

## Risco de crédito e estimativa de alavancagem de um fundo de aval

Luciano Quinto Lanz  
João Vítor Perufo

<http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>

# Risco de crédito e estimativa de alavancagem de um fundo de aval

Luciano Quinto Lanz  
João Vítor Perufo\*

## Resumo

Os fundos de aval prestam garantias a mais de 300 mil financiamentos por ano, superando R\$ 13 bilhões em diversos segmentos, como micro, pequenas e médias empresas, construção naval, infraestrutura, comércio exterior, habitação e crédito educacional. Poucos estudos, no entanto, têm avaliado seu risco e sua sustentabilidade. O objetivo deste artigo é propor um conjunto de procedimentos para

---

\*Administradores do BNDES, respectivamente, doutorando em Administração pelo Instituto de Administração e Gerência da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (IAG/PUC-Rio) e mestrando em Economia e Finanças pelo Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais do Rio de Janeiro (Ibmec-RJ). Este artigo é de exclusiva responsabilidade dos autores, não refletindo, necessariamente, a opinião do BNDES.

definir níveis máximos de alavancagem adequados à operação de fundos de aval, visto que têm reduzido número de operações quando comparados à carteira de bancos comerciais, para os quais se utiliza a metodologia de Basileia. Por meio da técnica de simulação de Monte Carlo, calculou-se o capital necessário para operação de um fundo. Os resultados indicam que o modelo é uma alternativa para a estimação do nível de alavancagem máxima de um fundo de aval, com base na composição esperada dos riscos garantidos.

### **Abstract**

Guarantee funds provide guarantees to more than 300,000 operations per year, totaling more than 13 billion Brazilian reais in various segments, such as small and medium enterprises, shipbuilding, infrastructure, exportation, housing and educational loans, but few studies have evaluated their risk and sustainability. This paper proposes a set of procedures in order to set maximum leverage levels to their operation, since they have a small number of operations compared to the portfolio of commercial banks, for which the methodology of Basel is used. Through the Monte Carlo simulation technique, the capital needed for the operation of a fund was calculated. The results indicate that the model is an alternative method to estimate the maximum leverage level of a guarantee fund based on the expected composition of the exposures.

## **Introdução**

Nos últimos anos, foram criados no Brasil vários fundos de aval, também chamados de fundos garantidores, voltados para diversos segmentos, como micro, pequenas e médias empresas (MPME), construção naval, infraestrutura, energia elétrica, parcerias público-privadas, comércio exterior, habitação e crédito educacional. No entanto, pouco tem sido publicado sobre sua estruturação financeira.

Este artigo propõe uma metodologia para a estimação da alavancagem máxima de um fundo de aval, para um determinado nível de solvência, considerando o risco de crédito das operações às quais outorga garantia.

O artigo está estruturado em quatro seções, incluindo esta introdução. Na segunda seção, é apresentada uma revisão da literatura sobre sistemas de garantia, fundos de aval e modelos de cálculo de margem de solvência. Na terceira, explica-se o método proposto para estimação. Os resultados gerados pela simulação são discutidos a fim de gerar recomendações para melhor adequação da estratégia de implementação desses fundos. Na última seção, são expostas as conclusões e recomendações para pesquisas futuras.

## **Revisão da literatura**

Na elaboração da proposta de metodologia para a estimação da alavancagem máxima de um fundo de aval, foi conduzida uma revisão da literatura sobre sistemas de garantia, fundos de aval e modelos de cálculo de margem de solvência.

## Sistemas de garantia

A existência de distribuição assimétrica de informações entre o cliente e a instituição financeira faz com que a variação da taxa de juros não seja um instrumento suficiente para garantir o equilíbrio entre a oferta e a demanda no mercado de crédito, conforme demonstrado pelo modelo de Stiglitz e Weiss (1981).

Segundo Santos (2006), a partir de certo nível, o aumento das taxas de juros atrai projetos mais arriscados e torna-se um estímulo ao descumprimento das obrigações por parte do tomador, caracterizando a seleção adversa e o risco moral, o que leva ao aumento da inadimplência e à diminuição da rentabilidade da carteira. A existência de garantias e a disponibilidade de informações sobre o tomador e o empreendimento a ser financiado têm o efeito inverso.

A decisão de conceder crédito, em princípio, deve ser tomada em função da capacidade de reembolso do tomador, e não em função da existência de garantias. Mas estas têm por finalidade minimizar o impacto tanto da assimetria de informações entre as partes quanto de fatores imprevisíveis que possam ocorrer após a concessão de um crédito e impossibilitem a liquidação pelo tomador [Santos (2000)].

As garantias podem ser classificadas em fidejussórias, dadas por pessoas, e reais, constituídas sobre bens [Pinheiro e Cabral (1998)]. Quanto maior a liquidez de uma garantia, melhor sua aceitação. A ausência ou a insuficiência de garantias é uma das maiores barreiras para o acesso ao crédito [Sebrae e Fubra (2004)].

Como forma de minimizar essa barreira e permitir a ampliação do acesso ao crédito e a expansão do sistema financeiro, foram desenvolvidos esquemas de garantia complementar. Com base nos

modelos propostos por Pombo e Herrero (2003), por Zica e Martins (2008) e por OECD (2010), podem-se classificar os esquemas de garantia complementar em três tipos: fundos de aval, programas de garantia e sociedades de garantia de crédito. O Quadro 1 mostra as principais características de cada esquema.

**Quadro 1**  
**Principais características dos tipos de esquema de garantia**

Tipo	Natureza	Recursos	Operação	Liquidez
Fundos de aval	Públicos, privados ou mistos	Recursos iniciais públicos e privados; buscam ser autossustentáveis	Atividades operacionais de análise, concessão e recuperação delegadas às entidades financeiras	Alta
Programas de garantia	Públicos (geridos por agência de desenvolvimento ou banco público)	Recursos limitados pelo orçamento público (muitas vezes com subsídios)	Atividades operacionais próprias ou delegadas (mas com sub-rogação)	Baixa (sujeitas a supervisão e contingenciamento de verbas)
Sociedades de garantia de crédito	Privadas	Recursos privados provenientes de seus associados; buscam sustentabilidade	Atividades operacionais de análise, concessão e recuperação próprias	Média

Fonte: Elaboração própria, com base em Pombo e Herrero (2003), Zica e Martins (2008) e OECD (2010).

Segundo Pombo (2006), os sistemas de garantia podem ser públicos ou privados. Em vários países, apresentam-se como combinações dos modelos do Quadro 1.

## Fundos de aval

No Brasil, tivemos, na década de 1990, a criação de programas de garantia públicos, constituídos como fundos garantidores com natureza pública, como o Fundo de Garantia para a Promoção da Competitividade (FGPC) e o Fundo de Aval para Geração de Emprego e Renda (Funproger), tendo a União como único cotista e natureza contábil, como parte do Orçamento da União [Pombo (2006)].

Lopes *et al.* (2007) analisaram a experiência do FGPC, buscando explicar a trajetória do fundo e as razões do declínio de seu uso. Com base nesse estudo e na análise dos relatórios de gestão do FGPC disponibilizados por BNDES (2012), podem ser identificados os seguintes pontos como as principais razões para o desinteresse dos agentes financeiros e das beneficiárias em operar com o fundo:

- por sua natureza pública, estava sujeito a uma série de limitações, como processo de decisão lento e burocrático, com acompanhamento e prestação de informações sobre todas as fases das operações garantidas;
- a falta de liquidez em caso de acionamento de honra, pelos sucessivos contingenciamentos orçamentários; e
- a rigidez de seus processos de recuperação de crédito, a qual tinha de ser aprovada caso a caso pelo administrador do fundo.

A partir de 2004, a criação de fundos de aval foi retomada, buscando-se eliminar as características que levaram ao fracasso do modelo anterior, conforme o Quadro 2.

Quadro 2

Legislação de autorização de criação dos principais fundos de aval

Lei	Fundos criados	Limite da União	Gestão	Fiscalização
11.079/2004	Fundo Garantidor de Parcerias Público- Privadas (FGP)	R\$ 6 bilhões	Instituição financeira federal (Banco do Brasil)	
11.786/2008	Fundo de Garantia para Construção Naval (FGCN)	R\$ 5 bilhões	Instituição financeira federal (CEF)	Comitê de Participação no Fundo de Garantia para a Construção Naval (CPFGCN)
11.943/2009	Fundo de Garantia a Empreendimentos de Energia Elétrica (FGEE)	Não definido	Instituição financeira federal (Banco do Brasil)	Conselho Diretor do Fundo de Garantia a Empreendimentos de Energia Elétrica (CDFGEE)
11.977/2009	Fundo Garantidor da Habitação Popular (FGHab)	R\$ 2 bilhões	Instituição financeira federal (CEF)	Comitê de Participação no Fundo Garantidor da Habitação Popular (FGHab)
12.087/2009	Fundo de Garantia de Operações (FGO)	R\$ 4 bilhões	Instituição financeira federal (Banco do Brasil)	Conselho de participação em fundos garantidores de risco de crédito para MPMEs e em operações de crédito educativo
	Fundo Garantidor para Investimentos (FGI)		Instituição financeira federal (BNDES)	
	Fundo Garantidor de Crédito Educativo		Instituição financeira federal (Banco do Brasil)	

(Continua)



(Continuação)

Lei	Fundos criados	Limite da União	Gestão	Fiscalização
12.712/2012	Fundo Garantidor de Comércio Exterior	R\$ 14 bilhões	Agência Brasileira Gestora de Fundos Garantidores e Garantias S.A. (ABGF)	
	Fundo Garantidor de Infraestrutura (FGIE)	R\$ 11 bilhões		

Fonte: Elaboração própria.

A análise das leis que autorizam a criação desses fundos e de seus estatutos permite identificar as seguintes características comuns [Brasil (2004; 2008; 2009a; 2009b; 2009c; 2012)]:

- natureza privada, como condomínio aberto, de prazo indeterminado;
- patrimônio próprio separado do patrimônio dos cotistas e da instituição administradora e sujeito a direitos e obrigações próprios;
- não pagamento de rendimentos a seus cotistas, assegurando-se a qualquer deles o direito de requerer o resgate total ou parcial de suas cotas, correspondente ao patrimônio ainda não utilizado para a concessão de garantias;
- sem qualquer tipo de garantia ou aval por parte da União ou de seu administrador, os fundos respondem por suas obrigações até o limite dos bens e direitos integrantes de seu patrimônio; e
- regras de governança mais transparentes, com assembleia de cotistas, criação de um conselho de participação da União, administrador e auditorias.

Segundo Baumgartner (2004), os fundos cobram do tomador da garantia uma comissão pecuniária, que deve ser compatível com o risco assumido e suficiente para garantir sua sustentabilidade. Esse valor também deve ser compatível com as condições de mercado, tais como a existência de eventuais garantias alternativas, como fiança bancária e seguro garantia. Além desses, diversos outros parâmetros são fundamentais para a operação sustentável de um fundo de aval.

O percentual máximo da operação que poderá ser garantido pelo fundo deverá ser compatível com a necessidade dos operadores e das beneficiárias, além de ser compatível com a autossustentabilidade do fundo. Segundo Beck *et al.* (2008) e OECD (2010), apesar de reduzirem o potencial para o risco moral e encorajarem a avaliação e o monitoramento dos empréstimos, as coberturas abaixo de 50%, por outro lado, diminuem os incentivos dos agentes financeiros a participar dos sistemas de garantia. De acordo com Levitsky (1997), a experiência internacional sugere que a cobertura deveria se situar entre 60% e 80% do risco.

Embora um dos principais objetivos dos fundos de aval seja a redução da necessidade de colateral [OECD (2010)], é recomendável manter uma exigência mínima de contragarantias para as operações garantidas pelo fundo. Além de mitigar o risco moral do devedor, essa exigência aumenta a efetividade da recuperação de crédito nos casos em que ocorrer o acionamento da honra após a inadimplência da beneficiária, de modo a impactar significativamente a classificação de risco e a alavancagem do fundo [Coutinho *et al.* (2009); Santos (2006)].

O valor do aporte inicial necessário para estruturação de um fundo está relacionado com a alavancagem máxima e com os riscos cobertos pelo fundo. Outros parâmetros são o valor do aporte de cada operador e o montante de garantias que esse aporte lhe habilitará a

contratar. É uma prática usual em fundos de aval com participação do setor público que o governo faça aportes significativos, provendo a maior parte do capital usado como garantia, como nos casos do FGI [BNDES (2013)] e do FGO [Banco do Brasil (2013)].

Neste artigo, é proposta uma metodologia para estimação da alavancagem total de um fundo, levando em conta os demais parâmetros.

### Modelos de cálculo de margem de solvência

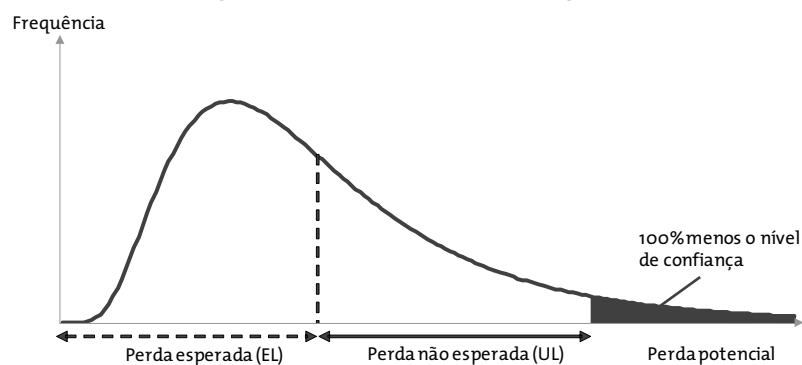
Brito e Assaf Neto (2008) propõem um modelo de risco para carteiras de créditos corporativos. Os dois principais conceitos utilizados na mensuração de risco de crédito são a perda esperada [*expected loss* (EL)] e a perda não esperada [*unexpected loss* (UL)]. A perda esperada pode ser definida como a estimativa estatística da média das perdas do portfólio e representa a perda em que a instituição espera incorrer em uma carteira de crédito ao longo de determinado período. Segundo Yanaka e Holland (2010), no modelo Internal Rating Based Approach (IRB) de Basileia II, o capital exigido é calculado com um nível de confiança de 99,9% e horizonte de tempo de um ano (Gráfico 1).

Os componentes fundamentais para a estimação da perda esperada são: a probabilidade de *default* (PD) associada ao devedor; o valor da exposição no momento do *default*, pois existe incerteza com relação à distribuição da *exposure at default* (EAD); e a parcela da exposição que não poderá ser recuperada dada a ocorrência do *default*, associada à incerteza decorrente da ignorância da distribuição exata da *loss-given default* (LGD), exacerbada pela sua correlação com a PD [Bellotti (2010); Brito e Assaf Neto (2008)].

Assim, os procedimentos de mensuração de risco de crédito envolvem a quantificação de seus três parâmetros principais: risco de

*default*, risco de exposição e risco de recuperação. Para estimação, é recomendável observar ao longo de um ano esses parâmetros que determinam o risco de crédito dos ativos financeiros, ou seja, PD, EAD e LGD, produzindo a EL [Hochstotter *et al.* (2011)].

Gráfico 1  
**Distribuição de perdas e necessidade de capital**



Fonte: Yanaka e Holland (2010).

A perda esperada pode ser obtida pelo produto entre a probabilidade de *default* (PD), a perda em caso de inadimplência e a exposição no momento da inadimplência [Brito e Assaf Neto (2008); Vieira (2011)]:

$$EL = PD \times LGD \times EAD$$

A perda em caso de inadimplência é uma variável de difícil estimação, pois depende de um conjunto de fatores que variam conforme a operação de crédito, como o tipo de produto e as garantias vinculadas. Segundo Yanaka e Holland (2010), após um evento de inadimplência, o banco consegue recuperar uma parte da dívida por meio do pagamento de parcelas em atraso, renegociação ou garantias. Além disso, a estimação da perda em caso de inadimplência deve considerar também o tempo despen-

didado até a recuperação e os custos envolvidos no processo, que, segundo Pinheiro e Cabral (1998), pode ser lento, pois, muitas vezes, o processo de recuperação implica a adoção de procedimentos judiciais.

O risco de *default* constitui o principal parâmetro para a modelagem de risco de crédito e pode ser genericamente definido como a incerteza em relação à capacidade do devedor de honrar seus compromissos. Segundo Brito e Assaf Neto (2008), o risco de *default* é medido pela probabilidade de que ocorra um evento de *default* ao longo de determinado período.

As perdas efetivas ocorridas em um portfólio de crédito nem sempre são iguais aos valores esperados previamente. As perdas são proporcionais às taxas de inadimplência, que podem variar em razão de alterações na qualidade de crédito dos tomadores ao longo do tempo. Se a variabilidade das taxas de inadimplência for elevada, as perdas do portfólio poderão apresentar um desvio significativo em relação ao valor esperado. Quanto maior a probabilidade de as perdas efetivas sofrerem um incremento em relação ao valor esperado, maior o risco da carteira. Em consequência, a perda não esperada constitui a principal medida para risco de portfólio e é, em última análise, a variável que os modelos de risco de crédito buscam quantificar [Brito e Assaf Neto (2008)].

Como os portfólios de crédito têm forte potencial de gerar perdas não esperadas, mesmo que o banco tenha avaliado o risco dos tomadores de forma adequada, a eventual deterioração na situação financeira desses devedores durante a vigência da operação pode dar origem a perdas substancialmente superiores aos valores inicialmente previstos. Uma quantificação adequada das perdas não esperadas permite que a instituição aloque capital suficiente para

absorver essas perdas e, em última instância, garantir a sua continuidade [Saunders (2000)].

## **Modelo proposto para estimação**

Para a descrição do método proposto para estimação, são apresentadas as premissas utilizadas, o método e os critérios para estimação das principais variáveis.

### **Premissas**

Para estimar os parâmetros operacionais de um fundo genérico, especialmente sua estimativa de alavancagem máxima, foram utilizadas as características dos fundos em operação no Brasil, como FGPC, FGO e FGI.

O fundo garantirá somente um percentual do saldo devedor das operações, pois é recomendado pela boa prática de gestão de risco em fundos de aval que o risco seja compartilhado, de forma a minimizar a seleção adversa e o risco moral [Levitsky (1997); OECD (2010)].

Para fins de simulação, assume-se que o adiantamento por conta da honra de garantia é pago à vista [Banco do Brasil (2013); BNDES (2013)], o que representa o pior cenário quanto a desembolso de recursos para um fundo, mas é a prática mais usada pela sua simplicidade operacional e pelo benefício em relação a liquidez para a instituição bancária que aceita a garantia.

A alavancagem será calculada tanto para a perda bruta quanto para a perda líquida, que é equivalente à perda bruta subtraída dos

valores de recuperação de crédito, pois esta ocorre em momento posterior ao adiantamento de honra. Se a alavancagem fosse calculada considerando-se somente a perda líquida, o fundo poderia vir a ficar insolvente no período entre o pagamento do adiantamento de honra e o recebimento da recuperação de crédito. Portanto, a perda líquida não deve ser utilizada como único parâmetro para a definição da alavancagem.

Em situações nas quais a recuperação de crédito seja rápida, ou que se tenha um histórico de recuperação para o tipo de operação garantida, pode-se utilizar uma ponderação entre a perda bruta e a perda líquida, visto que as inadimplências ocorrem assincronicamente, bem como a recuperação de valores. Dessa forma, os resultados apresentados consideram a perda bruta, a perda líquida e uma ponderação entre esses dois extremos, que deverá ser adequada conforme o tipo de crédito garantido, o histórico de recuperação e as contragarantias exigidas pelo fundo.

### **Método para estimação**

A metodologia escolhida para a estimação foi a simulação de Monte Carlo, que é um método bastante usual para a estimação de perda em carteiras de crédito [Brito e Assaf Neto (2008)].

O modelo proposto leva em conta:

- inadimplência sistêmica;
- número de operações inadimplentes;
- média da participação na carteira por operação inadimplente;
- exposição à inadimplência (EAD); e
- perda dada a inadimplência (LGD).

O modelo se propõe a estabelecer a alavancagem máxima que permita ao fundo honrar seus compromissos em, pelo menos, 99,9% das ocorrências. Para a simulação, foi utilizado o *software* @Risk 5.5, com tipo de amostragem Monte Carlo, Gerador Mersenne Twister e semente inicial fixa com valor igual a 1 (um), de forma que todas as simulações usam a mesma semente, o que permite melhor comparação entre os resultados obtidos.

Como o valor do aporte e o tamanho da carteira garantida de cada fundo variam de acordo com o tipo de operação que terá cobertura e com o valor do patrimônio do fundo, foram feitas simulações caracterizando cinco possíveis cenários, de forma a aferir a sensibilidade da perda calculada no modelo ao tamanho da carteira. O modelo foi testado considerando-se os seguintes números de operações nas carteiras garantidas: 12, 25, 50, 100 e 200 operações, sendo rodadas 100.000 iterações para cada cenário.

Nessas simulações, foi considerada uma carteira com operações de porte médio-grande, com garantias em valor médio de R\$ 75 milhões e desvio-padrão de R\$ 50 milhões, o que se situa entre os extremos dos fundos de aval em operação, que oferecem garantias para MPMEs, casos do FGO [Banco do Brasil (2013)] e do FGI [BNDES (2013)], este último operando com garantias de até R\$ 10 milhões, e garantias para grandes operações, como o FGCM [CEF (2013)], que pode ofertar garantias de até 25% de seu patrimônio para cada entidade garantida, implicando um limite de até R\$ 1,25 bilhão, além dos fundos cuja criação foi autorizada pela Lei 12.712 de 2012, FGIE e FGCE, que provavelmente superarão esses limites.

As variáveis de entrada do modelo foram consideradas independentes entre si (Tabela 1).



Tabela 1  
Variáveis do modelo

Item	Notação variável	Valores	Fórmula	Fundamentação
Valor total garantido	VTG	7.500.000.000	$N_o * VMG$	Perfil esperado da carteira garantida
Número de operações	$N_o$	100	Variável de entrada	Perfil esperado da carteira garantida
Valor médio garantido	VMG	75.000.000	Variável de entrada	Perfil esperado da carteira garantida
Desvio-padrão do VMG	$DP_{VMG}$	50.000.000	Variável de entrada	Perfil esperado da carteira garantida
Inadimplência média das operações	$IM_{OP}$	6,59%	Variável de entrada	Perfil da carteira: Risco BB, quatro anos [S&P (2013)]
Desvio-padrão da inadimplência média	$DP_{IM}$	1,26%	Variável de entrada	Perfil da carteira: Risco BB, quatro anos [S&P (2013)]
EAD médio	$EAD_M$	53,5%	$50\% + (1 - 0,93)/2$	Silva <i>et al.</i> (2010); Gordy (2000)
$\alpha_1$	$\alpha_1$	1,50	Variável de entrada	Silva <i>et al.</i> (2010); Gordy (2000)
$\alpha_2$	$\alpha_2$	1,50	Variável de entrada	Silva <i>et al.</i> (2010); Gordy (2000)
p de Bernoulli	p	0,93	Variável de entrada	Silva <i>et al.</i> (2010); Gordy (2000)
LGD médio	$LGD_M$	45%	$\alpha_1 / (\alpha_1 + \alpha_2)$	Yanaka e Holland (2010)
$\alpha_1$	$\alpha_1$	0,60	Variável de entrada	Yanaka e Holland (2010)
$\alpha_2$	$\alpha_2$	0,73	Variável de entrada	Yanaka e Holland (2010)
Perda bruta média	$PB_M$	3,53%	$IM_{OP} * EAD_M$	Brito e Assaf Neto (2008);
Perda líquida média	$PL_M$	1,59%	$PB_M * LGD_M$	Hochstotter <i>et al.</i> (2011)

Fonte: Elaboração própria. Simulação para cem operações garantidas.

A Tabela 2 apresenta as fórmulas para cálculo do modelo e as distribuições utilizadas.

**Tabela 2**  
**Distribuições do modelo**

Variável	Notação variável	Distribuição	Fórmula @Risk	Fundamentação
Média % participação na carteira por operação inadimplente	$MP_{oi}$	Log-normal	RiskLognorm( $1/N_{oi}; (1/N_{oi} * DP_{VMG} / VMG) / RAIZ(SE(N_{oi}=0; 1; N_{oi}))$ )	Annibal (2009)
Inadimplência sistêmica	$I_s$	Log-normal	RiskLognorm( $IM_{op}; DP_{im}$ )	Schuermann e Hanson (2004); Duffie e Singleton (1999)
Número de operações inadimplentes	$N_{oi}$	Binomial	RiskBinomial( $N_{oi}; I_s$ )	Paula (2004); Souza e Aragão (2003); Selau e Ribeiro (2009)
<i>Exposure at default</i> (EAD)	$EAD_M$	Beta*Bernoulli	$1 - (RiskOutput()) + Beta * Bernoulli$	Silva <i>et al.</i> (2010); Gordy (2000)
		Bernoulli	RiskBinomial(1;p)	Silva <i>et al.</i> (2010); Gordy (2000)
		Beta	RiskBetaGeneral( $\alpha 1; \alpha 2; 0; 1$ )	Silva <i>et al.</i> (2010); Gordy (2000)
<i>Loss given default</i> (LGD)	$LGD_M$	Beta	RiskBetaGeneral( $\alpha 1; \alpha 2; 0; 1$ )	Altman e Kalotay (2010); Gupton e Stein (2005)
Perda líquida na carteira	$PL_M$	$IM_{op} * EAD_M$	RiskOutput()+ $LGD_M * EAD_M * N_{oi} * MP_{oi}$	Brito e Assaf Neto (2008); Hochstotter <i>et al.</i> (2011)
Perda bruta na carteira	$PB_M$	$PB_M * LGD_M$	RiskOutput()+ $MP_{oi} * N_{oi} * EAD_M$	Brito e Assaf Neto (2008); Hochstotter <i>et al.</i> (2011)

Fonte: Elaboração própria.

## Critérios de estimação das principais variáveis

### *Inadimplência sistêmica ( $I_s$ )*

O componente mais sensível a ser avaliado a fim de estimar a perda esperada da carteira de operações garantidas do fundo é a probabilidade de *default* (PD).

Nesse modelo, a inadimplência foi considerada uma variável estocástica de distribuição log-normal. A distribuição log-normal foi escolhida com base nos estudos de estimativa de probabilidade de inadimplência de Duffie e Singleton (1999). Já Schuermann e Hanson (2004) encontraram distribuições muito próximas da normal para distribuições de inadimplência de *ratings* em grau especulativo. Portanto, essa distribuição deve levar em conta o grau de risco que o fundo aceitará garantir. Para fins de simulação do modelo, foi utilizada uma PD média de 6,59% e desvio-padrão de 1,26%. Essa probabilidade média de inadimplência foi escolhida a partir da taxa de inadimplência histórica de uma carteira de Risco BB para o prazo de quatro anos, com base na Global Corporate Average Cumulative Default Rates da Standard & Poor's (S&P) para o período de 1981 a 2012 [S&P (2013)]. Tal prazo foi escolhido por ser a média aritmética simples dos prazos médios de dois dos principais fundos em operação no Brasil: o FGI, cujas operações têm prazo médio de 69 meses, e o FGO, cujo prazo médio é de 28 meses [Ministério da Fazenda (2013)].

Note-se que essas variáveis de entrada dependem intrinsecamente do perfil das operações garantidas pelo fundo de aval cuja alavancagem esteja sendo estimada. Portanto, devem ser avaliadas em cada caso. O Quadro 3 mostra uma interpretação de classificações de risco segundo diferentes critérios e pode servir de referência para a estimação do risco da carteira de um fundo de aval.

Quadro 3  
Interpretação de classificações de risco

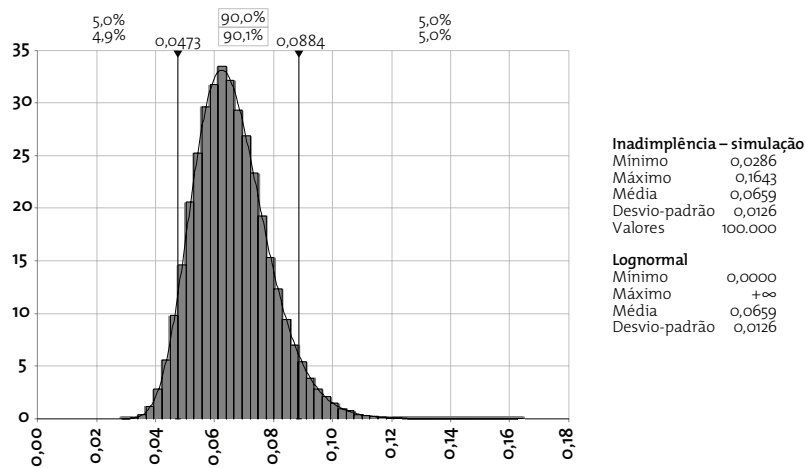
	Interpretação	Fitch/ Standard & Poor's	Moody's	Banco Central
Investimento	Segurança financeira excepcional; é improvável que sua forte posição seja debilitada a ponto de tornar-se inadimplente	AAA	Aaa	AA
	Situação financeira excelente, embora os riscos no longo prazo sejam maiores, quando comparados à classe superior	AA	Aa	AA
	Boa segurança financeira, mas alguns elementos sugerem a possibilidade de dificuldades no futuro	A	A	A
	Segurança financeira adequada, mas carece de certas proteções, podendo ser mais susceptível a falhas no longo prazo	BBB	Baa	A
Especulativo	Segurança financeira questionável; capacidade moderada de satisfazer as obrigações, posição futura insegura	BB	Ba	B
	Fraca segurança financeira; baixa garantia de pagamento de obrigações no longo prazo	B	B	B
	Segurança financeira muito fraca; pode estar inadimplente ou em risco de atrasos	CCC	Caa	C
	Situação financeira extremamente deficiente; frequentemente inadimplentes, ou passando por outras dificuldades	CC	Ca	D
	Classe inferior; normalmente inadimplentes e com baixo potencial de recuperação	C	C	E
	Insolvente/inadimplente (em moratória, ou em <i>default</i> )	D	-	F, G, H

Fonte: Guimarães (2008).

Nota: Tabela sem modificadores de classificação: A+, A, A-, A1, A2, A3.

Um fundo pode contar com inúmeros tipos de operações, com diversos graus de risco de crédito e diferentes prazos de financiamento. Caso exista um histórico de operações semelhantes, podem ser utilizados dados de classificação de risco *ex ante* e prazos das operações para tal estimativa. O Gráfico 2 demonstra a distribuição esperada da inadimplência gerada pelas simulações no @Risk com base nas variáveis de entrada apresentadas anteriormente.

Gráfico 2  
Inadimplência – simulação



Fonte: Elaboração própria. Resultado do @Risk. Simulação com cem operações garantidas.

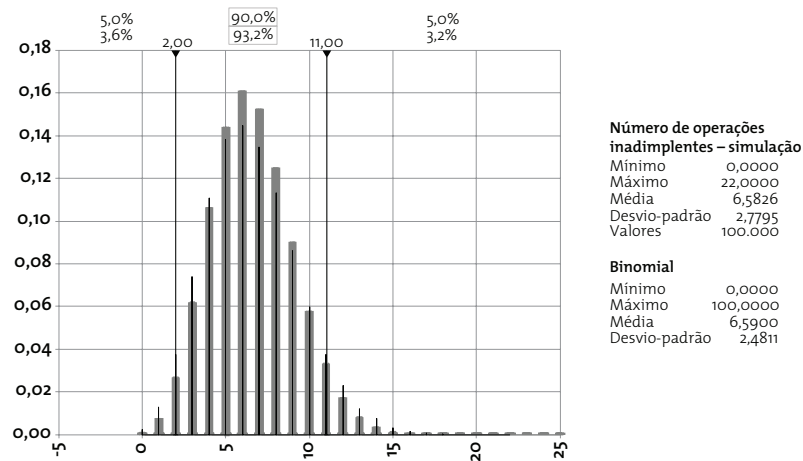
Nota: Comparação com RiskLognorm(0.0659,0.0126).

### Número de operações inadimplentes ( $N_{OI}$ )

O número de operações inadimplentes foi modelado como uma função binomial, com  $n$  sendo o número de operações da carteira ( $N_O$ ) e  $p$  sendo o valor da inadimplência sistêmica ( $I_S$ ), conforme gerado na simulação de Monte Carlo (*output* do modelo). A distribui-

ção binomial foi escolhida pelo interesse de modelar a ocorrência ou não de inadimplência, isto é, a proporção de ocorrências em  $n$  ensaios independentes [Paula (2004); Selau e Ribeiro (2009); Souza e Aragão (2003)]. O Gráfico 3 representa a distribuição do número de operações inadimplentes.

Gráfico 3  
Número de operações inadimplentes – simulação



Fonte: Elaboração própria. Resultado do @Risk. Simulação com cem operações garantidas.

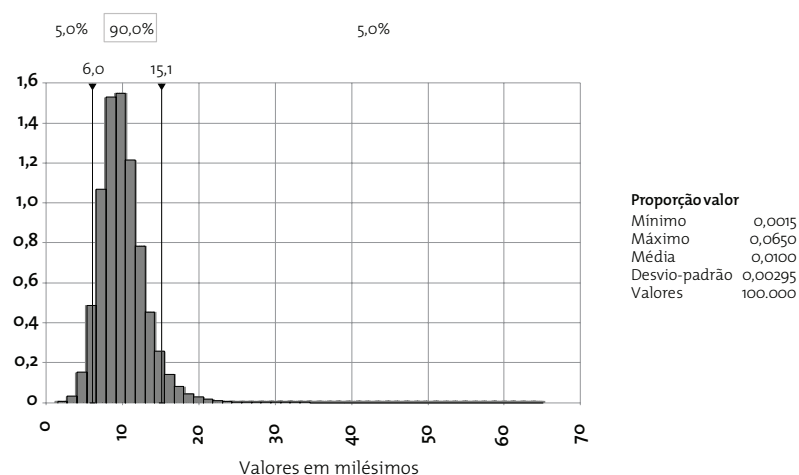
Nota: Comparação com RiskBinomial(100,0.0659).

#### *Média da participação na carteira por operação inadimplente*

A fim de retratar no modelo a distribuição do valor garantido das operações inadimplentes, foi utilizada uma distribuição log-normal para o quociente valor garantido da operação/valor garantido da carteira. A distribuição log-normal foi escolhida por representar, de acordo com a avaliação de Annibal (2009) das medidas de inadimplência do setor bancário brasileiro, a distribuição empírica que, segundo testes de aderência, detalha de forma mais precisa as ope-

rações de crédito do Sistema de Informações de Crédito do Banco Central (SCR). A média dessa distribuição é dada por  $1/N_o$ , onde  $N_o$  é o número de operações na carteira. O desvio-padrão observa o teorema central do limite e é dado por  $(1/N_o \times DP_{VMG}/VMG)/\sqrt{N_{OI}}$ , onde  $N_o$  é o número de operações na carteira,  $DP_{VMG}$  é o desvio-padrão do valor garantido,  $VMG$  é a média do valor garantido e  $N_{OI}$  é o número de operações inadimplentes. O Gráfico 4 mostra o resultado dessa distribuição conjunta.

Gráfico 4  
**Média da participação na carteira por operação inadimplente**



Fonte: Elaboração própria. Resultado do @Risk. Simulação com cem operações garantidas.

Nota: Proporção valor - Comparação com RiskLognorm( $1/D5, (1/D5 \cdot D7/D6)/SQRT(IF(H23=0,1,H23))$ ), RiskName("Proporção Valor").

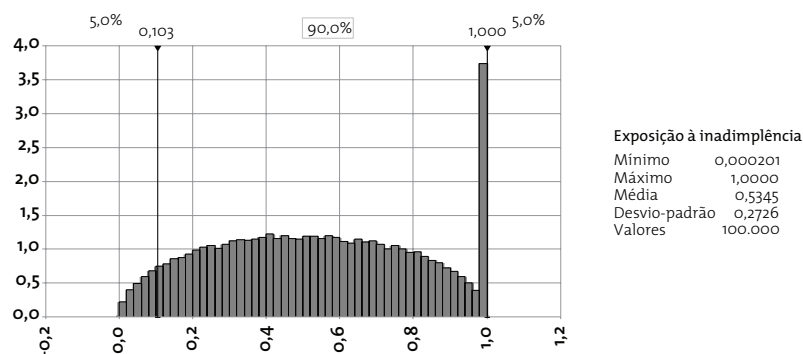
#### *Exposição à inadimplência (EAD)*

A EAD foi modelada consoante uma distribuição beta simétrica, com  $\alpha 1$  e  $\alpha 2 = 1,5$  (valores que garantem a simetria desejada e uma

área sob a curva de 0,5) e com valores de mínimo e máximo iguais a, respectivamente, 0 e 1 – visto que o fundo não concede limite de crédito rotativo que permita à sua exposição superar 100% do valor garantido. A essa distribuição beta foi adicionada uma distribuição de Bernoulli, que procura captar os *defaults* decorrentes de problemas não financeiros – geralmente inidoneidade do devedor, com  $p$  de Bernoulli = 0,93, de modo que este seja o índice de devedores que não inadimplem no começo do fluxo de financiamento. Assim, a EAD do modelo, na conjunção dessas duas distribuições, adquire média de 0,535 e desvio-padrão de 0,273.

A distribuição de Bernoulli foi utilizada porque permite, segundo Silva *et al.* (2010), que, em cada simulação, variáveis binárias (*default* ou não *default*) sejam amostradas, conforme os parâmetros (probabilidade e correlação de *default*). Essa distribuição também é utilizada no modelo CreditMetrics simplificado, conforme apresentada em Gordy (2000). O Gráfico 5 demonstra a distribuição da exposição à inadimplência (EAD) consoante esses parâmetros.

Gráfico 5  
Exposição à inadimplência – simulação



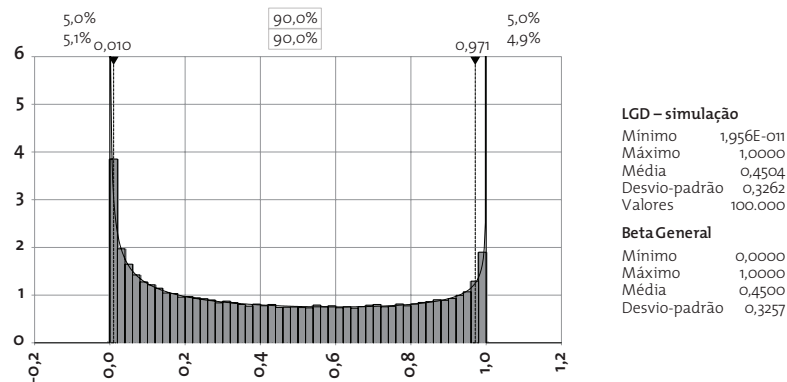
Fonte: Elaboração própria. Resultado do @Risk. Simulação com cem operações garantidas.



### Perda dada a inadimplência (LGD)

A LGD foi modelada segundo uma distribuição beta – que tem sido considerada a mais apropriada para a modelagem de LGDs enquanto variável aleatória, por vários autores, como Altman e Kalotay (2010) e Gupton e Stein (2005) –, com  $\alpha_1 = 0,73$  e  $\alpha_2 = 0,6$  e com valores de mínimo e máximo iguais a, respectivamente, 0 e 1, visto que partimos da premissa de que o fundo não arca com as despesas de recuperação de crédito, tampouco recupera acima do valor honrado, em valores atualizados financeiramente, como nos casos do FGI [BNDES (2013)] e do FGO [Banco do Brasil (2013)]. Os valores adotados para os alfas garantem que a média dessa distribuição seja 45%, em linha com o valor geralmente utilizado para dívidas seniores sem garantia pela abordagem fundamental de Basileia II [Yanaka e Holland (2010)], e o desvio-padrão é 32,6%. O Gráfico 6 ilustra a distribuição da perda dada a inadimplência (LGD).

Gráfico 6  
Perda dada a inadimplência

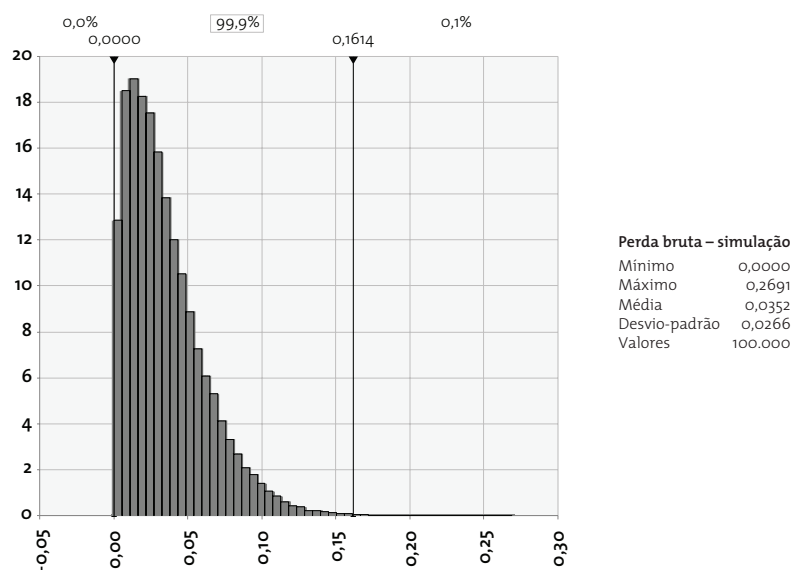


Fonte: Elaboração própria. Resultado do @Risk. Simulação com cem operações garantidas.

Nota: Comparação com RiskBetaGeneral(0,6,0,73333333,0,1).

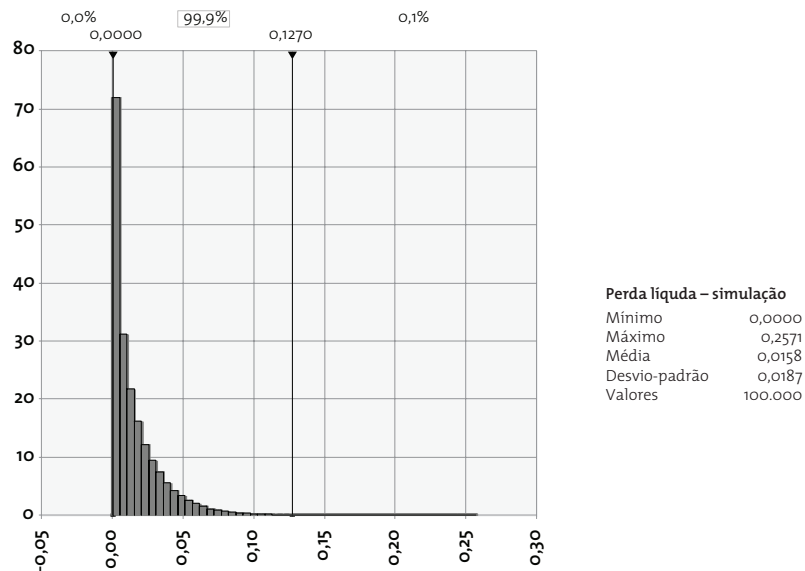
Com base no resultado dessas distribuições (*outputs* do modelo), podem-se obter as distribuições da perda bruta da carteira e da perda líquida de recuperação de crédito da carteira. Como o intuito do estudo é derivar a alavancagem máxima sob a qual o fundo permaneceria solvente em 99,9% dos casos, utilizou-se a função distribuição acumulada para encontrar a perda sob a qual estariam esses 99,9% dos casos. A perda líquida de recuperação de crédito que satisfaz essa condição foi 12,70%, enquanto a perda bruta foi 16,14%, para a simulação com cem operações. O Gráfico 7 ilustra a distribuição da perda bruta e o Gráfico 8, a distribuição da perda líquida.

Gráfico 7  
Perda bruta – simulação



Fonte: Elaboração própria. Resultado do @Risk. Simulação com cem operações garantidas.

Gráfico 8  
Perda líquida – simulação



Fonte: Elaboração própria. Resultado do @Risk. Simulação com cem operações garantidas.

Como a perda líquida de recuperação de crédito é equivalente à perda bruta subtraída dos valores de recuperação de crédito, embora esta ocorra em momento posterior ao adiantamento de honra, o fundo pode vir a ficar insolvente no período entre o pagamento do adiantamento de honra e o recebimento da recuperação de crédito. Portanto, a perda líquida não pode ser o único parâmetro para a definição da alavancagem.

Por outro lado, considerar apenas a perda bruta seria excessivamente conservador, visto que a recuperação de crédito é um importante minorador das perdas observadas pelo fundo, ainda que não seja imediata. Assim, optou-se por utilizar ambas as perdas, com

uma ponderação de 80% para a perda bruta e de 20% para a perda líquida, visto que o processo de recuperação de crédito no Brasil é moroso, mas, por outro lado, as inadimplências ocorrem assincronicamente, bem como a recuperação de valores.

Quanto maior for o número de operações da carteira de um fundo de aval, menores serão os valores de perda bruta e de perda líquida de recuperação na função distribuição acumulada para um mesmo percentual associado (no caso deste estudo, 99,9%). Esse efeito é retratado no modelo pela aplicação do teorema central do limite. Na Tabela 3, estão descritos os diferentes valores obtidos como valores de perda bruta e líquida e a respectiva alavancagem proporcionada, consoante a ponderação mencionada (80%/20%), em função do número de operações garantidas da carteira, nos cinco cenários simulados, com o cálculo do capital econômico (patrimônio) necessário para que o fundo se mantenha solvente com 99,9% de nível de confiança.

Tabela 3  
Resultados da modelagem

Valor garantido (R\$ milhões)	Número de operações	Perda bruta (%)	Perda líquida (%)	Alavancagem bruta	Alavancagem líquida	Alavancagem ponderada	Patrimônio (R\$ milhões)
900	12	41,90	30,20	2,4	3,3	2,6	350
1.875	25	28,40	21,20	3,5	4,7	3,8	499
3.750	50	20,78	15,85	4,8	6,3	5,1	734
7.500	100	16,14	12,70	6,2	7,9	6,5	1.149
15.000	200	13,42	10,78	7,5	9,3	7,8	1.920

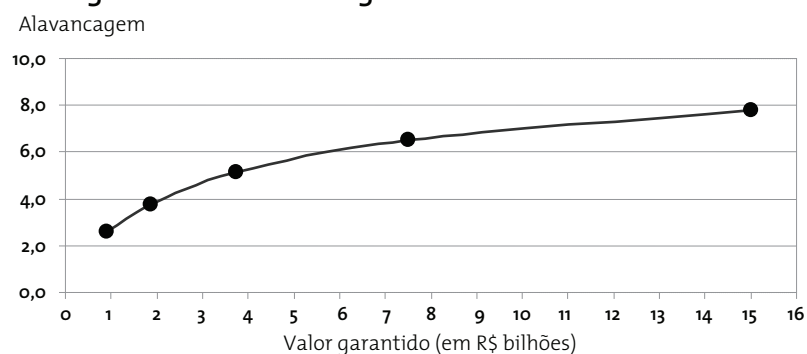
Fonte: Elaboração própria.

O Gráfico 9 apresenta a relação entre o valor garantido e a alavancagem.

Com base na análise do número de operações previsto para um determinado período, na avaliação de risco, na inadimplência esperada, nos prazos, na variância do valor das operações garantidas, nas condições de recuperação de crédito e no nível de confiança com que se busque garantir a solvência de um fundo, os formuladores de políticas públicas podem decidir o valor dos aportes necessários para instituição de fundos de aval, fixando em seus estatutos ou em notas atuariais o grau de alavancagem máximo a que podem se expor. Assim, poderá ser dada a devida segurança para as instituições financeiras e outras entidades que venham a receber as garantias de um fundo, quanto à sua liquidez e à capacidade de honra das garantias outorgadas.

Gráfico 9

### Valor garantido x alavancagem



Fonte: Elaboração própria.

## Considerações finais

O artigo propõe um conjunto de procedimentos que possibilitam a mensuração da distribuição do risco de crédito a que fundos de aval estão expostos, mediante metodologia que possibilite conside-

rar sua característica intrínseca, que é o reduzido número de operações quando comparados à carteira de bancos comerciais, para os quais se utiliza a metodologia de Basileia. Com base nisso, tornou-se possível atingir o objetivo deste artigo: avaliar níveis de alavancagem adequados à operação de um fundo de aval. Utilizando uma abordagem conceitual simples, o modelo proposto utiliza uma metodologia baseada na simulação das variáveis explicativas da perda em carteiras de crédito.

Em vista disso, o modelo é de fácil aplicação prática, já que os dados de entrada são as características da carteira a ser garantida, podendo ser tomados como base dados históricos das operações do fundo de aval, o perfil das novas operações a serem cobertas ou mesmo dados de mercado para o segmento ao qual se pretende ofertar garantias.

O produto final do modelo é a alavancagem máxima do fundo, obtida por meio de medidas que quantificam o risco da carteira, como a perda esperada e a perda não esperada, e que permitem calcular o capital econômico que deve ser alocado no fundo para suportar esse risco.

Possíveis limitações do modelo referem-se à utilização de dados públicos e, na sua ausência, de premissas para a simulação: a não consideração da correlação entre as PDs individuais, fator especialmente relevante quando há concentração setorial da carteira; a correlação entre as variáveis estimadas, que foram consideradas independentes entre si; e a possível volatilidade do patrimônio do fundo, que foi considerada zero ao longo do período garantido, tendo o patrimônio rentabilidade equivalente à taxa de atualização financeira das obrigações contraídas pelo fundo, como um *hedge* perfeito. Essas limitações podem prejudicar as generalizações e levar o modelo a erros que somente poderão ser identificados e corrigidos com um teste empírico do modelo em mais de um segmento de fundo.

A abordagem proposta pode ser refinada com a segmentação da carteira de acordo com o nível de risco das operações. Outros critérios de segmentação do portfólio podem ser utilizados, como os setores econômicos dos tomadores e as modalidades de operação. A simulação das perdas de cada setor permitiria que o fundo adotasse ações para gerenciar o risco específico do segmento, como fixar limites de exposição em relação ao capital econômico disponível. Nesse caso, as distribuições de perdas deveriam ser ajustadas aos dados em cada novo segmento.

Por fim, possíveis extensões à abordagem proposta incluiriam modelar explicitamente as relações de dependência entre cada empresa ou entidade da carteira, o que possivelmente tornaria a distribuição de perdas mais assimétrica, bem como avaliar o impacto de diferentes cenários econômicos nas perdas da carteira.

Algumas indicações para pesquisas futuras podem ser a extensão da pesquisa para abranger outros mecanismos de garantia, como as sociedades garantidoras de crédito e outros fundos de aval, que cubram diversos riscos, além do risco de crédito, como é o caso do novo fundo garantidor de infraestrutura, que, de acordo com a Lei 12.712, poderá cobrir também os riscos de *performance*, de engenharia e de descumprimento de obrigações contratuais.

## Referências

ALTMAN, E.; KALOTAY, E. *A flexible approach to modeling ultimate recoveries on defaulted loans and bonds*. Nova York: New York University Salomon Center, 2010. (Working paper).

ANNIBAL, C. A. Inadimplência do setor bancário brasileiro: uma avaliação de suas medidas. *Trabalhos para Discussão*, Brasília, Banco Central do Brasil, n. 192, 2009.

BANCO DO BRASIL. *FGO – Fundo de Garantia de Operações*. Banco do Brasil, 2013. Disponível em: <<http://www.bb.com.br/portallbb/page3,102,19034,11,0,1,3.bb?codigoMenu=15030&codigoNoticia=19484&codigoRet=12220&bread=1>>. Acesso em: 14 ago. 2013.

BAUMGARTNER, R. *Proposta para implementação de um sistema de garantia de crédito mutualista como alternativa de acesso ao crédito para as micro, pequenas e médias empresas no Brasil*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2004.

BECK, T.; KLAPPER, L.; MENDOZA, J. C. The Typology of Partial Credit Guarantee Funds around the World, *The World Bank Development Research Group*, nov. 2008.

BELLOTTI, T. A simulation study of Basel II expected loss distribution for a portfolio of credit cards. *Journal of Financial Services Marketing*, v. 14, p. 268-277, 2010.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. *FGI – Fundo Garantidor para Investimentos*. Rio de Janeiro: BNDES, 2013. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Apoio\\_Financeiro/Programas\\_e\\_Fundos/FGI/index.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Programas_e_Fundos/FGI/index.html)>. Acesso em: 3 jul. 2013.

\_\_\_\_\_. *FGPC – Fundo de Aval*, 2012. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Instituicao\\_Financeira\\_Credenciada/FGPC/](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Instituicao_Financeira_Credenciada/FGPC/)>. Acesso em: 29 jun. 2013.

BRASIL. *Lei 11.079*, de 30 de dezembro de 2004. Institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da administração pública. Brasília, 30 dez. 2004.

\_\_\_\_\_. *Lei 11.786*, de 25 de setembro de 2008. Autoriza a União a participar em Fundo de Garantia para a Construção Naval – FGCN para a formação de seu patrimônio; altera as leis 9.365, de 16 de dezembro de 1996, 5.662, de 21 de junho de 1971, 9.019, de 30 de março de 1995, 11.529, de 22 de outubro de 2007, 6.704, de 26 de outubro



de 1979, e 9.818, de 23 de agosto de 1999; e dá outras providências. Brasília, 25 set. 2008.

\_\_\_\_\_. *Lei 11.943*, de 28 de maio de 2009. Autoriza a União a participar de Fundo de Garantia a Empreendimentos de Energia Elétrica – FGEE; altera o § 4º do art. 1º da Lei 11.805, de 6 de novembro de 2008; dispõe sobre a utilização do excesso de arrecadação e do superávit financeiro das fontes de recursos existentes no Tesouro Nacional; altera o art. 1º da Lei 10.841, de 18 de fevereiro de 2004, as leis 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 10.848, de 15 de março de 2004, 3.890-A, de 25 de abril de 1961, 10.847, de 15 de março de 2004, e 10.438, de 26 de abril de 2002; e autoriza a União a repassar ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES recursos captados junto ao Banco Internacional para a Reconstrução e o Desenvolvimento – BIRD. Brasília, 28 mai. 2009a.

\_\_\_\_\_. *Lei 11.977*, de 7 de julho de 2009. Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas; altera o Decreto-Lei 3.365, de 21 de junho de 1941, as leis 4.380, de 21 de agosto de 1964, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 8.036, de 11 de maio de 1990, e 10.257, de 10 de julho de 2001, e a Medida Provisória 2.197-43, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, 7 jul. 2009b.

\_\_\_\_\_. *Lei 12.087*, de 11 de novembro de 2009. Dispõe sobre a prestação de auxílio financeiro pela União aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, no exercício de 2009, com o objetivo de fomentar as exportações do País, e sobre a participação da União em fundos garantidores de risco de crédito para micro, pequenas e médias empresas e para produtores rurais e suas cooperativas; e altera as leis 11.491, de 20 de junho de 2007, 8.036, de 11 de maio de 1990, e 8.001, de 13 de março de 1990. Brasília, 11 nov. 2009c.

\_\_\_\_\_. *Lei 12.712*, de 30 de agosto de 2012. Altera as leis 12.096, de 24 de novembro de 2009, 12.453, de 21 de julho de 2011, para conceder crédito ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES,

9.529, de 10 de dezembro de 1997, 11.529, de 22 de outubro de 2007, para incluir no Programa Revitaliza do BNDES os setores que especifica, 11.196, de 21 de novembro de 2005, 7.972, de 22 de dezembro de 1989, 12.666, de 14 de junho de 2012, 10.260, de 12 de julho de 2001, 12.087, de 11 de novembro de 2009, 7.827, de 27 de setembro de 1989, 10.849, de 23 de março de 2004, e 6.704, de 26 de outubro de 1979, as medidas provisórias 2.156-5, de 24 de agosto de 2001, e 2.157-5, de 24 de agosto de 2001; dispõe sobre financiamento às exportações indiretas; autoriza a União a aumentar o capital social do Banco do Nordeste do Brasil S.A. e do Banco da Amazônia S.A.; autoriza o Poder Executivo a criar a Agência Brasileira Gestora de Fundos Garantidores e Garantias S.A. – ABGF; autoriza a União a conceder subvenção econômica nas operações de crédito do Fundo de Desenvolvimento da Amazônia – FDA e do Fundo de Desenvolvimento do Nordeste – FDNE; autoriza a União a participar de fundos dedicados a garantir operações de comércio exterior ou projetos de infraestrutura de grande vulto; revoga dispositivos das leis 10.637, de 30 de dezembro de 2002, 10.865, de 30 de abril de 2004, e 12.545, de 14 de dezembro de 2011; e dá outras providências. Brasília, 30 ago. 2012.

BRITO, G. A. S.; ASSAF NETO, A. Modelo de risco para carteiras de créditos corporativos. *Revista de Administração da Universidade de São Paulo*, v. 43, n. 3, p. 263-274, jul.-set. 2008.

CEF – CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. *Fundo de Garantia para a Construção Naval – FGCN*. Disponível em: <[http://www.caixa.gov.br/pj/pj\\_social/mg/fgcn/](http://www.caixa.gov.br/pj/pj_social/mg/fgcn/)>. Acesso em: 28 ago. 2013.

COUTINHO, L. G. *et al.* Inclusão financeira no Brasil: o papel do BNDES. In: FELTRIM, L. E.; VENTURA, E. C. F.; DODL, A. B. *Perspectivas e desafios para inclusão financeira no Brasil: visão de diferentes atores*. Brasília: Banco Central do Brasil, 2009.

DUFFIE, D.; SINGLETON, K. *Simulating correlated defaults*. Graduate School of Business, Stanford University, 1999.

- GORDY, M. A comparative anatomy of credit risk models. *Journal of Banking and Finance*, n. 24, p. 119-149, 2000.
- GUIMARÃES, A. L. S. Avaliando a classificação de risco de crédito em operações indiretas com garantia de fundo de aval. *Revista do BNDES*, v. 15, n. 30, p. 39-61, dez. 2008.
- GUPTON, M.; STEIN, R. *LossCalc V2: Dynamic prediction of LGD*. Moody's Investors Service, 2005.
- HOECHSTOETTER, M. *et al. Reflection on recovery and loss given default. What is and what is Amiss*. Technical Report. Karlsruhe: Karlsruhe Institute of Technology, 2011.
- LEVITSKY, J. Credit guarantee schemes for SMEs – an international review. *Small Enterprise Development*, v. 8, n. 2, jun. 1997. Disponível em: <[http://siteresources.worldbank.org/EXT/EXPCOMNET/Resources/2463593-1213887855468/04\\_Credit\\_guarantee\\_schemes\\_for\\_SMEs.pdf](http://siteresources.worldbank.org/EXT/EXPCOMNET/Resources/2463593-1213887855468/04_Credit_guarantee_schemes_for_SMEs.pdf)>. Acesso em: 17 mai. 2013.
- LOFFLER, G.; POSCH, P. N. *Credit risk modeling using Excel and VBA*. John Wiley and Sons, Ltd., 2007, p. 51-52.
- LOPES, S. *et al.* Fundos de garantia e acesso ao crédito das micro, pequenas e médias empresas. A experiência do FGPC: sucesso ou fracasso? *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 26, p. 3-14, set. 2007.
- MINISTÉRIO DA FAZENDA. *Relatório dos fundos garantidores de risco de crédito para micro, pequenas e médias empresas e em operações de crédito educativo – Exercício 2012*, 2013. Disponível em: <<http://www.fazenda.gov.br/portugues/docs/Relat%C3%B3rio%20dos%20Fundos%20Garantidores%20de%20Risco%20de%20Cr%C3%A9dito%20para%20Micro,%20Pequenas%20e%20M%C3%A9dias%20Empresas%20e%20em%20Opera%C3%A7%C3%B5es%20de%20Cr%C3%A9dito%20Educativo%20%E2%80%93%202013.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2013.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *Discussion paper on credit guarantees schemes*, 2010. Disponível em: <[www.oecd.org/dataoecd/52/5/45324327.pdf](http://www.oecd.org/dataoecd/52/5/45324327.pdf)>. Acesso em: 17 mai. 2013.

PAULA, G. A. *Modelos de regressão com apoio computacional*. São Paulo: IME-USP, 2004. Disponível em: <[http://www.ime.unicamp.br/~cnaber/Livro\\_MLG.pdf](http://www.ime.unicamp.br/~cnaber/Livro_MLG.pdf)>. Acesso em: 14 ago. 2013.

PINHEIRO, A. C.; CABRAL, C. Mercado de crédito no Brasil: o papel do Judiciário e de outras instituições. *Ensaio BNDES*, n. 9, Rio de Janeiro, dez. 1998.

POMBO, P. G. *Aportes conceptuales y características para una clasificación internacional de los sistemas/esquemas de garantía*. Tese (Doutorado) – Universidade de Córdoba, Córdoba, 2006.

POMBO, P. G.; HERRERO, A. C. *Los sistemas de garantías para la pyme em uma economia globalizada*. Cyberlibro, 2003. Edição eletrônica.

S&P – STANDARD & POOR'S. *2012 Annual Global Corporate Default Study and Rating Transitions*, 2013. Disponível em: <<http://www.standardandpoors.com/ratings/articles/en/us/?articleType=HTML&assetID=1245348978068>>. Acesso em: 20 ago. 2013.

SANTOS, C. A. *Risco de crédito e garantias: a proposta de um sistema nacional de garantias*. Brasília: Sebrae, 2006. Disponível em: <[http://www.agenciasebrae.com.br/anexo\\_download.kmf?cod=19](http://www.agenciasebrae.com.br/anexo_download.kmf?cod=19)>. Acesso em: 12 jun. 2013.

SANTOS, J. O. *Análise de crédito: empresas e pessoas físicas*. São Paulo: Atlas, 2000.

SAUNDERS, A. *Administração de instituições financeiras*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2000.

SCHUERMANN, T.; HANSON, S. Estimating probabilities of default. *Staff Report*, n. 190, Federal Reserve Bank of New York, jul. 2004.

- SEBRAE; FUBRA – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS; FUNDAÇÃO UNIVERSITÁRIA DE BRASÍLIA. *Fatores condicionantes e taxa de mortalidade de empresas no Brasil*. Brasília: Sebrae e Fubra, 2004.
- SELAU, L. P. R.; RIBEIRO, J. L. D. Uma sistemática para construção e escolha de modelos de previsão de risco de crédito. *Gestão & Produção*, v. 16, n. 3, p. 398-413, jul.-set. 2009.
- SILVA, A. C. M. S. *et al.* Correlação de *default*: uma investigação empírica de créditos de varejo no Brasil. *Trabalhos para discussão*, n. 208, Banco Central do Brasil, Brasília, mai. 2010.
- SOUZA, E. B. M.; ARAGÃO, C. Uso de modelos de simulação para alocação de capital em bancos de atacado. In: II SEMINÁRIO DE GESTÃO DE RISCOS – BASELEIA II – IMPLEMENTAÇÃO. São Paulo, mai. 2003.
- STIGLITZ, J. E.; WEISS, A. Credit rating in markets with imperfect information. *The American Economic Review*, n. 3, v. 71, p. 393-409, jun. 1981.
- VIEIRA, A. A. Avaliação de insolvência no sistema bancário: Uma aplicação para o caso brasileiro. In: III PRÊMIO FEBRABAN DE ECONOMIA BANCÁRIA, 2011. Disponível em: <[http://www.febraban.org.br/economia/trabalhos/2\\_MONTREAL\\_%201982\\_Amanda.pdf](http://www.febraban.org.br/economia/trabalhos/2_MONTREAL_%201982_Amanda.pdf)>. Acesso em: 10 mai. 2013.
- YANAKA, G. M.; HOLLAND, M. Basileia II e exigências de capital para risco de crédito dos bancos no Brasil. *Revista Brasileira de Finanças*, 8 (2), p. 167-195, 2010.
- ZICA, R. M. F.; MARTINS, H. C. Sistemas de garantia de crédito para micro e pequenas empresas no Brasil: proposta de um modelo. *Revista de Administração Pública*, v. 42, n. 1, Rio de Janeiro, jan.-fev. 2008.