⁵ Repo (Repurchase Agreement) – Acordo de Recompra.

²⁶ Títulos ficam “special” no mercado de Repo quando a demanda pelos mesmos no mercado a vista é muito forte. Assim sendo eles começam a ser negociados com um prêmio no mercado de recompra.

Por fim, a relação também ignora o prêmio pelo risco de liquidez que pode estar presente nos mercados afetando os retornos dos mesmos. Movimentos no prêmio de liquidez podem explicar uma grande proporção do total das variações no spread de crédito (Collin-Dufresne, Goldstein e Martin (2000)).

Cap. 3 - Metodologia e Resultados

A relação de arbitragem descrita no capítulo anterior é testada empiricamente através de modelos de séries temporais neste capítulo. O teste de estacionaridade de cada série é o primeiro passo da análise. A seguir o teste de cointegração é realizado para checar a relação teórica de equilíbrio entre os *spreads*. Se a cointegração existe, o próximo passo é determinar qual mercado lidera o processo de descoberta da informação quando ocorrem mudanças nas condições de crédito do governo brasileiro. Para determinar a contribuição de cada mercado é aplicado o modelo de correção de erro (MCE).

3.1 Teste de Raiz Unitária

No mercado financeiro, normalmente não são observadas séries de tempo estacionárias, mas sim integradas de ordem 1. O primeiro passo é checar a estacionariedade do CDS spread e dos *spreads* de crédito capturado nos mercados de títulos através dos testes de raiz unitária.

Os testes utilizados foram os de ADF (*Augmented Dickey-Fuller Tests*) que pode ser especificado pela seguinte regressão:

$$\Delta y_t = \alpha + \beta t + \rho y_{t-1} + \sum_{i=1}^T \delta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Os testes com intercepto e sem tendência não rejeitam a hipótese nula de raiz unitária nas séries em todos os prazos em nível a 5% e 10% de significância. Porém, como era de se esperar, as séries de todos os prazos em primeira diferença são estacionárias.

Na tabela 10 estão os resultados dos testes de raiz unitária Dickey-Fuller Aumentado.

Tabela 10 – Testes de Raiz Unitária

Variável	Especificação			ADF	Valores Críticos		Rejeita H ₀ (Raiz Unitária)	
	Defasagem	Constante	Tendência		5%	10%	5%	10%
BOND1	7	Sim	Não	-1.984	-2.863	-2.567	Não	Não
D(BOND1)	6	Sim	Não	-15.893	-2.863	-2.567	Sim	Sim
BOND2	7	Sim	Não	-2.055	-2.863	-2.567	Não	Não
D(BOND2)	6	Sim	Não	-15.371	-2.863	-2.567	Sim	Sim
BOND3	7	Sim	Não	-1.704	-2.865	-2.568	Não	Não
D(BOND3)	6	Sim	Não	-13.475	-2.863	-2.567	Sim	Sim
BOND5	3	Sim	Não	-1.245	-2.863	-2.567	Não	Não
D(BOND5)	2	Sim	Não	-20.339	-2.863	-2.567	Sim	Sim
BOND7	2	Sim	Não	-1.383	-2.863	-2.567	Não	Não
D(BOND7)	1	Sim	Não	-23.644	-2.863	-2.567	Sim	Sim
BOND10	8	Sim	Não	-1.057	-2.863	-2.567	Não	Não
D(BOND10)	7	Sim	Não	-17.706	-2.863	-2.567	Sim	Sim
CDS1	13	Sim	Não	-1.822	-2.863	-2.567	Não	Não
D(CDS1)	12	Sim	Não	-6.510	-2.863	-2.567	Sim	Sim
CDS2	0	Sim	Não	-1.156	-2.865	-2.568	Não	Não
D(CDS2)	0	Sim	Não	-24.697	-2.865	-2.568	Sim	Sim
CDS3	5	Sim	Não	-1.056	-2.863	-2.567	Não	Não
D(CDS3)	4	Sim	Não	-13.589	-2.863	-2.567	Sim	Sim
CDS5	5	Sim	Não	-1.039	-2.863	-2.567	Não	Não
D(CDS5)	4	Sim	Não	-15.708	-2.863	-2.567	Sim	Sim
CDS7	1	Sim	Não	-0.932	-2.865	-2.568	Não	Não
D(CDS7)	0	Sim	Não	-24.434	-2.865	-2.568	Sim	Sim
CDS10	1	Sim	Não	-0.936	-2.865	-2.568	Não	Não
D(CDS10)	0	Sim	Não	-24.065	-2.865	-2.568	Sim	Sim
SWAP1	7	Sim	Não	-1.979	-2.863	-2.567	Não	Não
D(SWAP1)	6	Sim	Não	-15.900	-2.863	-2.567	Sim	Sim
SWAP2	7	Sim	Não	-2.045	-2.863	-2.567	Não	Não
D(SWAP2)	6	Sim	Não	-15.410	-2.863	-2.567	Sim	Sim
SWAP3	7	Sim	Não	-1.692	-2.863	-2.567	Não	Não
D(SWAP3)	6	Sim	Não	-13.535	-2.863	-2.567	Sim	Sim
SWAP5	3	Sim	Não	-1.236	-2.863	-2.567	Não	Não
D(SWAP5)	2	Sim	Não	-20.312	-2.863	-2.567	Sim	Sim
SWAP7	2	Sim	Não	-1.357	-2.863	-2.567	Não	Não
D(SWAP7)	1	Sim	Não	-23.705	-2.863	-2.567	Sim	Sim
SWAP10	8	Sim	Não	-0.998	-2.863	-2.567	Não	Não
D(SWAP10)	7	Sim	Não	-17.698	-2.863	-2.567	Sim	Sim

3.2 Vetor Autoregressivo (VAR)

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 :

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

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} :

$$\Delta y_t = \alpha_0 + (A - I)y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Para a escolha do número de defasagens utilizou-se do VAR utilizou-se o critério de Schwarz. A tabela 11 a seguir apresenta os resultados desta seleção.

Tabela 11 - Critério de Seleção da Ordem da Defasagem do VAR

Variáveis endógenas: BOND1 CDS1						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-19882.78	NA	4.89e+10	30.28908	30.29697	30,29204
1	-14860.84	10020.95	23437405	22.64560	22.66927	22,65448
2	-14615.1	489.5912	16217988	22.27739	22.31684	22,29218
3	-14583.51	62.84868	15550473	22.23536	22.29059	22,25607
4	-14569.55	27.74010	15316200	22.22018	22.29119	22,24681
5	-14558.89	21.12611	15161790	22.21004	22.29684	22,24259
6	-14542.88	31.71430	14886820	22.19174	22.29432	22,23021
7	-14509.25	66.49253	14229866	22.14661	22.26496	22,19099
8	-14479.72	58.28128	13687277	22.10773	22.24187*	22,15803
Variáveis endógenas: BOND2 CDS2						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-7809.904	NA	14904204	22.19291	22.20585	22.19791
1	-5398.62	4802.016	15967.03	15.35404	15.39287	15.36904
2	-5168.745	456.4851	8405.073	14.71234	14.77707	14.73736
3	-5153.672	29.84692	8144.785	14.68089	14.77150*	14.71591*
Variáveis endógenas: BOND3 CDS3						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-19776.37	NA	2.32e+10	29.54201	29.54978	29.54492
1	-14304.26	10919.70	6575103.	21.37455	21.39785	21.38328
2	-14101.16	404.6879	4883688.	21.07717	21.11600	21.09171
3	-14053.37	95.07750	4574493.	21.01176	21.06613	21.03213
4	-14045.66	15.31974	4549203.	21.00622	21.07612	21.03240
5	-14030.4	30.27915	4473301.	20.98939	21.07482	21.02140
6	-14029.62	1.539409	4494888.	20.99420	21.09517	21.03203
7	-14017.72	23.53191	4442168.	20.98241	21.09890	21.02605
8	-13991.65	51.46987	4298150.	20.94945	21.08148	20.99891
9	-13964.7	53.13885	4153302.	20.91516	21.06273*	20.97045
Variáveis endógenas: BOND5 CDS5						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-19014.13	NA	7.42e+09	28.40348	28.41124	28.40639
1	-14000.77	10004.24	4178623.	20.92125	20.94455	20.92998
2	-13853.41	293.6348	3373128.	20.70711	20.74594	20.72165
3	-13837.91	30.83847	3315681.	20.68993	20.74429	20.71030
4	-13827.94	19.80110	3286259.	20.68101	20.75091	20.70720
5	-13773.07	108.8448	3045800.	20.60503	20.69046	20.63703
6	-13743.59	58.37854	2932081.	20.56698	20.66794	20.60480
7	-13723.11	40.51129	2860768.	20.54235	20.65885	20.58600
8	-13708.02	29.78875	2813790.	20.52579	20.65783*	20.57526
Variáveis endógenas: BOND7 CDS7						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-7872.181	NA	18363914	22.40165	22.41461	22.40666
1	-5099.084	5522.525	6960.149	14.52371	14.56259	14.53874
2	-5077.186	43.48478	6614.617	14.47279	14.53759*	14.49783*
Variáveis endógenas: BOND10 CDS10						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-8438.081	NA	91867313	24.01161	24.02457	24.01662
1	-5244.269	6360.365	10519.65	14.93675	14.97563*	14.95178

Variáveis endógenas: SWAP1 CDS1						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-19881.13	NA	4.88e+10	30.28656	30.29445	30.28952
1	-14866.93	10005.47	23656189	22.65489	22.67856	22.66377
2	-14621.2	489.6010	16369258	22.28667	22.32612	22.30146
3	-14588.45	65.14003	15668003	22.24289	22.29812	22.26360
4	-14573.96	28.79687	15419458	22.22689	22.29791	22.25353
5	-14563.28	21.17530	15263431	22.21672	22.30352	22.24927
6	-14547.15	31.93653	14984056	22.19825	22.30083	22.23672
7	-14512.52	68.47518	14300949	22.15159	22.26995	22.19597
8	-14482.62	59.01567	13747857	22.11214	22.24628*	22.16245
Variáveis endógenas: SWAP2 CDS2						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-7812.635	NA	15020288	22.20067	22.21361	22.20567
1	-5389.903	4824.816	15576.44	15.32927	15.36810	15.34428
2	-5150.453	475.4979	7979.445	14.66038	14.72510	14.68539
3	-5136.459	27.70923	7756.090	14.63199	14.72260*	14.66701*
Variáveis endógenas: SWAP3 CDS3						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-19784.2	NA	2.34e+10	29.55370	29.56147	29.55661
1	-14302.79	10938.26	6560670.	21.37236	21.39566	21.38109
2	-14099.34	405.3970	4870378.	21.07444	21.11327	21.08898
3	-14050.15	97.85380	4552527.	21.00695	21.06131	21.02732
4	-14042.72	14.75344	4529287.	21.00183	21.07173	21.02802
5	-14027.3	30.59739	4452649.	20.98476	21.07019	21.01677
6	-14026.46	1.665215	4473712.	20.98948	21.09045	21.02731
7	-14013.77	25.08292	4416065.	20.97651	21.09301	21.02016
8	-13988.83	49.26059	4280040.	20.94522	21.07725	20.99469
9	-13961.89	53.10691	4135902.	20.91097	21.05853*	20.96625
Variáveis endógenas: SWAP5 CDS5						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-19061.86	NA	7.97e+09	28.47477	28.48254	28.47768
1	-13998.96	10103.12	4167289.	20.91853	20.94183	20.92726
2	-13851.2	294.4027	3362042.	20.70381	20.74265	20.71836
3	-13834.38	33.46551	3298273.	20.68466	20.73903	20.70503
4	-13824.5	19.63309	3269419.	20.67588	20.74578	20.70206
5	-13769.64	108.8269	3030232.	20.59990	20.68533	20.63191
6	-13740.37	57.96441	2918006.	20.56216	20.66313	20.59999
7	-13717.92	44.38578	2838716.	20.53461	20.65111*	20.57826
Variáveis endógenas: SWAP7 CDS7						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-7994.427	NA	26001962	22.74944	22.76240	22.75445
1	-5094.468	5775.167	6869.348	14.51058	14.54946	14.52560
2	-5070.392	47.81098	6487.986	14.45346	14.51826*	14.47850*
Variáveis endógenas: SWAP10 CDS10						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-8494.739	NA	1.08e+08	24.17280	24.18576	24.17781
1	-5237.531	6486.616	10319.91	14.91758	14.95646*	14.93261

3.3 Teste de Johansen e Jucelius

Dado que todas as séries analisadas são integradas de ordem 1 – também representadas como $I(1)$ - iremos agora analisar a relação de equilíbrio de longo prazo elas. Para este fim podemos aplicar a metodologia de Johansen e Jucelius (1988), que consiste na estimação do posto da matriz $(A-I)$ por máxima verosimilhança e ordená-los, de forma que n autovalores de $(A-I)$ dados por $\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_n$, com seu correspondente autovetor $\beta_i, i = 1, 2, \dots, n$.

A Tabela 12 apresenta os resultados dos Testes do Traço e do Máximo Autovalor segundo a metodologia de Johansen.

Tabela 12 – Teste de Cointegração de Johansen

Séries	H_0 : posto = p	Est. λ_{\max}	v. crítico a 5%	Est. Traço	v. crítico a 5%	Vetor de Cointegração
BOND1 e CDS1	$p = 0$	28,55	11,22	32,03	12,32	(1, -0,607)
	$p \leq 1$	3,47	4,12	3,47	4,12	
BOND2 e CDS2	$p = 0$	23,92	11,22	26,23	12,32	(1, -1,041)
	$p \leq 1$	2,31	4,12	2,31	4,12	
BOND3 e CDS3	$p = 0$	30,99	11,22	32,62	12,32	(1, -0,735)
	$p \leq 1$	1,62	4,12	1,62	4,12	
BOND5 e CDS5	$p = 0$	14,12	11,22	15,33	12,32	(1, -0,836)
	$p \leq 1$	1,21	4,12	1,21	4,12	
BOND7 e CDS7	$p = 0$	9,89	11,22	12,55	12,32	(1, -0,948)
	$p \leq 1$	2,65	4,12	2,65	4,12	
BOND10 e CDS10	$p = 0$	8,60	11,22	11,17	12,32	(1, -0,895)
	$p \leq 1$	2,56	4,12	2,56	4,12	
SWAP1 e CDS1	$p = 0$	31,06	11,22	34,43	12,32	(1, -0,591)
	$p \leq 1$	3,37	4,12	3,37	4,12	
SWAP2 e CDS2	$p = 0$	26,85	11,22	29,69	12,32	(1, -0,885)
	$p \leq 1$	2,84	4,12	2,84	4,12	
SWAP3 e CDS3	$p = 0$	39,38	11,22	41,07	12,32	(1, -0,710)
	$p \leq 1$	1,68	4,12	1,68	4,12	
SWAP5 e CDS5	$p = 0$	15,32	11,22	16,67	12,32	(1, -0,808)
	$p \leq 1$	1,35	4,12	1,35	4,12	
SWAP7 e CDS7	$p = 0$	8,95	11,22	11,52	12,32	(1, -0,876)
	$p \leq 1$	2,56	4,12	2,56	4,12	
SWAP10 e CDS10	$p = 0$	6,45	11,22	8,85	12,32	(1, -0,832)
	$p \leq 1$	2,39	4,12	2,39	4,12	

Na análise realizada entre as séries BOND e CDS pelo teste de Johansen observou-se a existência da co-integração a 5% de significância pela estatística do traço e do máximo autovalor para os prazos de 1, 2, 3 e 5 anos. Os spreads no mercado de bonds e CDS movem-se juntos no longo prazo. Para o prazo de 7 anos a estatística do máximo autovalor não rejeita a 5% de significância a hipótese nula de nenhum vetor de cointegração. Porém, a estatística do traço rejeita a 5% de significância a hipótese nula de nenhum vetor de cointegração. Para os prazo de 10 anos as duas estatísticas não rejeitam a hipótese nula de nenhum vetor de cointegração.

A análise realizada entre as séries SWAP e CDS observou-se a existência da cointegração a 5% de significância pela estatística do traço e do máximo autovalor para os prazos de 1, 2, 3 e 5 anos. Para os prazos de 7 e 10 as estatísticas do traço e máximo autovalor não rejeitam a hipótese nula de nenhum vetor de cointegração, o que implica em algum tipo de ineficiência de mercado para as negociações com prazos mais longos.

Em síntese, os resultados obtidos indicam que os spreads no mercado de títulos e CDS para os prazos mais curtos movem-se conjuntamente no longo prazo e que nos prazos mais longos a ausência de cointegração indica algum tipo de ineficiência. Tal fato pode parcialmente ser explicado 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 títulos, onde a maior liquidez está justamente nos prazos mais longos.

Outro ponto pode estar relacionado ao fato de que a imensa maioria dos contratos de CDS são liquidados pela entrega física do ativo subjacente em caso de default. Em geral, com base nas cláusulas do contrato ISDA, o comprador de proteção pode escolher entregar o título mais barato dentre vários ativos pré-estabelecidos para a entrega (opção CTD), o que pode significar um prêmio adicional ao CDS em relação aos spreads do mercado de títulos.

Como a co-integração foi observada para a maioria dos prazos analisados, o modelo de correção de erro (MCE) pode ser aplicado no estudo do *Price Discovery*, análise esta eminentemente de curto prazo.

3.4 Modelo de Correção de Erros (MCE)

O teorema da representação de Granger afirma que o modelo do vetor auto-regressivo das diferenças de variáveis $I(1)$ é sub-identificado se as variáveis são co-integradas, porém, o modelo torna-se identificado quando são incluídos os termos defasados de desequilíbrio como variáveis explicativas (Engle e Granger, 1987).

Este é o modelo de correção de erro vetorial (VECM), pois possui um mecanismo de auto-correção segundo o qual os desvios de curto prazo do equilíbrio de longo prazo são automaticamente corrigidos e as estatísticas t dos coeficientes estimados fornecem muitos *insights* sobre o comportamento de antecedência-defasagem entre os mercados (Alexander, 2001).

Cabe salientar a diferença entre os dois estágios do modelo. No primeiro estágio são feitas as análises do equilíbrio de longo prazo para se encontrar as relações de co-integração. Já o VECM é uma análise de curto prazo, bastante diferente do primeiro estágio. A ligação entre os dois estágios é o termo de desequilíbrio z , usado no VECM, que é o vetor de co-integração estimado durante o primeiro estágio.

Neste estudo $z = bond_t - \alpha cds_t$ é o termo de desequilíbrio no mercado de bonds e $z = swap_t - \alpha cds_t$ no mercado de swap. No caso das duas séries co-integradas dos *spreads* nos mercados de *bonds* e CDS, temos o seguinte modelo de correção de erros vetorial (VECM):

$$\begin{cases} \Delta bond_t = \lambda_1 (bond_{t-1} - \alpha_0 - \alpha_1 cds_{t-1}) + \sum_{j=1}^p \beta_{1j} \Delta cds_{t-j} + \sum_{j=1}^p \delta_{1j} \Delta bond_{t-j} + \varepsilon_{1t} \\ \Delta cds_t = \lambda_2 (bond_{t-1} - \alpha_0 - \alpha_1 cds_{t-1}) + \sum_{j=1}^p \beta_{2j} \Delta cds_{t-j} + \sum_{j=1}^p \delta_{2j} \Delta bond_{t-j} + \varepsilon_{2t} \end{cases} \quad (4)$$

Na equação (4) cds_t e $bond_t$ permanecem como CDS *spread* e *bond spread* no período t , e ε_{1t} e ε_{2t} são choques i.i.d. As duas equações constituem um modelo de auto-regressão vetorial (VAR) na primeira diferença, com um termo adicional de defasagem. Este é o termo de correção de erro que gera uma variável explicativa adicional para explicar mudanças no spread de crédito e que torna o sistema de co-integração estimado na diferença identificado.

Os coeficientes estimados ajustados λ_1 e λ_2 medem o grau de velocidade para os quais os *spreads* ajustam-se para corrigir as discrepâncias de sua tendência de longo prazo. Se o mercado de

CDS está contribuindo significativamente para o *Price Discovery* do risco de crédito, então λ_1 será negativo e estatisticamente significativo, com o mercado de *bonds* se ajustando para incorporar esta informação. Similarmente, se o mercado de *bonds* é um importante local 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*.

$$\begin{cases} \Delta swap_t = \lambda_1 (swap_{t-1} - \alpha_0 - \alpha_1 cds_{t-1}) + \sum_{j=1}^p \beta_{1j} \Delta cds_{t-j} + \sum_{j=1}^p \delta_{1j} \Delta swap_{t-j} + \varepsilon_{1t} \\ \Delta cds_t = \lambda_2 (bond_{t-1} - \alpha_0 - \alpha_1 cds_{t-1}) + \sum_{j=1}^p \beta_{2j} \Delta cds_{t-j} + \sum_{j=1}^p \delta_{2j} \Delta bond_{t-j} + \varepsilon_{2t} \end{cases} \quad (5)$$

Alternativamente, na equação (5) se o mercado de CDS está contribuindo significativamente para a descoberta do preço do risco de crédito, então λ_1 será negativo e estatisticamente significativo, com o mercado de swap se ajustando para incorporar esta informação. Similarmente, se o mercado de swap é um importante local para o *Price Discovery*, então λ_2 será positivo e estatisticamente significativo.

Segundo Gonzalo e Granger (1995), é calculada uma medida (GG) 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 ($\lambda_1/(\lambda_1 - \lambda_2)$) 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 *Price Discovery* e que os mercados de títulos 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 para antecipar as mudanças nas condições de crédito do governo brasileiro.

3.5 *Price Discovery* do Risco Soberano

Dos 5 prazos cointegrados entre os mercados de títulos e CDS, em todos eles o λ_1 é significativamente negativo, e em quatro deles o λ_2 é significativamente positivo, implicando que ambos mercados contribuem para o *Price Discovery*. Apenas o λ_2 para o prazo de 7 anos apresentou sinal diferente do esperado e não foi significativo. Para os prazos de 1 e 7 anos a razão de Gonzalo e Granger indica que o mercado de CDS lidera fortemente o *Price Discovery*. Nos prazos de 2 e 5 anos a razão aponta para ligeira vantagem do mercado de títulos. No prazo de 3 anos o *Price Discovery* é dividido igualmente entre os mercados.

Dos 4 prazos cointegrados entre os mercados de swap e CDS, em todos eles o λ_1 é significativamente negativo e o λ_2 é significativamente positivo, implicando que ambos mercados contribuem para o *Price Discovery*. Especificamente, para o prazo de 1 ano, o mercado de CDS lidera fortemente o *Price Discovery* pela razão de Gonzalo e Granger. Para os prazos de 2 e 5 anos é o mercado de swap quem lidera segundo esta razão. E, novamente, para o prazo de 3 anos o *Price Discovery* é dividido igualmente entre os mercados. A tabela 13 a seguir resume os resultados.

Tabela 13 - Modelo de Correção de Erro e Contribuições para o *Price Discovery*

Credit Spread no Mercado de Bonds					
Ativos	λ_1	teste-t	λ_2	teste-t	GG
BOND1(-1) e CDS1(-1)	-0,040	-3,94	0,016	2,90	0,71
BOND2(-1) e CDS2(-1)	-0,039	-3,54	0,047	3,64	0,45
BOND3(-1) e CDS3(-1)	-0,024	-3,24	0,024	3,98	0,50
BOND5(-1) e CDS5(-1)	-0,016	-2,17	0,025	2,74	0,39
BOND7(-1) e CDS7(-1)	-0,033	-2,26	-0,005	-0,35	1,00
Credit Spread no Mercado de Swaps					
Ativos	λ_1	teste-t	λ_2	teste-t	GG
SWAP1(-1) e CDS1(-1)	-0,046	-4,24	0,017	2,85	0,73
SWAP2(-1) e CDS2(-1)	-0,041	-3,91	0,046	3,68	0,47
SWAP3(-1) e CDS3(-1)	-0,030	-3,63	0,030	4,52	0,50
SWAP5(-1) e CDS5(-1)	-0,016	-1,97	0,033	3,09	0,33

A razão média de Gonzalo e Granger entre os mercados de títulos e CDS é de 0,61 favorecendo a hipótese de que o mercado de CDS lidera o *Price Discovery*. Esta mesma razão é de

0,51 quando analisada entre os mercados swap e CDS indicando ligeira vantagem novamente do mercado de CDS. Isto é consistente com os vários argumentos que serão analisados a seguir.

O *Price Discovery* ocorrerá no mercado onde os *traders* mais bem informados negociam mais. No mercado de títulos, além das grandes instituições financeiras, são negociadores freqüentes instituições financeiras de menor porte, corretoras, *hedge funds*, *assets*, pessoas físicas ricas, dentre outros.

Já no mercado de CDS a restrição para negociação é bem maior. As negociações com CDS envolvem a tomada de risco de uma contraparte e por esta razão, este mercado está usualmente restrito a grandes instituições financeiras de relativamente alto *rating* de crédito que contam com grandes equipes de pesquisa para mercados emergentes.

No mercado de swaps são negociadores frequentes *traders* de derivativos que trabalham com grande instituições financeiras que utilizam a curva de LIBOR zero-cupom como livre de risco em seus modelos de precificação por considerarem-na como mais próxima de seu custo de capital. A razão de Gonzalo e Granger de 0,51 entre os mercados de swpas e CDS é explicada em boa medida pelo fato destes mercados serem concentrados nos mesmos negociadores.

O mercado de CDS, como foi bem detalhado no capítulo 1, beneficia-se de ser o lugar mais apropriado para a negociação do risco de crédito por conta de sua natureza sintética e pelo fato de não possuir nenhum tipo fricção para comprar (ou vender) risco de crédito. As negociações no mercado de CDS não envolvem saída de caixa ao contrário dos mercados de títulos, ou seja, para comprar ou vender proteção no mercado de CDS nenhum desembolso inicial é necessário ao contrário dos mercados de títulos, onde recursos são necessários para a compra dos papéis.

O efeito tamanho também possui importância. O tamanho do contrato padrão de CDS é USD 10 milhões enquanto que o tamanho médio dos negócios no mercado de *bonds* é de USD 1,5 milhão, e finalmente, talvez o fator mais importante, o mercado de CDS é o fórum para negociar o risco de crédito, enquanto que no mercado de *bonds* negociam-se títulos com risco de crédito.

Estas diferenças podem fazer com que os dois *spreads* reajam diferentemente às mudanças no risco de crédito do governo brasileiro, gerando discrepâncias entre os dois mercados no curto prazo.

Conclusões

Esta dissertação 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 MCE em conjunto com a razão de Gonzalo e Granger sugerem que o *spread* no mercado de *Credit Default Swap* tende a se mover na frente dos *spreads* dos mercados de títulos 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.

Referências Bibliográficas

- [1] Alexander, C. (2001) *Market Models: A Guide to Financial Data Analysis*. Chichester, UK: John Wiley and Sons, Ltd.
- [2] Black, F. e Cox, J. C. (1976) Valuing corporate securities: some effects of bond indentures Provisions. *Journal of Finance*, vol 31, pp 351-67.
- [3] Blanco, R., Brennan S. e March I. W. (2005) An empirical analysis of the dynamic relationship between Investment-Grade bonds and Credit Default Swaps. *Journal of Finance*, vol. 60 , pp. 2255-2281.
- [4] Canuto, O. e Fonseca, P. (2003) Risco-soberano e prêmios de risco em economias emergentes. *Working paper*, Ministério da Fazenda, Secretaria de Assuntos Internacionais, Brasília (DF).
- [5] Blanco, R., Brennan S. e March I. W. (2005) An empirical analysis of the dynamic relationship between Investment-Grade bonds and Credit Default Swaps. *Journal of Finance*, vol. 60 , pp. 2255-2281.
- [6] Claessens, S., Embrechts, G. 2002. Basel II, sovereign ratings and transfer risk: external versus internal ratings. In: BASEL II : an economic assessment. N°1, Mai. p.1-27. Anais. Basiléia : Bank for International Settlements.
- [7] Collin-Dufresne, P., R. S. Goldstein, and J. S. Martin, 2000, The Determinants of Credit Spread Changes, Working Paper.
- [8] Cossin, D. e Hricko T. (2001) Exploring for the determinants of credit risk in credit default swap transaction data. *Working paper*.
- [9] Das, S. R. (1995) Credit risk derivatives. *Journal of Derivatives*, vol 2, pp 7-23.
- [10] Das, S. R. e Sundaram, R. K. (1998) A direct approach to arbitrage-free pricing of credit Derivatives. *NBER Working Paper*, n.6635.
- [11] Duffie, D. (1999) Credit swap valuation. *Financial Analysts Journal*, January-February, pp 73-87.
- [12] Duffie, D. e Singleton K. (1999) Modeling the term structure of defaultable bonds. *Review of Financial Studies*, vol 12, pp 687-720.
- [13] Eichengreen, B. & Hausmann, R. (2005). “Original Sin: The Road to Redemption.” In Eichengreen, B. & Hausmann, R. (eds.), *Other People’s Money: Debt Denomination and Financial Instability in Emerging-Market Economies*, Chicago: University of Chicago Press.
- [14] Eichengreen, B., Hausmann, R., Panizza, U. (2005a). “Currency Mismatches, Debt Intolerance and Original Sin: Why They Are Not The Same And Why It Matters.” in Edwards, S. (ed.).

2005. *International Capital Flows*, Chicago: The University of Chicago Press. Forthcoming

- [15] Engle, R. e Granger, C. (1987) Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing. *Econometrica*, vol. 55, pp. 251–276.
- [16] Garcia, M. e Salomão, J. (2006) Alongamento dos títulos de renda fixa no Brasil. Em Bacha, E. e Chrysostomo, L. (eds.). Mercado de capitais e dívida pública: tributação, indexação e alongamento. Rio de Janeiro , pp. 93–144.
- [17] Geske, R. (1977) The valuation of corporate liabilities as compound options. *Journal of Financial and Quantitative Analysts*, vol.12, pp 541-52.
- [18] Gonzalo, J. e C. Granger (1995) Estimation of common long-memory components in cointegrated systems. *Journal of Business and Economics Statistics*, vol 13, pp 27-36.
- [19] Hasbrouck, J. (1995) One security, many markets: determining the contributions to price discovery. *Journal of Finance*, vol. 50, pp 175-99.
- [20] Houweling, P. and T. Vorst, 2002 “An Empirical Comparison of Default Swap Pricing Models” Working Paper, Erasmus University Rotterdam, June.
- [21] Hull, J., Predescu M. e White A. (2003) The relationship between credit default swap spreads, bond yields , and credit rating announcements. *Journal of Banking and Finance*, vol. 28 (11), pp. 2789-2811.
- [22] Hull, J. e White A. (2000a) Valuing credit default swaps I: no counterparty default risk. *Journal of Derivatives*, vol. 8 , pp 29-40.
- [23] Hull, J. e A. White (2000b) Valuing credit default swaps II: modeling default correlations. *Journal of Derivatives*, vol. 8 , pp 12-22.
- [24] Jarrow, R. A., Lando, D. e Turnbull, S. (1997) A Markov model for the term structure of credit spreads. *Review of Financial Studies*, vol. 10, pp 481-523.
- [25] Jarrow, R. A. e Turnbull S. M. (1995) Pricing derivatives on financial securities subject to credit risk. *Journal of Finance* , vol 50, n.1, pp 53-85.
- [26] Johansen, S. (1988) Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol 12, pp 231-54.
- [27] Kocic, A., Quito, C. e Yared, F. (2000) Identifying the benchmark security in a multifactor spread environment. *Lehman Brothers Fixed Income Derivatives Research*.
- [28] Lehmann, B. N. (2002) Some desiderata for the measurement of Price Discovery across markets. *Journal of Financial Markets* n.5 pp. 259 – 276.
- [29] Longstaff, F. , Mithal S. e 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.

- [30] Longstaff, F. A. e Schwartz, E. (1995) A simple approach to valuing risky fixed and floating rate debt. *Journal of Finance*, vol. 50, pp 789-821.
- [31] Megale (2005) Fatores externos e o risco país. Dissertação de mestrado, Puc-Rj, 03/2003
- [32] Merton, R. (1974) On the pricing of corporate debt: the risk structure of interest rates. *Journal of Finance*, vol 29, pp 449-70.
- [33] Norden, L. e M. Weber (2004) Informational efficiency of credit default swap and stock markets: the impact of credit rating announcements. *CEPR Discussion Paper Series* n. 4250.
- [34] Pieries, Y. A. (1997) The pricing of credit risk derivatives. *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol.21, pp 579-611.
- [35] Reinhart, C., Rogoff, K. & Savastano, M. (2003). “Debt Intolerance,” *Brookings Papers on Economic Activity* 1, pp.1-74.
- [36] Risk . *Credit Derivatives survey*. February 2004.
- [37] Zhu, H. (2004) *An Empirical Comparison of Credit Spreads Between the Bond Market and the Credit Default Swap Market*. Working Paper n.160, BIS.

Anexos

Anexo 1 – Modelo de Hull e White (2000a) para CDS sem risco de contraparte

Formalmente, definamos as seguintes variáveis.

- T : tempo de 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 $q(t)$:

$$\pi = 1 - \int_0^T q(t) dt \quad (1)$$

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:

$$w \int_0^T q(t)[u(t) + e(t)]dt + w\pi u(T) \quad (2)$$

O *payoff* esperado neutro ao risco do CDS é

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

O valor presente do *payoff* esperado do CDS é

$$\int_0^T [1 - \hat{R} - A(t)\hat{R}]q(t)v(t)dt \quad (4)$$

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

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

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

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

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*.

Existe um argumento de não arbitragem que será explorado na parte empírica da dissertação que pode ser usado para entender os determinantes do CDS spread. Definindo $q(t)$ como a probabilidade de default neutra ao risco para o ativo subjacente até o tempo t , e conseqüentemente $Q(t) = 1 - \int_0^t q(s)ds$ sendo $Q(t)$ é 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, \dots, 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 :

$$\sum_{i=1}^N e^{-rt_i} Q(t_i) \rho = \int_0^{t_N} e^{-rt} (100 - M_t) q(t) dt \quad (7)$$

onde r é a taxa de juros livre de risco (suposta constante). O lado esquerdo da equação (24) 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 (24) 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.

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

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.

Suponha 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:

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

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

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:

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

Isto é, o CDS spread deveria ser aproximadamente igual ao spread de crédito (retorno título sujeito a *default* menos taxa livre de risco) do ativo subjacente.

Anexo 2 – Gráficos dos Spreads (Fonte: Bloomberg)