

# ARTIGOS

*ARTICLES*

# METODOLOGIA PARA PRECIFICAÇÃO DE CREDIT DEFAULT SWAPS

*PRICING METHODOLOGY FOR CREDIT DEFAULT SWAPS*

## **Helcio Haruo Sasaki**

Graduado em Economia pela Faculdade de Contabilidade, Economia e Administração da Universidade de São Paulo (FEA-USP). Analista (ALM) – Tesouraria do ABN Banco Real. Rua Carlos Comenale, 96, apto. 61 – Bela Vista – São Paulo – SP – CEP 01332-030  
*E-mail:* helcio\_sasaki@yahoo.com

## **João Luiz Chela**

Graduado em Matemática Pura pela Universidade Estadual Paulista (Unesp-São José do Rio Preto). Mestre em Matemática Aplicada pela Unesp (São José do Rio Preto). Doutor em Matemática Aplicada pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp – SP). Gerente de Modelagem de Risco e Análise Quantitativa da BM&FBOVESPA. Professor Adjunto I do Centro de Ciências Sociais e Aplicadas da Universidade Presbiteriana Mackenzie (CCSA-UPM). Alameda dos Tupiniquins, 168, apto. 12 – Moema – São Paulo – SP – CEP 04077-000  
*E-mail:* chela@mackenzie.br

## **Herbert Kimura**

Graduado em Engenharia Eletrônica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Mestre em Estatística pelo Instituto Militar de Engenharia (IME-USP). Doutor em Administração pela Faculdade de Contabilidade, Economia e Administração da Universidade de São Paulo (FEA-USP). Professor-adjunto do Centro de Ciências Sociais e Aplicadas da Universidade Presbiteriana Mackenzie (CCSA-UPM). Rua da Consolação, 930 – São Paulo – SP – CEP 01302-907  
*E-mail:* herbert.kimura@gmail.com

## Resumo

Apesar de o volume de negociação com derivativos de crédito ter ultrapassado algumas dezenas de trilhões de dólares, o mercado para esses instrumentos ainda é incipiente no Brasil. Porém, com a proposta de negociação de *Credit Default Swaps* (CDS) na BM&F para 2008, é provável que os derivativos de crédito se desenvolvam e consolidem também no mercado brasileiro. Os derivativos de crédito possuem diversas aplicações que vão da proteção ou alavancagem de posições de crédito a possíveis explorações de desequilíbrios de mercado e adequação de carteiras a requisitos de capital. Dessa forma, considerando as diversas utilizações desses instrumentos financeiros e seu crescente volume de negociação, neste trabalho procurou-se apresentar algumas características e modelos para a análise dos derivativos de crédito, estudando-se mais especificamente o Credit Default Swap.

**Palavras-chave:** Derivativos de crédito; Credit Default Swaps; Inadimplência.

## Abstract

Although the global trading volume of credit derivatives has exceeded tenths of trillions of dollars, the market in Brazil for these instruments is still incipient. But, with the proposal of the Brazilian Mercantile and Futures Exchange (BM&F) to allow the trading of Credit Default Swaps (CDS) futures in 2008, the enhancement and consolidation of credit derivatives in the Brazilian market is likely. Credit derivatives have many uses, including hedging and leveraging of credit exposures, exploitation of market imbalances and adequacy of portfolio to capital requirements. Thus, considering the uses of these financial instruments and considering their increasing trading volume, this paper aims to present some characteristics and models to analyze credit derivatives, and specifically, Credit Default Swaps.

**Keywords:** Credit derivatives; Credit Default Swaps; Default.

1

## INTRODUÇÃO

Derivativos de crédito são instrumentos financeiros cujo resultado final está ligado, de alguma maneira, a alterações da qualidade creditícia de emissores de títulos (PARTNOY; SKEEL JR., 2006), que podem decorrer de eventos relacionados a crédito, como inadimplência, degradação do grau de risco ou falência (MINTON; STULZ; WILLIAMSON, 2005). Em termos mais formais, um derivativo de crédito representa um contrato financeiro bilateral que isola aspectos específicos de riscos de crédito de um ativo-objeto e que transfere o risco entre duas partes (JP MORGAN, 1999).

Longstaff e Schwartz (1995) consideram os derivativos de crédito como uma das inovações financeiras mais importantes da década de 1990. De fato, entre 1996 e 2001, o volume de estoque de derivativos de crédito cresceu de US\$ 40 bilhões para cerca de US\$ 1,2 trilhão (BBA, 2002). No primeiro semestre de 2006, o total nocional de derivativos de crédito em estoque atingiu US\$ 45,5 trilhões (ISDA, 2007), evidenciando o acelerado crescimento da negociação desses produtos.

O mercado de derivativos de crédito no Brasil ainda é incipiente, restrito basicamente a securitizações das carteiras de empréstimos via debêntures, Fundos de Investimentos de Direitos Creditórios (FDIC) e Certificados de Recebíveis Imobiliários (CRI). Já outros produtos como o Credit Default Swaps (CDS), Collateralized Debt Obligations (CDO), Collateralized Loan Obligations (CLO) ainda não são negociados no país. Mas com a proposta de negociação de CDS na BM&F para 2008, é provável que os derivativos de crédito se desenvolvam e consolidem também no mercado brasileiro.

Conforme Arcoverde (2002), o principal motivo para o fraco desempenho e do diminuto tamanho do mercado de derivativos de crédito no Brasil foi o longo período inflacionário, pois os grandes bancos preferiam financiar a dívida pública interna que possuía menor risco de *default*, era negociada em mercados líquidos e remunerava a taxas atrativas. Além disso, o Banco Central do Brasil, ao limitar as instituições autorizadas a operar com derivativos de crédito no país, impôs certa barreira para o desenvolvimento desse mercado (SOUZA, 2006).

A despeito das dificuldades para o estabelecimento do mercado de derivativos de crédito no país, a redução das taxas de juros básicas e o controle da inflação têm motivado as instituições financeiras e os investidores a buscar mais rentabilidade por meio da assunção de maiores riscos e, talvez, da explo-

ração de ineficiências. Uma vez que os derivativos tradicionais já possuem modelos de precificação mais consagrados e um mercado líquido que induz preços com menores *spreads* de compra e venda, os derivativos de crédito, por constituírem produtos relativamente recentes e com modelos de avaliação e gestão de riscos ainda incipientes, surgem como alternativa de exploração de oportunidades de negócio.

O caso brasileiro tornou-se mais relevante na medida em que o mercado de crédito, por exemplo, imobiliário e de automóveis, apresentou forte crescimento nos últimos anos e que instrumentos derivativos ainda não são muito explorados. Deve-se ressaltar que as instituições financeiras detêm já certa *expertise* nesses produtos, pois, embora o mercado brasileiro ainda esteja em seus estágios iniciais, diversos agentes já vêm negociando derivativos de crédito nos mercados internacionais.

Considerando uma classificação genérica, os derivativos de crédito mais comuns são: Fundo de Investimentos em Direitos Creditórios (FIDC), Certificados de Recebíveis Imobiliários (CRI), Credit Default Swaps (CDS), Credit Default Digital, Total Return Swaps, Credit-Spread Options, Credit Linked Notes (CLN), Collateralized Bond Obligation (CBO), Collateralized Debt Obligation (CDO), Collateralized Loan Obligation (CLO) e Asset-backed Commercial Papers (ABCP). Entre os diferentes tipos de derivativos de crédito, o CDS é o mais popular (HULL; PREDESCU; WHITE, 2004) e será objeto de estudo deste trabalho.

Em especial, neste artigo, desenvolve-se um modelo para precificar um CDS, considerando as variáveis de probabilidade de evento de crédito, do valor do título após evento de crédito (*recovery rate*) e de *spread* cobrado.

## 2

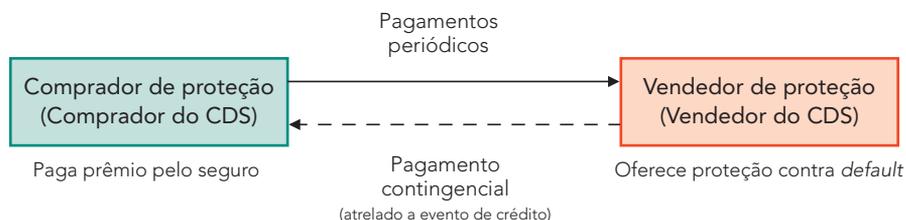
### ESTRUTURA GERAL DO CREDIT DEFAULT SWAP

Um Credit Default Swap (CDS) é um contrato bilateral no qual uma contraparte, chamada de comprador da proteção, paga uma taxa periódica ou prêmio sobre um valor nocional em troca de um pagamento contingencial, efetuado pela outra contraparte, o vendedor da proteção, no caso de ocorrência de um evento de crédito em uma entidade de referência (JP MORGAN, 1999).

O CDS é um produto tipicamente negociado no mercado de balcão, e, apesar de possuir grande potencial para ser customizado segundo necessidades de duas contrapartes, a maioria dos contratos são padronizados para aumentar sua negociabilidade (JAKOLA, 2006). O CDS constitui o principal derivativo de crédito, e seu volume de negociação evoluiu consistentemente há mais de uma década. Dados do ISDA (2007) mostram que o total de CDS em estoque cresceu de US\$ 919 bilhões em 2001 para cerca de US\$ 34,4 trilhões em 2006.

### Figura 1

#### Estrutura básica de um CDS



Fonte: Elaborada pelos autores.

Considerando os elementos de um CDS, o prêmio confere proteção contra perdas decorrentes de eventos de crédito que afetam títulos da entidade de referência, conforme estabelecido no contrato. O prêmio pago ao vendedor é definido por meio de uma taxa acordada entres as contrapartes. O valor desembolsado periodicamente será função da taxa efetiva pelo prazo do último até o próximo pagamento do prêmio multiplicado pelo valor total assegurado.

O vendedor da proteção, portanto, recebe um prêmio para assegurar o comprador da proteção contra perdas que podem ocorrer em razão de eventos de crédito da entidade de referência, que representa o emissor de um título de dívida, por exemplo, uma empresa ou um país. Visando padronizar as nomenclaturas, quando um investidor compra proteção contra um evento de crédito, está “comprado em proteção” ou “vendido em risco”. O investidor que vende uma proteção está “vendido em proteção” ou “comprado em risco”.

Para ilustrar o mecanismo de proteção, suponhamos que o comprador de CDS tenha em sua carteira um ativo de uma entidade de referência, como uma debênture de uma empresa. Nesse caso, o CDS irá oferecer ao seu portador a

segurança da integridade do valor do título de dívida em caso de *default* do emissor da debênture, de forma análoga a um seguro. Essa proteção custará um pagamento periódico que o comprador do CDS desembolsa para o vendedor. Usualmente, a periodicidade do pagamento é trimestral ou semestral, com contagem baseada em meses de 30 dias em um ano de 360 dias (30/360) ou em dias corridos (DC), considerando um ano de 360 dias (*act/360*).

A dinâmica básica de um CDS, em termos de ganhos ou perdas de valor do instrumento financeiro, é ilustrada a seguir. Suponhamos que um investidor tenha comprado o CDS e pago um determinado valor. Se, certo período após a compra da proteção, a percepção do risco de *default* da entidade de referência aumentar, um outro investidor, para adquirir um seguro com as mesmas especificações, provavelmente deverá pagar mais caro.

Assim, o comprador do CDS pode obter um resultado positivo no derivativo caso a percepção de risco de crédito aumente, pois teria adquirido o seguro a um preço mais baixo que o valor de mercado atual. Em contrapartida, caso a percepção do risco de crédito diminua, o valor de mercado do seguro seria menor e o comprador da proteção incorreria em uma perda no derivativo, uma vez que teria pago caro pelo seguro. A contraparte, ou seja, o vendedor da proteção, apuraria um ganho, pois teria vendido o seguro a um preço maior do que o valor de mercado do derivativo.

Seguindo uma nomenclatura de mercado, serão denominados: o prêmio pago para o seguro como cupom *C*, o valor garantido pelo seguro em caso de *default* como nocional ou *notional N* e a taxa que gera o cupom como *spread s*. Adicionalmente às nomenclaturas, neste trabalho serão consideradas as seguintes premissas:

- não se considera o risco das contrapartes, ou seja, de um *default* do cupom do comprador ou do *default* do *notional* do vendedor do CDS;
- o modelo utilizado para contagem de dias de cupom será *act/360*;
- os vencimentos do CDS e do título emitido pela entidade de referência serão sempre os mesmos;
- não se considera a opção de Cheapest to Delivery (CTD) no preço do CDS;
- o *hedge* do risco de crédito do título será de 100% do valor e será feito unicamente via CDS;
- qualquer evento de crédito aciona o gatilho para liquidação do CDS;

- o investidor é neutro ao risco;
- o mercado é perfeitamente arbitrado;
- não existe prêmio relacionado à liquidez do papel.

A discussão de um exemplo permite contextualizar melhor o CDS. Suponhamos que um investidor tenha um título de dívida, em dólares, emitido no exterior pelo governo brasileiro, remunerado a uma taxa prefixada e que não haja pagamentos de cupons intermediários, ou seja, trata-se de uma operação em que o titular só irá recuperar seu dinheiro acrescido de juros no vencimento do papel. Se for considerado apenas o título em posse, existem dois tipos de riscos envolvidos: o risco de mercado, em razão da potencial flutuação da taxa de juros, e de crédito, devido à possibilidade de algum evento de crédito dificultar o recebimento do principal acrescido dos juros.

Esse risco de crédito, por exemplo, poderia estar associado a um possível *default* do governo brasileiro. Se esse evento ocorrer, o valor do título diminuirá consideravelmente. Na prática, mesmo que o *default* ocorra, o título de dívida não perde todo o seu valor, pois existe uma possibilidade de se obter um valor residual, denominado de valor de recuperação ou *recovery value*.

Singh (2005) mostra que, apesar de ser comumente desconsiderada, a correlação entre o valor de recuperação do título em *default* e a probabilidade do evento de crédito não é nula. Além disso, em termos de calibragem de parâmetros, a utilização de dados históricos para obter a taxa de recuperação pode não ser uma alternativa adequada, por não refletir as condições de mercado atuais.

Voltando ao exemplo, com a compra de um CDS, o investidor imunizará sua carteira somente contra o risco de *default* e, portanto, continuará exposto ao risco da taxa de juros. Quando chegar o vencimento e nenhum evento de crédito ocorrer, o comprador já terá desembolsado periodicamente ao vendedor os cupons sem ter utilizado o seguro. Se houver o *default*, o comprador receberá o valor nocional assegurado, porém, terá desembolsado as despesas com o pagamento dos cupons. O valor de cada cupom  $S$  pago é dado por:

$$S = \left[ 1 + s * \left( \frac{DC}{360} \right) \right] x \left[ \frac{N}{c} \right] \quad (1)$$

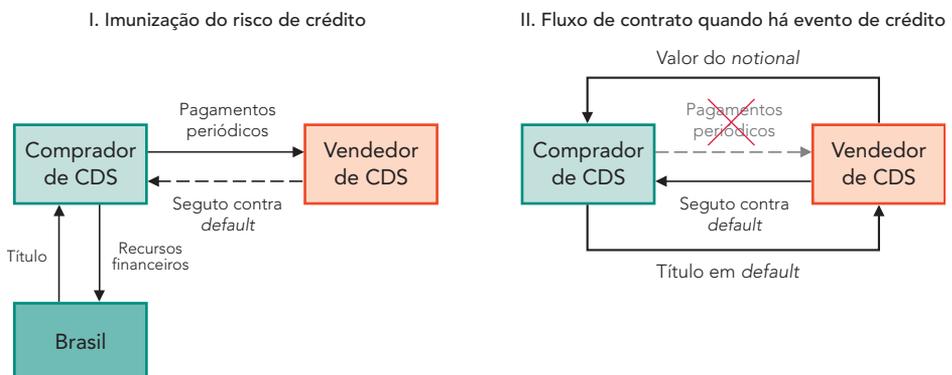
sendo:

- S o valor monetário do cupom;
- s o *spread* requerido pelo vendedor e pago pelo comprador de CDS; em geral a taxa é linear  $act/360$ ;
- DC o número de dias corridos entre os pagamentos de cupons, sendo os vértices mais utilizados os meses de janeiro, abril, julho e outubro;
- N o *notional* ou valor nocional, que é o valor futuro do título;
- c o valor assegurado em cada contrato de CDS.

Para explicitar as variáveis N e c, supondo que o *notional* seja US\$ 100.000 e que cada contrato de CDS garanta um valor de US\$ 1.000, serão necessários 100 contratos de CDS ( $N/c = US\$100.000/US\$1.000$ ) para a imunização.

Na figura a seguir, é esboçada a dinâmica de imunização do risco de crédito do título de dívida do governo brasileiro usando o CDS e os fluxos no caso em que ocorre evento de crédito.

**Figura 2**  
Descrição do mecanismo do CDS

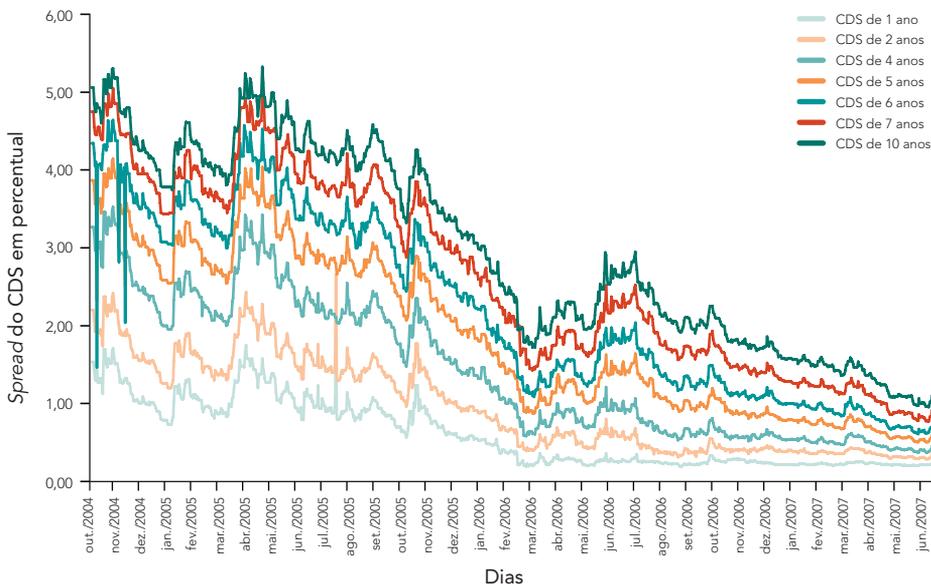


Fonte: Adaptação de DAS (1998) e elaboração dos autores.

O Gráfico 1 descreve a evolução dos *spreads* pagos pelo Credit Default Swap do Brasil.

## Gráfico 1

### Curva de spread pago pelo Credit Default Swap



Fonte: Elaborado pelos autores.

Pode-se notar pelo *spread* pago pelo CDS que há uma tendência clara de queda dos *spreads*, implicando cada vez mais que o diferencial do título com risco de crédito sobre o livre de risco está fechando. Como argumentado por Pastore e Pinotti (2007), o longo processo de reformas liberalizantes resultou, ao governo, em uma situação bastante favorável em relação à diminuição de riscos. Mais recentemente, os sucessivos superávits nas contas correntes reduziram a dívida externa e permitiram a acumulação de reservas, o que complementado pela eliminação da componente da dívida pública atrelada ao câmbio, blindaram a economia contra choques externos, e já derrubaram os prêmios de risco para um nível próximo ao de países classificados como “grau de investimento”.

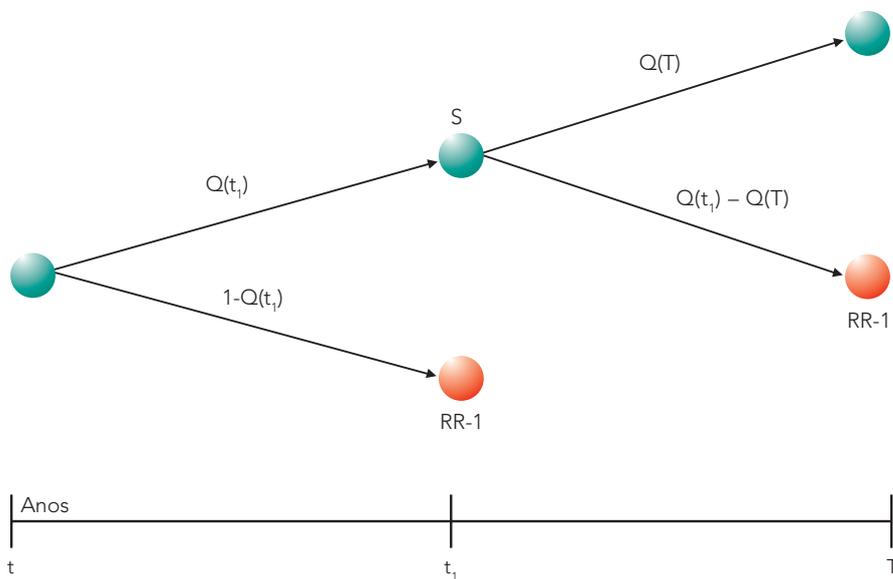
Na discussão a seguir, será utilizada a metodologia de Santos (2005) para exemplificar o mecanismo de precificação do título de dívida e de um CDS.

### 3 PRECIFICAÇÃO DE UM CDS

Para calcular o valor presente de um CDS, pode-se utilizar, em termos gerais, a mesma metodologia aplicada por Sasaki (2007) e Santos (2005) para calcular o preço de um título de dívida, porém contemplando algumas peculiaridades. Um vendedor de CDS, ou seja, o vendedor da proteção, no caso de *default*, irá pagar a diferença entre o valor do *notional* previamente acordado e o *recovery value*, ou seja,  $(RR - 1) \cdot N$ . Para simplificar a notação, sem perda de generalidade, será considerado que o valor do *notional* equivale a uma unidade monetária. Em compensação, o vendedor de um CDS recebeu o pagamento dos prêmios ou cupons do CDS até a data da falência de crédito. Se não houver evento de crédito, o vendedor irá receber os cupons do CDS até o vencimento do derivativo, sem sofrer desembolsos. A figura a seguir mostra a árvore de resultados em um contexto de capitalização contínua, para o vendedor de um CDS.

Figura 3

Árvore de probabilidade de um vendedor de CDS



Fonte: Elaborado pelos autores.

O cupom S refere-se a um valor pago para se adquirir o seguro contra *default*. Essa variável S é um valor monetário obtido em função da taxa de *spread* s, do *notional* N e da periodicidade do pagamento.

Assumindo que os cronogramas de pagamento dos cupons do título e do derivativo sejam iguais e dividindo o fluxo esperado de pagamentos futuros em não contingentes ao *default*  $CDS_{nd}$  e contingentes ao *default*  $CDS_d$ , tem-se:

$$CDS_{nd} = Q(t_1) \cdot S \cdot F_{t_1} + Q(T) \cdot S \cdot F_T \quad (2)$$

$$CDS_d = [1 - Q(t_1)] \cdot [RR - 1] \cdot F_{t_1} + [Q(t_1) - Q(T)] \cdot [RR - 1] \cdot F_T = [Q(t) - Q(t_1)] \cdot [RR - 1] \cdot F_{t_1} + [Q(t_1) - Q(T)] \cdot [RR - 1] \cdot F_T \quad (3)$$

em que:

- $\lambda_i$  é a intensidade de *default* para o período i;
- $Q(t_i) = \exp(-t_i \cdot \lambda_i)$  é a probabilidade de não ocorrer o *default* no período i;
- $F_i$  é o fator de desconto de uma taxa livre de risco para trazer o fluxo a valor presente;
- n é o número de cupons da operação.

Pode-se generalizar o modelo de precificação para n cupons, com  $t_n = T$ .

$$CDS_{nd} = S \cdot \sum_{i=1}^n [\exp(-t_i \cdot \lambda_{i,n}) \cdot F_i] \quad (4)$$

$$CDS_d = (RR - 1) \cdot \sum_{i=1}^n \left\{ [\exp(-t_{i-1} \cdot \lambda_{i-1,n}) - \exp(-t_i \cdot \lambda_{i,n})] \cdot F_i \right\} \quad (5)$$

em que:

- $\lambda_{i,n}$  é a intensidade do *default* do período i dentro da operação com prazo n.

Logo, o preço do CDS em percentual do *notional* N será:

$$CDS = CDS_{nd} + CDS_d \quad (6)$$

No mercado, é muito comum utilizar RR igual a 25% para os papéis de mercados emergentes, ou seja, em caso de evento de crédito de um título brasileiro, o mercado irá esperar uma taxa de recuperação de 25% do valor de face. A taxa de *spread* cobrada como prêmio para a obtenção do valor dos cupons a título de seguro contra *default* pode ser facilmente obtida, na medida em que esse é o valor negociado entre os investidores do mercado.

Portanto, falta descobrir a probabilidade de *default* do CDS, que no caso da taxa contínua é dada por  $\lambda$  e no caso discreto é dada por  $p$ . Para isso, pode-se usar uma lógica de precificação de *swaps* tradicionais, na qual a ideia central para precificar é de que as pontas, ativa e passiva, de um *swap* devem ser iguais quando trazidas a valor presente, no instante inicial da operação. Caso contrário, haveria espaço para arbitragem.

Para contextualizar, suponhamos a situação de um investidor que comprou o derivativo. Em uma das pontas, se não houver *default*, ele pagará periodicamente um prêmio  $S$  pelo seguro que o CDS lhe oferece em caso de evento de crédito. Na outra ponta, se houver *default*, ele receberá o valor de face menos o *recovery value*. Se as duas pontas, a valor presente, forem iguais, pode-se obter o valor da intensidade de *default*  $\lambda$  implícito. Vejamos, a seguir, um exemplo para obter a taxa de intensidade *default* implícita  $\lambda$  em um CDS.

Suponhamos que um investidor tenha comprado em CDS: o *payoff* desse investidor equivale à probabilidade de *default* multiplicada por  $1 - RR$ , ou seja,  $(1 - RR) \cdot (Q_{i-1} - Q_i)$ , menos a probabilidade de não *default* multiplicada pelo cupom, isto é,  $S \cdot Q_i$ . Dada a condição de não arbitragem, deve-se identificar um  $\lambda$  tal que os valores presentes das duas pontas sejam iguais.

Para exemplificar com valores numéricos, admitindo que a taxa do *spread* seja de 106 *basis points* (106/10000), que o valor nominal seja \$1, que  $r$  seja constante e igual a 5,25% e que o *recovery value*  $RR$  seja 25%, podem-se obter os dados apresentados na Tabela 1. Deve-se ressaltar que, nessa tabela, o valor presente foi transformado em fator de desconto pela fórmula  $1/(1 + r \cdot t_i)$ , em que  $r$  é a taxa livre de risco;  $t_i$ , a periodicidade dos cupons em anos; e  $i$ , o número do cupom.

Tabela 1

Cálculo para obtenção do  $\lambda$  de um CDS com spread de 106 bps

Spread ("s")		106 bps								
Recovery rate ("RR")		25%								
Vencimento em anos:		10								
$\lambda$ (lambda)										
Calendário	Dias corridos	Dias corridos acumulados	Cupons	Q(t)	Q(t-1) - Q(t)	Taxa livre de risco	Fator de desconto da taxa livre de risco	Valor presente esperado sem default	Valor presente esperado com default	Valor presente esperado
0	8/jun./07			100,00%						0,00%
1	8/dez./07	183	0,539%	99,29%	0,71%	5,25%	97,40%	-0,52%	0,52%	0,00%
2	8/jun./08	183	0,539%	98,58%	0,71%	5,25%	94,93%	-0,50%	0,50%	0,00%
3	8/dez./08	183	0,539%	97,88%	0,70%	5,25%	92,59%	-0,49%	0,49%	0,00%
4	8/jun./09	182	0,536%	97,18%	0,69%	5,25%	90,37%	-0,47%	0,47%	0,00%
5	8/dez./09	183	0,539%	96,49%	0,69%	5,25%	88,24%	-0,46%	0,46%	0,00%
6	8/jun./10	182	0,536%	95,80%	0,68%	5,25%	86,22%	-0,44%	0,44%	0,00%
7	8/dez./10	183	0,539%	95,12%	0,68%	5,25%	84,28%	-0,43%	0,43%	0,00%
8	8/jun./11	182	0,536%	94,44%	0,67%	5,25%	82,44%	-0,42%	0,42%	0,00%
9	8/dez./11	183	0,539%	93,77%	0,67%	5,25%	80,66%	-0,41%	0,41%	0,00%
10	8/jun./12	183	0,539%	93,10%	0,67%	5,25%	78,96%	-0,40%	0,40%	0,00%
11	8/dez./12	183	0,539%	92,44%	0,66%	5,25%	77,33%	-0,39%	0,39%	0,00%
12	8/jun./13	182	0,536%	91,78%	0,66%	5,25%	75,78%	-0,37%	0,37%	0,00%
13	8/dez./13	183	0,539%	91,13%	0,65%	5,25%	74,27%	-0,36%	0,36%	0,00%
14	8/jun./14	182	0,536%	90,48%	0,65%	5,25%	72,84%	-0,35%	0,35%	0,00%
15	8/dez./14	183	0,539%	89,87%	0,65%	5,25%	71,45%	-0,35%	0,35%	0,00%
16	8/jun./15	182	0,536%	89,20%	0,64%	5,25%	70,12%	-0,34%	0,34%	0,00%
17	8/dez./15	183	0,539%	88,56%	0,64%	5,25%	68,83%	-0,33%	0,33%	0,00%
18	8/jun./16	183	0,539%	87,93%	0,63%	5,25%	67,59%	-0,32%	0,32%	0,00%
19	8/dez./16	183	0,539%	87,30%	0,63%	5,25%	66,39%	-0,31%	0,31%	0,00%
20	8/jun./17	182	0,536%	86,68%	0,62%	5,25%	65,24%	-0,30%	0,30%	0,00%
<b>TOTAL</b>								-7,96%	7,9%	0,00%

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados do sistema Bloomberg.

Nota: Para obter " $\lambda$ ", utilizamos a função "Goal Seek" do Microsoft Excel, zerando o somatório dos valores presentes.

Considerando os dados numéricos, o valor de  $\lambda$  que iguala os valores das duas presentes pontas do *swap* é dado por 1,41%.

Até agora, o modelo utilizado leva em consideração a hipótese de que a probabilidade de ocorrer um evento de crédito é constante ao longo do tempo. Porém, mediante uma rápida leitura de mercado, é plausível supor que essa assunção não seja muito realista, pois, em geral, quanto maior é a vida do título, maior é o prêmio necessário para o investidor aceitar o risco de crédito.

A curva de intensidade de *default* pode assumir basicamente três formas ou uma combinação entre elas:

- curva crescente, na qual existe relação direta entre tempo e percepção do aumento de risco de crédito, implicando taxas crescentes do *spread*  $s$ ;
- curva decrescente, na qual existe uma expectativa de uma melhora no perfil da dívida no médio e no longo prazos, implicando taxas decrescentes de  $s$ ;
- curva constante ou *flat*, na qual a percepção dos investidores sobre o risco de crédito permanece similar ao longo do tempo, implicando um valor constante para  $s$ .

Para se obter uma curva de intensidade de *default*, é necessário calcular a probabilidade de evento de crédito de títulos com vencimentos diferentes, porém do mesmo emissor. Pode-se utilizar o método *bootstrapping* que, em termos gerais, considera a probabilidade de *default* de um título com  $n$  anos como função do valor das probabilidades de *default* dos títulos com duração menor do que  $n$ .

Pode-se apresentar um exemplo para avaliar a curva de intensidade *default* implícita  $\lambda$  de dois ativos com risco, com periodicidade do cupom  $S$  semestral. Utilizando o método de *bootstrapping*, calcula-se primeiro o valor da intensidade de *default* do ativo mais curto  $\lambda_1$ , utilizando a equação 5. Para calcular  $\lambda_2$  referente ao segundo ativo, utiliza-se o mesmo valor de intensidade de *default*  $\lambda_1$  até o vencimento do papel curto. A diferença entre o período de vencimentos dos ativos permite determinar  $\lambda_2$ .

O exemplo a seguir busca clarificar o mecanismo. Suponhamos que a taxa de juros livre de risco seja constante e igual a 5,25% ao ano, a taxa de recuperação seja de 25% do valor de face, o valor nominal seja \$1 e que os cupons sejam semestrais. As características das taxas de *spreads*  $s$  dos CDS são apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2**

**Spreads para diversos prazos de CDS**

Taxa <i>spreads</i>	Vencimento em anos
23 bps	1
33 bps	2
44 bps	3
71 bps	5
100 bps	10

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados do sistema *Bloomberg*.

Com base nesses dados, pode-se calcular a curva de intensidade de *default*, descrita parcialmente na Tabela 3.

Tabela 3

Cálculo para obtenção de  $\lambda$  de vários CDS

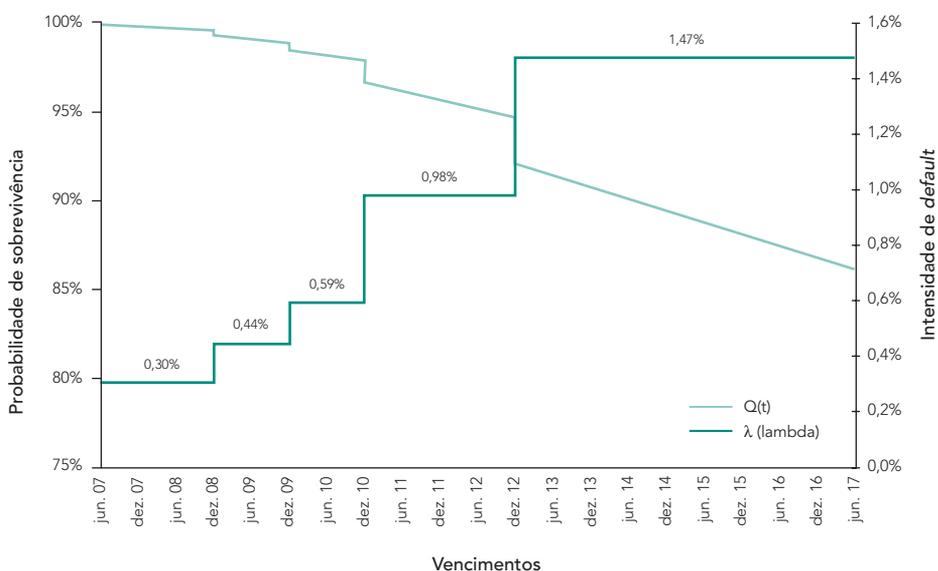
	Spread ("s")	23 bps	33 bps	44 bps	71 bps	106 bps						
Recovery rate ("RR")		25%	25%	25%	25%	25%						
Vencimento em anos:		1	2	3	5	10						
$\lambda$ (lambda)												
Calendário	Dias corridos	Dias corridos acumulados	Cupons com 1 ano	Cupons com 2 ano	Cupons com 3 ano	Cupons com 5 ano	Cupons com 10 ano	$\lambda$ (lambda)	Q(t)	Q(t-1) - Q(t)	Taxa livre de risco	Fator de desconto da taxa livre de risco
0	8/jun./07								100,00%			
1	8/dez./07	183	0,116%	0,169%	0,223%	0,363%	0,540%	0,304%	99,85%	0,15%	5,25%	97,40%
2	8/jun./08	183	0,116%	0,169%	0,223%	0,363%	0,540%	0,304%	99,69%	0,15%	5,25%	94,93%
3	8/dez./08	183		0,169%	0,223%	0,363%	0,540%	0,445%	99,32%	0,37%	5,25%	92,59%
4	8/jun./09	182		0,167%	0,222%	0,361%	0,537%	0,445%	99,10%	0,22%	5,25%	90,37%
5	8/dez./09	183			0,223%	0,363%	0,540%	0,592%	98,51%	0,59%	5,25%	88,24%
6	8/jun./10	182	1,096		0,222%	0,361%	0,537%	0,592%	98,21%	0,29%	5,25%	86,22%
7	8/dez./10	183	1,279			0,363%	0,540%	0,978%	96,58%	1,63%	5,25%	84,28%
8	8/jun./11	182	1,461			0,361%	0,537%	0,978%	96,11%	0,48%	5,25%	82,44%
9	8/dez./11	183	1,644			0,363%	0,540%	0,978%	95,63%	0,48%	5,25%	80,66%
10	8/jun./12	183	1,827			0,363%	0,540%	0,978%	95,16%	0,47%	5,25%	78,96%
11	8/dez./12	183	2,010				0,540%	1,472%	92,11%	3,05%	5,25%	77,33%
12	8/jun./13	182	2,192				0,537%	1,472%	91,43%	0,68%	5,25%	75,78%
13	8/dez./13	183	2,375				0,540%	1,472%	90,75%	0,68%	5,25%	74,27%
14	8/jun./14	182	2,557				0,537%	1,472%	90,07%	0,67%	5,25%	72,84%
15	8/dez./14	183	2,740				0,540%	1,472%	89,40%	0,67%	5,25%	71,45%
16	8/jun./15	182	2,922				0,537%	1,472%	88,74%	0,66%	5,25%	70,12%
17	8/dez./15	183	3,105				0,540%	1,472%	88,08%	0,66%	5,25%	68,83%
18	8/jun./16	183	3,288				0,540%	1,472%	87,42%	0,66%	5,25%	67,59%
19	8/dez./16	183	3,471				0,540%	1,472%	86,77%	0,65%	5,25%	66,39%
20	8/jun./17	182	3,653				0,537%	1,472%	86,13%	0,64%	5,25%	65,24%

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados do sistema Bloomberg.

O Gráfico 2 facilita a visualização da curva de intensidade de *default* e também plota os valores da probabilidade de sobrevivência. Pode-se observar que, utilizando o método de *bootstrapping*, a intensidade do *default* é constante entre um vencimento e outro, o que cria o formato de escada. O aumento dos valores reflete que os investidores acreditam que haverá piora na qualidade de crédito com o passar do tempo.

**Gráfico 2**

Curvas de probabilidade de sobrevivência e da intensidade de *default*



Fonte: Elaboração dos autores.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, contextualizou-se inicialmente o mercado de derivativos de crédito, com foco no Credit Default Swap, explicando suas principais características, bem como discutindo a lógica financeira desse produto.

Por meio do método *bootstrapping* e utilizando dados de mercado, pode-se obter, de forma implícita, a curva de intensidade de *default*. Vale ressaltar que, apesar de a discussão ter focado o Credit Default Swap, a lógica descrita pode ser adaptada e aplicada a outros derivativos de crédito.

Pode-se evidenciar a relevância do tema explicitando que o mercado de derivativos de crédito tem apresentado um crescimento impressionante tanto na estruturação de produtos quanto no volume financeiro negociado. Essa tendência de expansão pode-se manter na medida em que novos produtos financeiros são desenvolvidos e tendo em vista que a utilização evolui para diversos setores que buscam transferência de riscos de crédito.

Apesar de a utilização mais evidente do CDS estar associada à transferência de risco de crédito da carteira, existem também outras aplicações práticas relevantes envolvendo a questão da arbitragem e a otimização do capital regulatório alocado para os ativos de risco, conforme exigência do acordo de Basileia.

Assim, os derivativos de crédito possuem diversas aplicações que vão da proteção ou alavancagem de posições de crédito a possíveis explorações de desequilíbrios de mercado e adequação de carteiras a requisitos de capital.

Dessa forma, considerando as diversas utilizações desses instrumentos financeiros e seu crescente volume de negociação, neste trabalho procurou-se apresentar algumas características e modelos para análise dos derivativos de crédito, estudando mais especificamente o Credit Default Swap.

## Referências

ANDRITZKY, J.; SINGH, M. *The pricing of Credit Default Swaps during distress*, IMF Working Paper, 2006. Disponível em: [www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2006/wp06254.pdf](http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2006/wp06254.pdf). Acesso em: 6 maio 2010.

ARCOVERDE, G. L. *O mercado de crédito no Brasil*. Notas Técnicas do Banco Central do Brasil, 15, 2002. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/pec/NotasTecnicas/Port/2002nt15creditmarketbrazilp.pdf>. Acesso em: 6 maio 2010.

BBA. British Bankers' Association. *Credit Derivatives Report 2001/2002*. September, 2002. Disponível em: [www.bba.org.uk/bba/jsp/polopoly.jsp?d=805&a=257](http://www.bba.org.uk/bba/jsp/polopoly.jsp?d=805&a=257). Acesso em: 6 maio 2010.

\_\_\_\_\_. British Bankers' Association. *Credit Derivatives Report 2003/2004*. September, 2004. Disponível em: [www.bba.org.uk/bba/jsp/polopoly.jsp?d=341&a=4400](http://www.bba.org.uk/bba/jsp/polopoly.jsp?d=341&a=4400). Acesso em: 6 maio 2010.

CHORAFAS, D. N. *Credit derivatives & the management of risk*. New York: New York Institute of Finance, 2000. p. 122-130.

CREDIT SUISSE FIRST BOSTON. *Emerging markets sovereign strategy: the Credit Default Swap*, 2002. Disponível em: [www.research-and-analytics.csfb.com](http://www.research-and-analytics.csfb.com). Acesso em: 6 maio 2008.

DAS, S. *Credit derivatives: Trading & Management of Credit & Default Risk*. London: Wiley, 1998.

DÍAZ, A.; GONZÁLEZ, M. O.; NAVARRO, E. *Bond portfolio immunization, immunization risk and idiosyncratic risk: Spanish experience*, 2006. Working paper. Disponível em: [www.fep.up.pt/conferencias/pfn2006/Conference%20Papers/498.pdf](http://www.fep.up.pt/conferencias/pfn2006/Conference%20Papers/498.pdf). Acesso em: 6 maio 2010.

EWAN, J.; BARRETT, R. *BBA credit derivatives report 2006*, British Bankers' Association, 2006. Disponível em: [www.bba.org.uk/content/1/c4/76/71/Credit\\_derivative\\_report\\_2006\\_exec\\_summary.pdf](http://www.bba.org.uk/content/1/c4/76/71/Credit_derivative_report_2006_exec_summary.pdf). Acesso em: 6 maio 2010.

HULL, J.; PREDESCU, M.; WHITE, A. *The relationship between credit default swaps spreads, bond yields, and credit rating announcements*. Working paper. Joseph L. Rotman School of Management, University of Toronto, 2004. Disponível em: [www.rotman.utoronto.ca/~hull/downloadablepublications/HPWPaperonCDSSpreads.pdf](http://www.rotman.utoronto.ca/~hull/downloadablepublications/HPWPaperonCDSSpreads.pdf). Acesso em: 6 maio 2010.

ISDA. *International Swaps and Derivatives Association*. Summary of market survey results, mid-year, 2007. Disponível em: [www.isda.org/statisticss/recent.html#2007mid](http://www.isda.org/statisticss/recent.html#2007mid). Acesso em: 6 maio 2010.

JAKOLA, M. *Credit default swap index options: evaluating the viability of a new product for the CBOE*. Working paper. Kellogg School of Management, Northwestern University, 2006. Disponível em: [www.kellogg.northwestern.edu/research/fimrc/papers/jakola.pdf](http://www.kellogg.northwestern.edu/research/fimrc/papers/jakola.pdf). Acesso em: 6 maio 2010.

JP MORGAN. *The JP Morgan guide to credit derivatives*. Risk Publications, 1999. Disponível em: [www.investinginbonds.com/assets/files/Intro\\_To\\_Credit\\_Derivatives.pdf](http://www.investinginbonds.com/assets/files/Intro_To_Credit_Derivatives.pdf). Acesso em: 6 maio 2010.

LEHMAN BROTHERS. *Credit derivatives explained: market, products, and regulation*, 2001. Disponível em: [www.investinginbonds.com/assets/files/LehmanCredDeriv.pdf](http://www.investinginbonds.com/assets/files/LehmanCredDeriv.pdf). Acesso em: 6 maio 2010.

LETTER FROM THE EXECUTIVE DIRECTOR. *A retrospective of ISDA's Activities 2006-2007*, 2007. Disponível em: <http://www.isda.org/wwa/fretro2006-2007.html#credit>. Acesso em: 10 maio 2007.

LONGSTAFF, F. A.; SCHWARTZ, E. S. Valuing credit derivatives. *The Journal of Fixed Income*, v. 5, n. 1, p. 6-12, June 1995.

MERRILL LYNCH. *Credit derivative handbook 2003: a guide to products, valuation, strategies and risks*, 2003. Disponível em: [www.ucema.edu.ar/conferencias/download/CDS20.8.pdf](http://www.ucema.edu.ar/conferencias/download/CDS20.8.pdf). Acesso em: 6 maio 2010.

MINTON, B. A.; STULZ, R.; WILLIAMSON, R. *How much do banks use credit derivatives to reduce risk?* Working paper 11579. National Bureau of Economic Research, 2005. Disponível em: [www.papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=785364](http://www.papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=785364). Acesso em: 6 maio 2010.

PACKER, F.; SUTHIPHONGCHAI, C. Sovereign credit default swaps. *BIS Quarterly Review*, 2003. Disponível em: [www.bis.org/publ/qtrpdf/r\\_qt0312g.pdf](http://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt0312g.pdf). Acesso em: 6 maio 2010.

PARTNOY, F.; SKEEL JR., D. A. *The promise and perils of credit derivatives*. Research paper 06-22. University of Pennsylvania. Institute for Law and Economics, 2006. Disponível em: [papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=929747](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=929747). Acesso em: 6 maio 2010.

PASTORE, A. C.; PINOTTI, M. C. Na antessala do grau de investimento. *Jornal Valor Econômico*, 18 jun. 2007. Disponível em: [www.acpastore.com/acpastore/busca/Detalhe.aspx?ID=218](http://www.acpastore.com/acpastore/busca/Detalhe.aspx?ID=218). Acesso em: 6 maio 2010.

POLLACK, E. R. Assessing the usage and effect of credit derivatives. International Finance Seminar. Harvard Law School, April 28<sup>th</sup>, 2003. Working paper. Disponível em: [www.law.harvard.edu/programs/about/pifs/education/sp33.pdf](http://www.law.harvard.edu/programs/about/pifs/education/sp33.pdf). Acesso em: 6 maio 2010.

SANTOS, L. V. *A relação entre o mercado de títulos e Credit Default Swaps e o apreçamento da opção Cheapest to Deliver*. 2005. Dissertação (Mestrado profissionalizante em Modelagem em Finanças)–Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

SASAKI, H. *Metodologia de cálculo do preço dos títulos com risco de crédito e dos Credit Default Swap*. 2007. Monografia (Graduação em Economia)–Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SCHÖNBUCHER, P. J. *Credit derivatives pricing models – models, pricing and implementation*. London: Wiley, 2003.

SINGH, M. *Are Credit Default Swap spreads high in emerging markets? An alternative methodology for proxying recovery value*. Working paper, 2003. Disponível em: [www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2003/wp03242.pdf](http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2003/wp03242.pdf). Acesso em: 6 maio 2010.

SINGH, M.; ANDRITZKY, J. *Overpricing in emerging market Credit-Default-Swap contracts: some evidence from recent distress cases*. Working paper, 2005. Disponível em: [www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2005/wp05125.pdf](http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2005/wp05125.pdf). Acesso em: 6 maio 2010.

SLAVÍČEK, J. *Financial Markets Instruments*, 2006.

SOUZA, E. A. *Uma visão geral dos derivativos de crédito e sua aplicação na administração de carteiras expostas a riscos de crédito*. 2006. Dissertação (Mestrado)–Ibmec, São Paulo, 2006.

TSE, T. *Credit markets in 2005*. Deutsche Bank, 2005. Disponível em: [www.finmath.stanford.edu/seminars/documents/CreditMarketsin2005.pdf](http://www.finmath.stanford.edu/seminars/documents/CreditMarketsin2005.pdf). Acesso em: 6 maio 2010.

ZHU, H.; PACKER, F. Contractual terms and CDS pricing. *BIS Quarterly Review*, March 2005.