

ENSAIO TEÓRICO: MODELOS INTERNOS DE LGD PARA O RISCO DE CRÉDITO SEGUNDO AS DIRETRIZES DO ACORDO DE BASILEIA II

RESUMO

O acordo de Basileia II vai permitir aos bancos utilizarem modelos internos, na abordagem avançada IRB (*Internal Rating-Based*), que sirvam de base para o cálculo dos requisitos mínimos de capital em função do nível de exposição ao risco de crédito. Dentre os principais componentes estimados estão a probabilidade de *default* (PD – *probability of default*), a perda dado o *default* (LGD – *loss given default*) e a exposição no *default* (EAD – *exposure at default*). O objetivo deste artigo é apresentar os principais conceitos da gestão de risco de crédito no que concerne o acordo de Basileia II, além de diversos modelos de estimativas de LGD que vem sendo desenvolvidos. O modelo LossCalc, da Moody's KMV, é um dos exemplos de modelos atualmente utilizados na estimação das perdas em uma carteira de crédito e que será abordado com mais detalhes neste ensaio. Nele, a taxa de recuperação no momento de *default* é considerada uma variável estocástica independente da PD. Outros estudos, como os realizados por Carey (1988), Hu e Perraudin (2002) e Frye (2000), apontam a dependência entre PD, LGD e o risco sistêmico.

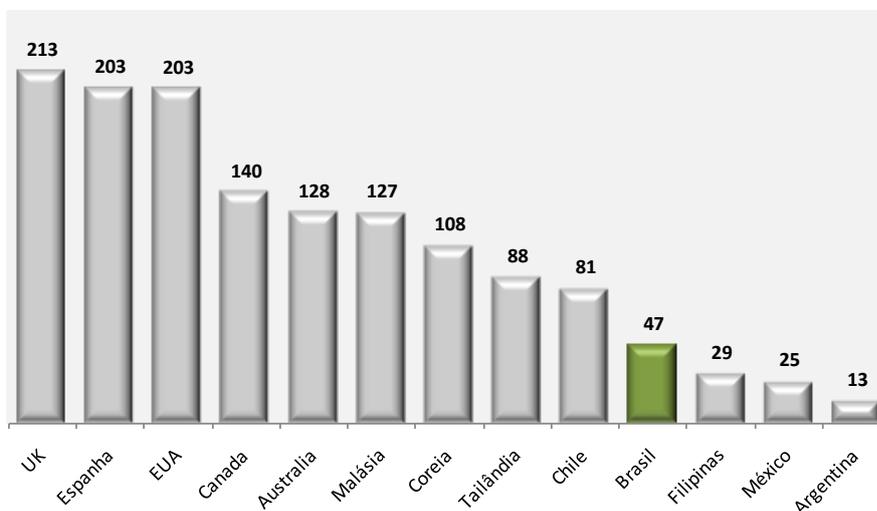
Palavras-chave: Basileia II, risco de crédito, LGD, LossCalc.

1. INTRODUÇÃO

A concessão de crédito é requisito essencial para o desenvolvimento de um país. Nos últimos anos, a oferta de crédito no Brasil tem aumentado de maneira significativa, influenciada por diversos fatores importantes, como a queda nas taxas de juros, o aumento do prazo médio das operações e a estabilidade econômica.

Segundo dados do Banco Central do Brasil (BACEN), o estoque total de empréstimos bancários no sistema financeiro em relação ao PIB passou de 31,6% em 2007 para 47,2% em 2010. Esta ampliação de recursos financeiros destinados à concessão de crédito causa também o aumento dos riscos e a necessidade de maior controle por parte das instituições financeiras e do regulador do mercado financeiro, o BACEN. O gráfico abaixo mostra a relação crédito/PIB em alguns países do mundo.

Gráfico 1. Relação Crédito/PIB (%) em alguns países do mundo



Fonte: Fitch Ratings (2009) e BACEN (2010)

A partir dos dados de concessão de crédito em relação ao PIB, conclui-se que o Brasil ainda está distante de países desenvolvidos como Espanha e Estados Unidos, e de países emergentes, como o Chile e a Malásia. Se a tendência de aumento do crédito atual for mantida, é possível que o Brasil alcance em alguns anos os níveis dos países com maior volume de financiamentos no mundo.

Para os bancos, é importante precificar e gerenciar o risco de crédito de maneira cada vez mais precisa, utilizando sistemas mais sofisticados de gestão. Já o BACEN deve estar apto a exigir requisitos mínimos de capital que consigam refletir o verdadeiro risco das carteiras de crédito dos bancos, seguindo diretrizes traçadas internacionalmente pelo comitê de Basileia II e adaptando algumas regras para as especificidades do mercado brasileiro.

A implantação do acordo de Basileia II tem sido, para muitas instituições financeiras em todo o mundo, uma das maiores e mais importantes iniciativas dos últimos anos no que concerne a gestão de riscos. Além da introdução dos sistemas internos de *ratings*, o acordo é também um estímulo ao aprimoramento das práticas de gestão de riscos adotadas pelos bancos, gerando, como consequência, o aumento da competitividade entre eles (Miu e Ozdemir, 2009).

No Brasil, o Banco Central determinou em 2004, através do comunicado 12.746, o cronograma de implementação da Basileia II, com previsão de encerramento no final de 2011. Em outubro de 2009 ocorreu a última atualização do cronograma, através do comunicado 19.028, e a previsão de encerramento do processo de implantação foi alterada para o final do primeiro semestre de 2013.

Em particular, o órgão regulador estabelece que instituições financeiras podem utilizar modelos internos que sirvam de base para o cálculo dos requisitos mínimos de capital em função do nível de exposição ao risco de crédito. Dentre os principais componentes estimados através de modelos internos estão a probabilidade de *default* (PD), a perda dado o *default* (LGD) e a exposição no *default* (EAD).

2. ACORDO DE BASILEIA I

Desde o início dos anos 80, as maiores economias do mundo têm se esforçado na tentativa de adaptar os diferentes padrões de regulamentação bancária existentes em um padrão internacional mais abrangente e comum entre os países. Em 1988, surge o primeiro acordo de Basileia, relatório com recomendações ao sistema bancário mundial e resultado de quinze meses de negociação entre os membros do Comitê de Supervisão Bancária (BCBS)¹, formado pelos bancos centrais dos países do G10², além de Luxemburgo e da Suíça.

De acordo com Wagster (1996), os dois principais motivos que estavam explícitos neste primeiro acordo eram (i) reduzir os riscos do sistema bancário internacional e (ii) minimizar as desigualdades competitivas provenientes de diferenças na alocação de capital exigido aos bancos entre os países (arbitragem regulatória). Havia ainda, segundo Wagster (1996) outro motivo importante por trás do acordo, que era a eliminação das vantagens competitivas dos japoneses em relação aos outros países participantes do Comitê, devido a diferenças nos custos de *funding*.

Embora o primeiro acordo já buscasse ser mais sensível ao risco, através da ponderação dos ativos na alocação de capital, ainda assim não havia a diferenciação da

¹ O comitê foi formado em 1974 e tem o suporte do BIS (*Bank for International Settlements*), não possui autoridade formal e seus acordos são realizados voluntariamente pelos seus membros (Wagster, 1996).

² Bélgica, Canadá, França, Alemanha, Itália, Japão, Holanda, Suécia, Reino Unido e Estados Unidos.

qualidade do crédito dos tomadores nem das garantias oferecidas pela contraparte, o que incentivava os bancos a realizarem empréstimos mais arriscados na busca por maiores retornos. Além disto, havia somente cinco fatores de ponderação (*risk weights*) – 0, 10, 20, 50 e 100%, dependendo do tipo de ativo (BCBS, 1988). Na tabela abaixo estão algumas classes de ativos com suas respectivas ponderações.

Tabela 1. Fator de Ponderação de algumas Classes de Ativos

Classe de Ativo	Fator de Ponderação
Empréstimos Comerciais	100%
Financiamento Imobiliário	50%
Títulos de bancos multilaterais de desenvolvimento	20%
Títulos de instituições do setor público	0 a 50%
Títulos de governos de países da OCDE	0%

Fonte: Elaboração própria a partir de BCBS (1988)

Um financiamento imobiliário de \$50,000, por exemplo, equivalia a um ativo ponderado ao risco (RWA – *risk weighed asset*) no valor de \$25,000 (fator de ponderação de 50% multiplicado pelo valor do ativo, o empréstimo de \$50,000). Assim, o capital alocado pelo banco deveria ser igual a \$2,000 (8%³ do RWA).

3. ACORDO DE BASILEIA II

O novo comitê de Basiléia II surge com a publicação denominada “Convergência Internacional de Mensuração de Capital e Padrões de Capital - Estrutura Revisada” (*International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards – a Revised Framework*), e procura revisar as recomendações emitidas pelo primeiro acordo. Seu principal objetivo é fortalecer a robustez e a estabilidade do sistema bancário internacional, através de novas recomendações que visam assegurar uma alocação de capital mais sensível ao risco⁴, separar o risco de crédito do risco operacional e reduzir a arbitragem regulatória. Além disto, o comitê pretende com este novo acordo encorajar os bancos a desenvolverem sistemas de gestão de riscos internos cada vez melhores e mais modernos (Dierick et al., 2005).

A Basiléia II se baseia em três pilares que têm por objetivo avaliar a adequação de capital, manter um processo de supervisão regulatória e assegurar a transparência e a disciplina de mercado do sistema bancário.

3.1. O primeiro Pilar – requerimentos de capital

O primeiro pilar tem como objetivo principal alinhar melhor os requerimentos regulatórios de capital com o “capital econômico” exigido pelos investidores e contrapartes (Gordy e Howells, 2006). É neste pilar que se encontram as regras para a determinação dos requerimentos mínimos de capital através de diferentes abordagens que podem ser utilizadas pelas instituições financeiras.

³ No Brasil, o capital mínimo alocado deve ser superior a 11% do RWA, mais conservador do que o valor sugerido pela Basiléia.

⁴ O nível de capital alocado pelos bancos deve ser mantido, mas esta alocação deve ser mais sensível ao risco.

No que concerne o risco de crédito, a Basiléia II fornece duas abordagens de cálculo para alocação de capital regulatório. A primeira delas, conhecida como abordagem padronizada (*standardized approach*), é baseada em *ratings* divulgados pelas agências externas de classificação de risco de crédito (S&P e Moody's, por exemplo) ou em valores fixados pelo regulador de mercado. A segunda abordagem, mais sofisticada que a primeira, é conhecida como abordagem IRB (*Internal Rating-Based*), e permite aos bancos utilizarem alguns parâmetros estimados internamente para o cálculo dos requerimentos regulatórios de capital (Al-Tamimi, 2008).

Dentro da abordagem IRB, existem outras duas variantes disponíveis aos bancos. Na primeira delas, a abordagem fundamental (*foundation*), os modelos internos são parcialmente estimados pela instituição financeira, ou seja, somente o parâmetro conhecido como probabilidade de *default* (PD) deve ser calculado, enquanto os outros parâmetros são fixados pelo regulador. Já na segunda abordagem IRB, a avançada (*advanced*), os modelos internos são totalmente estimados pela instituição financeira, ou seja, além do cálculo de PD, outros três parâmetros devem ser estimados: a perda dado o *default* (LGD), a exposição no *default* (EAD) e o prazo efetivo de vencimento (M - *Maturity*). Para o cálculo destes componentes, os bancos devem possuir uma boa base de dados e sofisticadas técnicas de gestão de risco (Al-Tamimi, 2008).

3.2. O segundo pilar – processo de supervisão regulatória

O segundo pilar do acordo de Basiléia II determina que as instituições financeiras sejam responsáveis por avaliar e gerenciar os diversos riscos que elas enfrentam, mantendo níveis de capital suficientes para cobrir tanto as perdas esperadas quanto as perdas inesperadas. Os reguladores, por sua vez, devem analisar se a alocação de capital de cada instituição financeira está em linha com seu perfil de risco e sua estratégia de negócios (Dierick et al., 2005). Para tanto, são indicados quatro princípios-chaves inerentes ao processo de supervisão bancária (BCBS, 2004):

- a. Cada banco deve possuir um processo para avaliar se sua alocação de capital está de acordo com seu perfil de risco, além de ter uma estratégia de manutenção dos níveis de capital.
- b. Os reguladores devem rever as estratégias de avaliação e alocação de capital dos bancos, além de suas habilidades em monitorar e assegurar a adequação de acordo com os quocientes de capital. Devem ainda realizar ações apropriadas se não estiverem satisfeitos com o resultado destes processos.
- c. Os reguladores devem esperar que os bancos operem acima do quociente mínimo de capital regulatório, e ainda ter a habilidade de exigir dos bancos a manutenção de capital acima do mínimo requerido.
- d. Os reguladores devem procurar intervir antecipadamente para que o capital de um banco não fique abaixo do nível mínimo requerido para suportar seu perfil de risco, além de exigir rápida ação remediadora caso o capital não seja mantido ou recomposto.

3.3. O terceiro pilar – transparência e disciplina de mercado

O comitê de Basiléia II quer assegurar, através do pilar III, que os bancos publiquem informações focadas nos parâmetros-chaves de seu perfil de negócios, de sua exposição e

gestão do risco (Dierick et al., 2005). Tal transparência é vista como pré-requisito para o funcionamento efetivo da disciplina de mercado por parte dos bancos. Tanto as informações quantitativas quanto as qualitativas devem ser divulgadas. Para o risco de crédito, os bancos deverão publicar dados de sua estrutura de carteiras, dos tipos mais comuns de exposição de crédito, da distribuição geográfica e setorial e dos empréstimos deficientes. Além disto, informações sobre as técnicas de mitigação do risco e securitização dos ativos devem ser fornecidas. Os bancos deverão também divulgar alguns detalhes de seus modelos de gestão de risco de crédito caso utilizem a abordagem IRB (Dierick et al., 2005).

3.4. Abordagem IRB avançada

Na abordagem IRB, as exposições devem ser categorizadas em classes de ativos com as definições e critérios fornecidos pelo Comitê de Basileia II (Stephanou e Mendoza, 2005):

- (i) *Componentes de risco* – estimativas dos parâmetros de risco PD, LGD, EAD e M, que podem ser calculados pelos bancos ou fornecidos pelo regulador;
- (ii) *Funções das ponderações do risco* – as fórmulas pelas quais os componentes de risco são transformados em ativos ponderados ao risco para alocação de capital;
- (iii) *Requerimentos mínimos de capital* – os padrões mínimos necessários para que um banco utilize a abordagem IRB em dada classe de ativo.

Ao contrário da abordagem padronizada, em que os fatores de ponderação dos ativos pelo risco são normalmente definidos pelo regulador de mercado, tornando o cálculo de capital mínimo necessário mais simples, na abordagem IRB avançada os requerimentos de capital devem ser calculados pela fórmula de alocação de capital através dos parâmetros estimados pela instituição financeira por meio de modelos internos.

Fórmula de alocação de capital

O modelo de Vasicek (2002), motor de cálculo de capital na abordagem IRB, descreve as distribuições de perdas em empréstimos dependentes de um único fator de risco. Nele, os requerimentos de capital possuem a exata interpretação do VaR (*Value at Risk*): capital necessário para absorver as perdas potenciais de uma carteira de empréstimos no horizonte de tempo de um ano, com a probabilidade (ou nível de confiança) de 99.9% (Repullo e Suarez, 2008). Em geral, a fórmula para o cálculo de capital na abordagem IRB é (BCBS, 2004)⁵:

$$\text{Capital (K)} = \text{LGD} \times N \left[\frac{N^{-1}(\text{PD})}{\sqrt{(1-R)}} + \sqrt{\frac{R}{(1-R)}} \times N^{-1}(0.999) \right] - \text{PD} \times \text{LGD}$$

em que:

K (%) = Capital requerido

LGD = Perda dado o *default*

PD = Probabilidade de *default*

R = Fator de ajuste da correlação

N = Distribuição normal acumulada

N^{-1} = Inversa da distribuição normal acumulada

⁵ Ver BCBS (2004) para o detalhamento das fórmulas de alocação de capital no modelo IRB, para cada classe de ativos.

O fator de ajuste da correlação dos ativos (R) é igual a:

$$\text{Atacado: Correlação (R)} = 0.12 \times \frac{(1 - e^{-50 \times \text{PD}})}{(1 - e^{-50})} + 0.24 \times \left[1 - \frac{(1 - e^{-50 \times \text{PD}})}{(1 - e^{-50})} \right]$$

$$\text{Varejo: Correlação (R)} = 0.03 \times \frac{(1 - e^{-35 \times \text{PD}})}{(1 - e^{-35})} + 0.16 \times \left[1 - \frac{(1 - e^{-35 \times \text{PD}})}{(1 - e^{-35})} \right]$$

Na classe de ativos de atacado, a fórmula de capital (K) deve ser ainda multiplicada por um fator de ajuste ao prazo efetivo de vencimento (M), conforme segue:

$$\text{Capital(K)} = \left[\text{LGD} \times N \left[\frac{N^{-1}(\text{PD})}{\sqrt{(1-R)}} + \sqrt{\frac{R}{(1-R)}} \times N^{-1}(0.999) \right] - \text{PD} \times \text{LGD} \right] \times \left[\frac{1 + (M - 2.5) \times b}{1 - 1.5 \times b} \right]$$

$$\text{Ajuste ao prazo de vencimento (b)} = (0.11852 - 0.05478 \times \ln(\text{PD}))^2$$

E finalmente, para calcular o valor dos ativos ponderados ao risco, é necessário multiplicar o capital (K) por 12.5 e pela exposição (EAD). Para a Basileia II, o capital alocado pelos bancos deve ser igual ou superior a 8% do somatório dos produtos das exposições pelos seus respectivos fatores de ponderação. Assim:

$$\text{Ativo Ponderado ao Risco (RWA)} = K \times 12.5 \times \text{EAD}$$

$$\text{Capital Alocado} = 8\% \times \text{RWA}^6$$

4. PARÂMETROS DE RISCO – BASILEIA II

De acordo com Schuermann (2004), a abordagem IRB se baseia em quatro parâmetros utilizados na estimativa do risco de crédito de um ativo financeiro: a probabilidade de *default* (PD), ou seja, a chance de um *default* ocorrer em um dado horizonte de tempo; a perda dado o *default* (LGD), que é igual a uma fração da exposição, já descontadas as recuperações ocorridas, que será perdida; e a exposição no *default* (EAD), isto é, a quantidade devida pela contraparte no momento do *default*. Enquanto a PD é bastante descrita e estudada na literatura do risco de crédito, o parâmetro LGD ainda tem sido pouco explorado (Altman, 2006).

A perda esperada (EL – *expected loss*) de uma instituição financeira em um portfólio de crédito, no horizonte de um ano, é baseada nos parâmetros PD, LGD e EAD, dado um valor de M, de acordo com as seguintes expressões (Schuermann, 2004):

$$\text{EL} = \text{PD} \times \text{LGD} \times \text{EAD} \quad (\text{expressa como um valor numérico})$$

$$\text{EL (\%)} = \text{PD} \times \text{LGD} \quad (\text{expressa como percentual da EAD})$$

Vale ressaltar que a EL por si só não constitui o risco. Se os valores de perdas fossem sempre iguais aos níveis esperados, não haveria incerteza. No entanto, a EL deveria ser vista como um custo antecipado para se realizar negócios e incorporada ao preço dos empréstimos e provisões de crédito ex-ante (Stephanou e Mendoza, 2005).

O risco de crédito, na verdade, ocorre devido às variações dos níveis reais de perdas, dando origem às perdas inesperadas (UL – *unexpected loss*) em uma carteira de crédito. Estatisticamente, a perda inesperada é igual ao desvio padrão da perda esperada. A alocação

⁶ No Brasil, o capital mínimo alocado deve ser superior a 11% do RWA e não os 8% sugeridos pela Basileia II.

de capital dos bancos provém da necessidade em se proteger contra a volatilidade das perdas, entende-se a UL, em certo nível de confiança.

A abordagem IRB é baseada nas medidas de perda inesperada (UL) e esperada (EL). As funções dos fatores de ponderação de risco produzem requerimentos de capital para a porção inesperada das perdas, ou seja, para a UL (BCBS, 2004, § 212).

4.1. Probabilidade de *default* (PD)

A probabilidade de *default* (PD) está relacionada a um evento de *default*. Para Basiléia II (BCBS, 2004, § 452), um *default* ocorre quando um banco considera que o devedor não é capaz de honrar parte significativa de suas obrigações ou quando o devedor está em atraso superior a 90 dias (em algumas situações, o regulador de mercado estipula este limite em 180 dias).

Existem diversos modelos utilizados na estimação da PD, tanto para exposições de atacado quanto para exposições de varejo. São exemplos de modelos utilizados o *Z-score* (Altman, 1968) e o modelo KMV desenvolvido pela Moody's KMV, baseado na abordagem de estrutura de capital de Merton (1974).

4.2. Perda dado o *default* (LGD)

Segundo Altman (2006), a LGD é expressa como sendo igual à unidade menos a taxa de recuperação (RR – *recovery rate*), isto é, o percentual daquilo que não foi recuperado após o momento de *default*. Já Peter (2009) expressa a LGD como um percentual da EAD em uma exposição de crédito e, para um dado produto *j* que esteja em *default*, seu valor é igual a:

$$LGD_{j(t_{DF})} = \frac{EAD_{j(t_{DF})} - NPV(Rec_{j(t), t \geq t_{DF}}) + NPV(Costs_{j(t), t \geq t_{DF}})}{EAD_{j(t_{DF})}}$$

Na expressão anterior, NPV se refere ao valor presente líquido, Rec e Costs são todas as recuperações e os custos observados em dado momento *t*, e *t_{DF}* se refere ao momento do *default*. A fórmula indica ainda que as recuperações e os custos das exposições só deverão ser incluídos na fórmula de LGD caso tenham ocorrido após o *default*, e devem ser descontados por uma taxa apropriada até este momento.

De acordo com Peter (2009), a taxa de desconto utilizada pode afetar significamente o resultado da perda econômica e da LGD. Schuermann (2004), por sua vez, sugere que a taxa de desconto deveria representar o risco de um ativo semelhante. Neste contexto, a taxa livre de risco, por exemplo, não deveria ser utilizada.

As recuperações ocorridas após o *default* resultam da venda de colaterais, garantias, massa falida entre outros. Os custos ligados às exposições em *default* podem ser diretos ou indiretos, notadamente os custos legais, administrativos, as taxas de seguros, custos de estocagem, manutenção, reparos de ativos entre outros (Peter, 2009).

4.3. Exposição no *default* (EAD)

O acordo de Basiléia II define que a EAD, para uma exposição no balanço ou fora do balanço, é igual à exposição bruta esperada do produto em caso de *default* do tomador. Para itens no balanço, bancos devem estimar EAD igual a pelo menos o valor do saque realizado. Na abordagem avançada, bancos devem estabelecer procedimentos para a estimação do EAD

para exposições fora do balanço. Além disto, devem especificar as estimativas de EAD para cada tipo de produto, refletindo também a possibilidade de saques adicionais pelos clientes até o momento e depois da ocorrência do *default*. Para cada tipo de produto, as estimativas de EAD devem ser claras e não-ambíguas (BCBS, 2004, § 474).

Para itens no balanço, o valor de EAD é igual ao saldo contábil no momento de *default*. Para os itens fora do balanço e linhas de crédito aprovadas, além da parcela conhecida da EAD, isto é, o valor já sacado de uma linha de crédito (DCL – *drawn credit lines*), é necessário estimar valores para a parcela que não foi retirada da linha de crédito do tomador (UCL – *undrawn credit lines*). O percentual da UCL que ainda será utilizado até o momento do *default* é conhecido como fator de conversão de crédito (CCF – *credit conversion factor*). A expressão do valor não utilizado da linha de crédito é dada por (Gruber e Parchert, 2009):

$$EAD_{\text{não utilizado}} = UCL \times CCF$$

A EAD total no horizonte de tempo de um ano é igual ao valor utilizado da linha de crédito somado ao valor que será utilizado até o momento do *default*. Portanto:

$$EAD_{\text{total}} = DCL + UCL \times CCF$$

Na abordagem IRB avançada, o CCF deve ser estimado através de modelos internos, para cálculo do uso potencial de uma linha de crédito. Jacobs Jr. (2008), por exemplo, investigou através de dados empíricos os determinantes da EAD e construiu um modelo econométrico para previsão deste parâmetro.

5. LGD – DEFINIÇÕES, ESTUDOS E MODELOS

A LGD é elemento essencial na abordagem IRB avançada, visto que as instituições financeiras devem calcular seu valor através de modelos internos ao invés de utilizar os valores fixados pelo regulador de mercado (Bennett, Catarineu e Moral, 2005). Existem diversas definições e estudos importantes referentes ao parâmetro LGD e que serão apresentadas a seguir.

5.1. Definições de LGD

O parâmetro LGD é o valor de perda ex-post expresso como um percentual da EAD para uma exposição de crédito, caso o tomador do empréstimo esteja em *default*. No caso de um tomador que não esteja em *default*, a LGD é a estimativa ex-ante da perda também expressa como um percentual da EAD, ou seja, é uma variável aleatória que deve ser estimada através de modelos internos na abordagem IRB avançada (Bennett, Catarineu e Moral, 2005).

Para o cálculo de LGD das exposições que não estejam em *default*, existem métodos subjetivos⁷, que são baseados na experiência e julgamento por parte dos especialistas diretamente envolvidos no processo, e métodos objetivos, que utilizam dados de perdas realizadas para o desenvolvimento de modelos. Os métodos objetivos podem ser explícitos ou implícitos (Bennett, Catarineu e Moral, 2005).

Segundo Peter (2009), os métodos explícitos são aqueles em que as informações analisadas em bases de dados permitem o cálculo direto da LGD. São dois os métodos utilizados (Bennett, Catarineu e Moral, 2005): (i) *market* LGD, abordagem que se baseia na observação dos preços de mercado de títulos ou empréstimos negociáveis logo após o *default*;

⁷ Ressalta-se que a Basileia II não permite metodologias puramente subjetivas no cálculo de LGD (BCBS, 2004).

(ii) *workout* LGD, abordagem baseada no desconto dos fluxos de caixa resultantes do processo de recuperação desde a data do *default* até o final do período de recuperação de crédito.

Já nos métodos implícitos, de acordo com Bennett, Catarineu e Moral (2005), os valores de LGD são derivados de perdas e estimativas de PD, e não podem ser calculados diretamente pelas informações existentes nas bases de dados. Existem dois métodos distintos utilizados: (i) *implied market* LGD, abordagem na qual as estimativas de LGD são derivadas dos preços de mercado de títulos arriscados que não estejam em *default* através de um modelo de precificação de ativos. Segundo Peter (2009), esta abordagem é útil em portfólios com poucas observações de inadimplência; (ii) *implied historical* LGD, método utilizado no cálculo de LGD das carteiras do varejo, que consiste na inferência da LGD das perdas realizadas e de estimativas de PD (Bennett, Catarineu e Moral, 2005).

De acordo com Schuermann (2004), no desenvolvimento de modelos internos pela abordagem IRB avançada, os bancos não somente deverão utilizar sua experiência de práticas internas, mas também terão que considerar características comuns de perdas e recuperações identificadas nos diversos estudos, acadêmicos ou não, já realizados. Assim, os reguladores deverão estar cientes destas características comuns para avaliar se a abordagem utilizada por cada um dos bancos está adequada ou não.

Segundo Miu e Ozdemir (2006), a Basileia II requer a utilização do valor de LGD em momento de recessão econômica (*downturn*) ou no pior momento de um ciclo econômico, isto é, o máximo entre o LGD médio ponderado de longo prazo (*long-run default-weighted average*) e o LGD estressado (*stressed* LGD). Além disto, ela requer que os bancos (i) identifiquem as condições apropriadas de recessão e as dependências adversas, se existirem, entre as taxas de *default* e as taxas de recuperação; e (ii) incorporá-los para produzir parâmetros de LGD para as exposições dos bancos, que sejam consistentes com as condições de recessão identificadas (Miu e Ozdemir, 2006).

Na abordagem IRB avançada, existem duas *filosofias* de LGD que os bancos podem adotar. Na filosofia conhecida como PIT (*point-in-time*), que é normalmente utilizada pelos bancos, a LGD é uma medida cíclica que reflete a LGD esperada, normalmente, nos próximos 12 meses. Por outro lado, na filosofia denominada TTC (*through-the-cycle*), a LGD estimada é uma medida acíclica definida pela média no ciclo econômico e relativamente constante ao longo do ciclo (Miu e Ozdemir, 2006).

Em particular, a estrutura geral de um procedimento de estimação de LGD normalmente consiste das seguintes etapas (Peter, 2009): (i) *coleta de dados*, através da identificação e coleta de todos os dados necessários para a geração de estimativas de LGD; (ii) *pré-processamento*, que é a transformação dos dados coletados em informações na forma necessária para a estimação de LGD e (iii) *geração de estimativas*, isto é, compilar as informações obtidas no pré-processamento e gerar estimativas de LGD, reconhecendo também os efeitos da mitigação dos riscos pela presença de garantias e colaterais.

5.2. Estudos e Modelos de LGD

Na abordagem IRB avançada, é necessário estimar os valores de LGD através de modelos internos desenvolvidos pelas instituições financeiras. De acordo com Jacobson et al. (2006), os *ratings* de crédito internos resumem as propriedades de risco da carteira de empréstimos de um banco e são utilizados para gerenciamento de seu risco. Já para Nakamura e Roszbach (2005), os *ratings* internos contêm evidências de informações privadas que os bancos possuem, distinguindo estes dos *ratings* produzidos por bureaus de crédito, que são

baseados em informações públicas e servem como variáveis de entrada dos modelos de *ratings* internos dos bancos.

Em estudo realizado por Altman (1996), foram investigados mais de 700 títulos em *default* entre os anos de 1978 e 1995 e concluiu que a senioridade tem um papel importante na recuperação das perdas. Enquanto títulos de dívida sênior sem garantia tiveram uma recuperação de 58%, os títulos de dívida sênior sem garantia recuperaram em média 48% do seu valor de face, os títulos de dívida sênior subordinada recuperaram 34% e os títulos de dívida júnior subordinada 31%. Acharya et al. (2003) reportaram em estudo realizado uma taxa de recuperação média de 48% para títulos de dívida sênior com garantia e 51% para títulos de dívida sênior sem garantia no período de 1982 a 1999. Além disto, reportaram que a recuperação dos empréstimos é afetada não somente pela senioridade do título ou por seu nível de segurança, mas também pelas condições da indústria no momento do *default*.

La Porta et al. (2003) analisaram uma carteira de empréstimos no México a pessoas relacionadas diretamente com o banco, isto é, a seus acionistas, familiares e firmas controladas por eles, e verificaram que a taxa média de recuperação dos empréstimos em *default* foi de 27% para os clientes relacionados com o banco e 46% para o restante. Jacobs Jr (2004) encontrou em seu estudo de perdas em empréstimos comerciais realizados pelo banco de atacado JPMorgan Chase, com 3,761 títulos em *default* entre os anos de 1982 e 1999, que o valor médio da LGD foi de 39.8%, com uma taxa anual de desconto de 15%. Além disto, verificou que a LGD é sensível à taxa de desconto (utilizando 10% ou 5% como valor da taxa de desconto, a LGD média foi de 36.2% e 31.9%, respectivamente) e sua distribuição é bimodal.

Dermine e Carvalho (2006) estimaram a LGD em uma amostra com 374 empréstimos de um banco europeu entre os anos de 1995 e 2000, através do valor descontado os fluxos de caixa (*workout* LGD) após o *default*, e encontraram uma recuperação média de 71% nos empréstimos ruins ou duvidosos. Além disto, reportaram que a frequência de distribuição da LGD parece ser bimodal, e apresentaram diversas variáveis explicativas significantes no cálculo de LGD. Caselli et al. (2008) utilizaram uma amostra de 11,649 financiamentos imobiliários e empréstimos a pequenas e médias empresas (SMEs – *small and medium enterprises*) no mercado italiano, e apontaram diversas variáveis macroeconômicas explicativas para estes tipos de empréstimos. Além disto, estimaram a LGD a partir das recuperações ocorridas através dos fluxos de caixa descontados (*workout* LGD).

Nas últimas décadas, os bancos e as consultorias passaram a desenvolver modelos de risco de crédito voltados à mensuração das perdas potenciais, dentro de intervalos de confiança, que as carteiras de crédito poderiam sofrer em um horizonte de tempo (normalmente um ano). Alguns destes modelos de VaR, como o CreditMetrics, desenvolvido pelo J.P. Morgan, o CreditPortfolioView, da McKinsey e o CreditMetrics, da Moody's KMV, tratam a taxa de recuperação no evento de *default* como uma variável estocástica – normalmente modelada através de uma distribuição Beta – independente da PD. Outros modelos, como o CreditRisk+, desenvolvido pelo Credit Suisse Financial Products, tratam a recuperação como um parâmetro constante que deve ser especificado como uma variável de entrada para cada exposição de crédito (Altman, Resti e Sironi, 2001).

Diversos autores apontam a independência entre PD e LGD como um fator questionável. Estudos realizados por Carey (1988), Hu e Perraudin (2002) e Frye (2003), entre outros, mostraram que os parâmetros PD e LGD são negativamente correlacionados e que, se esta dependência não for levada em conta, os cálculos de perdas das carteiras de empréstimos e o capital que deveria ser alocado estarão incorretos. Em particular, quando a

PD é alta a LGD também é alta, o que sugere que existe um risco sistêmico afetando ambos os parâmetros (Huang, 2008).

Alguns modelos que levam em conta a dependência entre PD e LGD foram desenvolvidos nos últimos anos. Frye (2000) desenvolveu um modelo em que os *defaults* são guiados por um único fator sistêmico – o estado da economia – no lugar de diversos parâmetros correlacionados. Este modelo assume que as mesmas condições econômicas que causam o aumento da PD causam também a redução da recuperação e o aumento da LGD. Desta forma, a distribuição da recuperação deve ser diferente em períodos de grande quantidade de *defaults* da distribuição dos períodos com pequena quantidade de *defaults*. Análises empíricas do modelo sugerem ainda que, em momentos de recessão exacerbada, a recuperação dos títulos pode ser reduzida de 20 a 25% do valor da média anual. Pykhtin (2003), Dullmann e Trapp (2004), Rosch e Scheule (2005), entre outros, também propõem modelos que levam em conta a relação da LGD com o risco sistêmico. Estes modelos estruturais conseguem identificar o ciclo econômico e capturar os valores mais altos de LGD, efeitos do pior momento do ciclo.

No Brasil, Silva, Marins e Neves (2009) realizaram trabalho sobre perdas em operações prefixadas no mercado brasileiro, a partir de informações existentes no Sistema de Informações de Crédito (SCR) do BACEN, em uma amostra de 9.557 operações de não-varejo prefixadas. Nele, identificaram que a LGD, assim como encontrado em diversos outros estudos, apresentava uma distribuição bimodal. Além disto, encontraram valores médios de LGD entre 47% e 92% e reportaram as variáveis que influenciaram as perdas estimadas no estudo, como o nível de atividade econômica, a presença de garantia e o valor da operação, a existência de renegociação, entre outras.

6. MODELO LOSSCALC VERSÃO 2.0

O LossCalc é um modelo desenvolvido pela Moody's KMV e considera a taxa de recuperação no momento do *default* como uma variável estocástica independente da PD. É utilizado por investidores e instituições financeiras nas estimativas de LGD para *defaults* ocorridos imediatamente ou que venham a ocorrer dentro de um ano. Em particular, este modelo auxilia os bancos a gerenciarem melhor seu risco de crédito para que seja possível atingir os requerimentos mínimos de capital recomendados pelo acordo de Basileia II, mais especificamente com relação à abordagem IRB avançada, que exige a estimação da LGD através de modelos internos.

Gupton e Stein (2005) observaram que as recuperações das perdas na base de dados utilizada no desenvolvimento do LossCalc não possuíam uma distribuição normal, e que a distribuição Beta seria uma boa alternativa de aproximação para estes dados. Através da transformação dos dados com distribuição Beta em valores equivalentes de uma distribuição normal, os valores de perdas se tornaram estatisticamente “bem comportados” para serem modelados. Além disto, a transformação dos dados foi feita para cada tipo de dívida: empréstimos, títulos e ações preferenciais.

Embora existam vários modelos que utilizam a distribuição Beta em seu desenvolvimento, como Gordy e Jones (2002), Ivanova (2004), Onorota e Altman (2005) e Pesaran et al. (2006), entre outros, existem alguns críticos deste tipo de aproximação nas estimativas de LGD. Dermine e Carvalho (2006) afirmam que os modelos de empréstimos baseados em estimativas de recuperação fixas ou em distribuições Beta não capturam a característica bimodal existente nas perdas em carteiras de crédito. Baixauli e Alvarez (2009) mostram em seu estudo que o desempenho dos modelos que utilizam a distribuição Beta

como base de suas perdas é ruim para a construção de intervalos analíticos de previsão. Os dados do presente estudo deverão verificar se a distribuição Beta pode ser considerada uma boa aproximação ou se existe alguma outra distribuição que se adéque melhor às perdas na carteira de empréstimos analisada.

6.1. Informações Gerais e Fatores Preditivos

O LossCalc foi desenvolvido com base em 3,026 observações de recuperação em empréstimos, títulos e ações preferenciais em seis regiões do mundo (Ásia, Canadá, Europa, America Latina, Estados Unidos e Reino Unido), entre os anos de 1981 e 2004, dentre as quais havia 1,424 empresas públicas e privadas pertencentes a todos os tipos de indústrias de diversos tamanhos. O modelo LossCalc prevê a LGD para *defaults* que podem ocorrer imediatamente ou em até um ano, através de informações preditivas em nível de: colateral, instrumento, firma, indústria e macroeconomia/geografia (Gupton, 2005).

O modelo foi desenvolvido com nove variáveis explicativas, organizadas em cinco grandes níveis, específicos do colateral, do instrumento, da firma, da indústria e da macroeconomia, de acordo com a seguinte estrutura (Gupton, 2005):

- i. *Colaterais e garantias*: caixa da empresa, ativos totais, equipamentos e plantas proprietárias (PP&E – *property plant & equipment*) e suporte das subsidiárias (garantias, ações e ativos-chaves).
- ii. *Instrumento (tipo da dívida e senioridade)*: os tipos de dívida são os empréstimos, títulos e ações preferenciais. A senioridade mostra se um título de dívida possui garantia, se é um título sênior sem garantia ou um título de dívida subordinada, entre outros.
- iii. *Status da firma*: três variáveis
 - a. Alavancagem ajustada aos ciclos de créditos.
 - b. Posição de senioridade relativa.
 - c. Distância ao *default* (DD – *distance to default*), para companhias públicas.
- iv. *Indústria*: duas variáveis
 - a. Média histórica das recuperações na indústria.
 - b. Distância ao *default* (DD) de várias firmas agregadas em nível de indústria e região para fornecer uma indicação futura da direção do ciclo de crédito (taxas de *default*, entre outros).
- v. *Macroeconomia/Geografia*: duas variáveis
 - a. Região (Ásia, Canadá, Europa, América Latina, Estados Unidos e Reino Unido).
 - b. Distância ao *default* (DD) de várias firmas agregadas em nível de indústria e região, utilizando dados de cada região.

6.2. Etapas de Desenvolvimento

Na estimação das recuperações através do modelo LossCalc, as etapas principais do processo podem ser resumidas em (Schmid, 2004):

- i. *Transformação*: devido à natureza assimétrica das recuperações (bimodal), a curva Beta pode ser considerada como boa aproximação desta distribuição. Ela é especificada pelo seu centro e por seus parâmetros, sendo que para cada tipo de dívida haverá uma distribuição Beta diferente. Devido à complexidade em se modelar, é necessário transformá-la em uma distribuição normal, para então utilizar o resultado desta transformação, que é normalmente distribuída com as mesmas probabilidades de uma distribuição Beta equivalente, na modelagem das perdas.
- ii. *Modelagem*: a modelagem consiste de duas etapas, denominadas de mini-modelagem (*mini modelling*) e a modelagem-verdadeira (*true modelling*). A modelagem envolve a determinação estatística dos pesos apropriados para serem utilizados na combinação das variáveis transformadas e dos mini-modelos. A combinação dos fatores preditivos é uma soma linear ponderada, derivada através de técnicas de regressão sem um termo de intercepto. O modelo possui a seguinte forma:

$$\hat{r} = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k$$

Na expressão acima, x_i se refere aos valores transformados e aos mini-modelos, β_i são os pesos e \hat{r} é o valor normalizado da recuperação prevista.

- iii. *Mapeamento*: como o valor de \hat{r} pertence ao espaço normal, a etapa final consiste em aplicar a transformada inversa da distribuição Beta em todos os tipos de dívidas existentes, para então encontrar os valores estimados de perdas e recuperações.

6.3. Validação dos Resultados e Performance

Na validação dos resultados obtidos, é necessário realizar alguns testes para verificar se o modelo foi bem desenvolvido (Schmid, 2004): (i) comparação dos resultados com modelos alternativos, (ii) cálculo dos erros e da correlação com valores reais. Além disto, testes fora-da-amostra e fora-do-tempo devem ser realizados para avaliar o desempenho do modelo em amostras e períodos distintos daqueles em que foi desenvolvido.

Gupton (2005) afirma que os objetivos principais da validação dos resultados são: (i) determinar o desempenho do modelo, (ii) assegurar que a performance do modelo é confiável e bem compreendida, e (iii) confirmar que a abordagem utilizada na modelagem dos dados é robusta através do tempo e ciclos de crédito. Para Gupton (2005), o LossCalc consegue prever melhor a LGD em relação a outras metodologias de médias históricas devido a cinco fatores principais: (i) erro significamente menor, (ii) correlação significamente maior com a LGD, (iii) melhor discriminação entre instrumentos do mesmo tipo, (iv) menos erros grandes, e (v) menores intervalos de previsão, em se comparando com as médias históricas.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Basileia II é um dos principais desafios para as instituições financeiras do Brasil nos próximos anos, no que tange a gestão de risco de crédito. Com a adoção de modelos internos, as instituições financeiras serão capazes de alocar seu capital regulatório de maneira mais sensível ao seu verdadeiro risco de crédito e conseguirão vantagens competitivas frente às outras instituições.

O trabalho apresentado explicitou os principais conceitos referentes ao risco de crédito para o acordo de Basileia II, além de estudos e modelos que vem sendo desenvolvidos nos últimos anos, com destaque para o parâmetro de perda dado o *default* (LGD). Assim, o

trabalho pode servir de referência para aqueles que pretendem estimar as perdas em portfólios de crédito através dos modelos internos mais utilizados atualmente.

Em particular, o LossCalc, da Moody's KMV, é um sistema que vem sendo implantado em diversas instituições financeiras. Com algumas particularidades para o caso brasileiro, é um modelo que consegue estimar de maneira satisfatória as perdas nas carteiras de crédito.

Por fim, ressaltam-se as limitações deste trabalho devido a sua característica puramente teórica. Futuros trabalhos empíricos que serão desenvolvidos a partir deste estudo devem trazer informações e resultados mais práticos com relação às perdas em carteiras de crédito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Altman E. (1968), "Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy," *Journal of Finance*.

Altman E. (2006), "Default recovery rates and LGD in credit risk modeling and practice: an updated review of the literature and empirical evidence". *Working paper*, New York University Salomon Center.

Altman E., Resti A. e Sironi A. (2001), "Analyzing and Explaining Default Recovery Rates," *ISDA*.

Altman E., Resti A. e Sironi A. (2002), "The Link between Default and Recovery Rates: Implications for Credit Risk Models and Procyclicality". *Working Paper*, Stern School of Business, New York University.

Altman E. e Sabato G. (2005), "Effects of the New Basel Capital Accord on Bank Capital Requirements for SMEs". *Journal of Financial Services Research* 28:1/2/3 15 – 42.

Altman E. e Kalotay E. (2010), "A Flexible Approach to Modeling Ultimate Recoveries on Defaulted Loans and Bonds". *Working paper*, New York University Salomon Center.

Al-Tamimi H. (2008), "Implementing Basel II: An Investigation of the UAE Banks' Basel II Preparations". *Journal of Financial Regulation and Compliance*, Vol. 16, No.2, pp. 173-187.

Baixauli J. e Alvarez S. (2009), "On the accuracy of loss-given-default prediction intervals". *Journal of Risk Finance* 10: 131 – 141.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. *Manual de Supervisão Bancária*. Disponível em <http://www.bcb.gov.br>. Acesso em 27/07/2010.

_____. Circular 3.360, de 12 de setembro de 2007.

_____. Comunicado 12.746, de 9 de dezembro de 2004.

_____. Comunicado 18.365, de 22 de abril de 2009.

_____. Comunicado 19.028, de 29 de outubro de 2009.

_____. Nota à imprensa, de 27 de julho de 2010.

_____. Resolução 3.444, de 28 de fevereiro de 2007.

_____. Resolução 3.490, de 29 de agosto de 2007.

Basel Committee on Banking Supervision (1988), "International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards", *Bank for International Settlements*

Basel Committee on Banking Supervision (2001), “International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: A Revised Framework”, *Bank for International Settlements*

Basel Committee on Banking Supervision (2004), “International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: A Revised Framework”, *Bank for International Settlements*

Bastos J. (2010), “Forecasting bank loans loss-given-default”. *Journal of Banking & Finance* 34: 2510 – 2517.

Bennett R., Catarineu E. e Moral G. (2005), “Loss Given Default Validation”, *em Studies on the Validation of Internal Rating Systems. Working Paper 14*, Basel Committee on Banking Supervision, pp 60-76.

Caselli S., Gatti S. e Querci F. (2008), “The sensitivity of the loss given default rate to systematic risk: new empirical evidence on bank loans”. *Journal of Financial Services Research* 34: 1–34.

Dermine J. e Carvalho C. (2006), “Bank loan losses-given-default: A case study”. *Journal of Banking & Finance* 30: 1219 – 1243.

Dierick F., Pires F., Scheicher M. e Spitzer K.G. (2005), “The New Basel Capital Framework and its Implementation in the European Union”. *Occasional Paper Series*, No. 42, European Central Bank, Frankfurt/M.

Dullman K. e Trapp M. (2004), “Systematic Risk in Recovery Rates – An Empirical Analysis of U.S. Corporate Credit Exposures”, *EFWA Basel Paper*.

Fitch Ratings. Acesso em 16/12/2010, disponível em www.fitchratings.com.

Frye J. (2000), “Depressing Recoveries”, *Risk*, November.

Gordy M. e Howells B. (2006), “Procyclicality in Basel II: Can we treat the disease without killing the patient?”. *Journal of Financial Intermediation*, 15, 395-417.

Gordy M. e Jones D. (2002), “Capital allocation for securitizations with uncertainty in loss prioritization”, *Working Paper*, Mimeo Federal Reserve Board, pp. 1-23.

Gruber W. e Parchert R., “Overview of EAD Estimation Concepts”, *em Engelmann B. e Rauhmeier R. (Eds), The Basel II Risk Parameters: Estimation, Validation, and Stress Testing*. Springer, Berlim, 2009.

Gupton M. (2005), “Advancing Loss Given Default Prediction Models: How the Quite Have Quickened”. *Economic Notes* 34: 185 – 230.

Gupton M. e Stein R. (2005), “LossCalc V2: Dynamic prediction of LGD”. *Moody’s Investors Service*.

Ivanova V. (2004), “LGD-Rating for a portfolio of retail loans”, *Working Paper*, University of Oxford, Oxford.

Jacobs Jr. M. (2008), “An Empirical Study of Exposure at Default.” *OCC Working Paper*, Washington, DC.

Jacobson T., Linde J. e Roszbach K. (2006), “Internal Rating Systems, Implied Credit Risk and the Consistency of Bank’s Risk Classification Policies”. *Journal of Banking & Finance* 30: 1899 – 1926.

- Kaltofen D., Paul S. e Stein S. (2006), “Retail Loans & Basel II: Using Portfolio Segmentation to Reduce Capital Requirements”. *ECRI Research Report* No 8.
- La Porta R., Lopez-deSilanes F. e Zamarripa G. (2003), “Related Lending”. *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 118, No. 1.
- Merton R. (1974), “On the pricing of corporate debt: the risk structure of interest rates”. *Journal of Finance*, v. 29, p. 449 – 470.
- Miu P. e Ozdemir B. (2006), “Basel Requirement of Downturn LGD: Modeling and Estimating PD & LGD Correlations”. *Journal of Credit Risk*, vol. 2, no. 2, pp. 43-68.
- Miu P. e Ozdemir B. Eds. (2009): *Basel II Implementation: A Guide to Developing and Validating a Compliant, Internal Risk Rating System*. New York: McGraw-Hill.
- Nakamura L. e Roszbach K. (2005), “Credit Ratings and Bank Monitoring Ability”, mimeo Federal Reserve Bank of Philadelphia.
- Onoroto M. e Altman E. (2005), “An integrated pricing model for defaultable loans and bonds”, *European Journal of Operational Research* 163: 65 – 82.
- Pesaran M., Schuermann T., Treutler B. e Weiner S. (2006), “Macroeconomic Dynamics and Credit Risk: A Global Perspective”. *Journal of Money, Credit & Banking* 38: 1211 – 1261.
- Peter C., “Estimating Loss Given Default – Experiences from Banking Practice”, em Engelmann B. e Rauhmeier R. (Eds), *The Basel II Risk Parameters: Estimation, Validation, and Stress Testing*. Springer, Berlin, 2009.
- Pykhtin M. (2003), “Unexpected recovery risk”, *Risk*, 16, 74-78.
- Repullo R. e Suarez J. (2006), “Loan pricing under Basel capital requirements” *Journal of Financial Intermediation*, 13, 496 – 521.
- Repullo R. e Suarez J. (2008), “The Procyclical Effects of Basel II” *CEPR Discussion Paper*, No. 6862.
- Rosch D. e Scheule H. (2005), “A Multi-Factor Approach for Systematic Default and Recovery Risk”, *Journal of Fixed Income*, 15 (2): 63 – 75.
- Schmid B. (2004), *Credit Risk Pricing Models: Theory and Practice*. Springer, New York.
- Schuermann T. (2004), “What Do We Know About Loss Given Default?”. *Working Paper*, Federal Reserve Bank of New York.
- Silva A., Marins J. e Neves M., “Loss Given Default: um estudo sobre perdas em operações prefixadas no mercado brasileiro”, *Working Paper Series*, Banco Central do Brasil, 2009.
- Stephanou C. e Mendoza J.C. (2005), “Credit Risk Measurement Under Basel II: An Overview and Implementation Issues for Developing Countries”. *Policy Research Working Paper Series* 3556, The World Bank.
- Vasicek O. (2002), “The Distribution of Loan Portfolio Value” *Risk*.
- Wagster J. D. (1996), “Impact of the 1988 Basle Accord on International Banks”. *Journal of Finance*, vol. 51, no. 4, pp. 1321-1346.