



BANCO CENTRAL DO BRASIL

CARTA-CIRCULAR Nº 3.498

Esclarece a metodologia utilizada na apuração do valor da volatilidade-padrão e do multiplicador para o dia "t", a serem divulgados diariamente pelo Banco Central do Brasil, para fins de apuração da parcela do Patrimônio de Referência Exigido (PRE) referente às exposições sujeitas à variação de taxas de juros prefixadas denominadas em real ($P_{JUR[1]}$).

Tendo em vista o disposto na Circular nº 3.361, de 12 de setembro de 2007, alterada pela Circular nº 3.498, de 28 de junho de 2010, que estabelece os procedimentos para o cálculo da parcela do Patrimônio de Referência Exigido (PRE) referente às exposições sujeitas à variação de taxas de juros prefixadas denominadas em real ($P_{JUR[1]}$), e objetivando promover maior transparência em relação aos procedimentos adotados e assegurar que o cálculo possa ser replicado integralmente pelos interessados, são divulgados os procedimentos adotados para o cálculo da volatilidade para cada um dos vértices P_i ($\sigma_{i,t}$), das volatilidades-padrão (σ^I_t , σ^{II}_t e σ^{III}_t) e do multiplicador (M_t^{pre}), a serem divulgados diariamente pelo Banco Central do Brasil.

Construção da estrutura a termo da taxa de juros

2. O cálculo do Valor em Risco (VaR) decorrente da exposição em determinados instrumentos financeiros é efetuado a partir da construção das séries de retornos dos fatores de risco correspondentes. Os fatores de risco relevantes para o cálculo do VaR relativo ao risco das operações prefixadas denominadas em real são as taxas associadas a prazos fixos previamente escolhidos, definidos como vértices da estrutura a termo.

3. Os vértices para construção da estrutura a termo das taxas de juros prefixadas são os prazos de 21, 42, 63, 126, 252, 504, 756, 1.008, 1.260 e 2.520 dias úteis, sendo o último utilizado apenas no mapeamento dos fluxos de caixa, sem efeito sobre o cálculo da volatilidade.

4. O retorno na data "t" associado ao vértice P_i de prazo "T" é dado por:

$$r_{t,T} = \ln \left(\frac{1 + \frac{R_{t,T}}{100}}{1 + \frac{R_{t-1,T}}{100}} \right), \text{ em que:}$$

$R_{t,T}$ = é a taxa de juros anual com composição discreta (considerados 252 dias úteis no ano) para a data "t", a incorrer durante o prazo de "T" dias úteis.

5. Para cada dia útil, são calculadas as taxas relativas aos diferentes prazos escolhidos, que propiciam a geração de séries diárias de taxas **spot** concernentes a cada um dos vértices. Para essa finalidade, são utilizados dados referentes aos depósitos interfinanceiros (DI) e contratos de futuros e de **swap** negociados na BM&FBovespa S.A. - Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros (BM&FBovespa), buscando identificar os instrumentos mais líquidos em cada faixa de



BANCO CENTRAL DO BRASIL

vencimento. Entretanto, em função de variações na liquidez observadas no mercado financeiro, o Banco Central do Brasil poderá excluir ou adicionar novos instrumentos financeiros e/ou vértices a partir dos quais serão calculadas a estrutura a termo e as volatilidades para efeito da apuração da $P_{\text{JUR}[1]}$.

6. A estrutura a termo é obtida mediante a utilização das taxas de juros embutidas nas cotações do **DI over**, contratos futuros de DI (primeiro ao terceiro vencimento) e taxas de **swap** DI x juros prefixados apuradas para os prazos de 6, 12, 24, 36, 48 e 60 meses. A construção das taxas **spot** é obtida mediante a acumulação das taxas a termo implícitas entre os vencimentos dos instrumentos financeiros listados, assumida a hipótese de que a taxa a termo entre os vencimentos é constante. Dessa forma, a taxa de juros implícita nos preços dos mencionados instrumentos financeiros, para um prazo de "T" dias úteis, é dada por:

$$R_{t,T} = \left\{ \left[\left(1 + \frac{R_0}{100} \right)^{T_0} \times \prod_{j=0}^8 \left(1 + \frac{R_{j,j+1}}{100} \right)^{\max[0; \min(T-T_j; T_{j+1}-T_j)]} \times \left(1 + \frac{R_{8,9}}{100} \right)^{\max[0; T-T_9]} \right]^{\frac{1}{T}} - 1 \right\} \times 100,$$

em que:

- R_0 = taxa **spot** DI **over** apurada;
- $R_{0,1}$ = taxa a termo implícita pelo DI e a cotação do primeiro vencimento de futuro de DI;
- $R_{1,2}$ = taxa a termo implícita pelas cotações do primeiro e segundo vencimentos de futuro de DI;
- $R_{2,3}$ = taxa a termo implícita pelas cotações do segundo e terceiro vencimentos de futuro de DI;
- $R_{3,4}$ = taxa a termo implícita pelas cotações do terceiro vencimento de DI e taxa de **swap** DI x juros prefixados de 6 meses;
- $R_{4,5}$ = taxa a termo implícita pelas taxas de **swap** DI x juros prefixados de 6 e 12 meses;
- $R_{5,6}$ = taxa a termo implícita pelas taxas de **swap** DI x juros prefixados de 12 e 24 meses;
- $R_{6,7}$ = taxa a termo implícita pelas taxas de **swap** DI x juros prefixados de 24 e 36 meses;
- $R_{7,8}$ = taxa a termo implícita pelas taxas de **swap** DI x juros prefixados de 36 e 48 meses;
- $R_{8,9}$ = taxa a termo implícita pelas taxas de **swap** DI x juros prefixados de 48 e 60 meses; e
- T_0 a T_9 = prazos, em dias úteis, de vencimento de cada instrumento financeiro utilizado, respectivamente, DI (1 dia útil), primeiro, segundo e terceiro vencimentos de futuro de DI, **swap** de 6, 12, 24, 36, 48 e 60 meses.

7. Para prazos superiores a 1.260 dias úteis (sessenta meses), é assumida a hipótese de taxa **spot** constante com valor igual àquele calculado para o vértice de 1.260 dias úteis. Esse critério poderá ser alterado caso os instrumentos de prazos mais longos apresentem maior liquidez.



BANCO CENTRAL DO BRASIL

Tratamento de fundos de investimento que observam limites regulamentares

8. No caso de impossibilidade da apuração da composição proporcional das exposições relativas a cotas de fundos de investimento, os limites de exposição estabelecidos no regulamento do fundo, aplicáveis a cada parcela de risco, devidamente documentados, poderão ser utilizados, de acordo com as seguintes instruções:

I - os limites máximos de exposição presentes no regulamento do fundo deverão ser utilizados para a definição dos percentuais relativos ao fator ou parcela de risco em questão; e

II - os limites mínimos de exposição presentes no regulamento deverão ser considerados para o cálculo das exposições máximas às parcelas de risco que não tenham limites superiores.

Exemplo para apuração da composição de fundos de investimento que observam limites regulamentares

Parcela de Risco	Percentual Mínimo no Regulamento	Percentual Máximo no Regulamento
Juro prefixado	35%	50%
Cupom cambial	-	30%
Cupom de inflação	15%	-
Cupom de juros	20%	-
Ações	-	10%
Câmbio	-	-
Commodities	-	-

Parcela de Risco	Alocação nas parcelas de risco	Origem do Percentual
Juro prefixado	50%	percentual máximo
Cupom cambial	30%	percentual máximo
Cupom de inflação	45%	100%-(35%+20%)
Cupom de juros	50%	100%-(35%+15%)
Ações	10%	percentual máximo
Câmbio	30%	100%-(35%+15%+20%)
Commodities	30%	100%-(35%+15%+20%)

Cálculo da volatilidade diária para o vértice P_i

9. Para cada vértice P_i , o Banco Central do Brasil constrói duas séries de volatilidades, cada uma com valor específico do parâmetro λ , utilizando a seguinte função:

$$f(\lambda, i) = \sqrt{\lambda(\sigma_{i|t-1}^i)^2 + (1 - \lambda)(r_t^i)^2}, \text{ em que:}$$

r_t^i = retorno no dia "t" relativo à taxa associada ao prazo do vértice P_i ;

λ (parâmetro lambda) = fator de amortecimento do método do alisamento exponencial, representando a estrutura de pesos atribuída aos retornos ocorridos no passado recente



BANCO CENTRAL DO BRASIL

vis-à-vis o passado mais remoto. Os parâmetros atualmente utilizados para construção das séries de volatilidades são: $\lambda_1 = 0,85$ e $\lambda_2 = 0,94$; e

σ^i = volatilidade no vértice "i".

10. A volatilidade diária de cada vértice P_i da estrutura a termo das taxas de juros é o valor máximo entre as volatilidades das duas séries, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\sigma_{t+1|t}^i = \max \{ f(\lambda_1, i), f(\lambda_2, i) \}.$$

11. A regra do máximo valor utilizada permite a rápida absorção de um choque por meio de um lambda menor, bem como uma saída mais cautelosa dele mediante um lambda maior.

Cálculo da volatilidade-padrão diária para o vértice P_i

12. As volatilidades-padrão para cada vértice "i" utilizadas para o cálculo do $VaR_{i,t}$ são determinadas com base na aplicação do conceito de famílias de volatilidades, sendo determinadas pelos valores máximos das volatilidades dos vértices de uma mesma família. Consideram-se três famílias, cujas volatilidades máximas são determinadas por meio da seguinte fórmula:

$$I - \sigma^I_t = \max (\sigma_{t+1|t}^{21}, \sigma_{t+1|t}^{42}, \sigma_{t+1|t}^{63});$$

$$II - \sigma^{II}_t = \max (\sigma_{t+1|t}^{126}, \sigma_{t+1|t}^{252}, \sigma_{t+1|t}^{504}); e$$

$$III - \sigma^{III}_t = \max (\sigma_{t+1|t}^{756}, \sigma_{t+1|t}^{1008}, \sigma_{t+1|t}^{1260}).$$

13. No dia "t", a volatilidade-padrão é definida de acordo com as seguintes fórmulas:

$$I - \sigma_{21,t} = \sigma_{42,t} = \sigma_{63,t} = \sigma^I_t;$$

$$II - \sigma_{126,t} = \sigma_{252,t} = \sigma_{504,t} = \sigma^{II}_t; e$$

$$III - \sigma_{756,t} = \sigma_{1008,t} = \sigma_{1260,t} = \sigma_{2520,t} = \sigma^{III}_t.$$

14. A volatilidade-padrão σ^I_t é atribuída aos vértices 21, 42 e 63; σ^{II}_t é a volatilidade-padrão atribuída aos vértices 126, 252 e 504; e σ^{III}_t é a volatilidade-padrão atribuída aos vértices 756, 1.008, 1.260 e 2.520. A volatilidade-padrão σ^{III}_t é calculada com base apenas nas volatilidades dos vértices 756, 1.008 e 1.260, mas é também utilizada na determinação da volatilidade-padrão do vértice 2.520.



BANCO CENTRAL DO BRASIL

Volatilidade-padrão a ser utilizada no cálculo do multiplicador

15. A volatilidade-padrão σ_t a ser utilizada no cálculo do multiplicador é representada pelo valor máximo das volatilidades associadas a cada um dos vértices "i". Ela é utilizada apenas para definição do valor do multiplicador M_t^{pre} , não sendo usada na apuração do $Var_{i,t}$. Seu cálculo é dado por:

$$\sigma_t = \max (\sigma_t^I, \sigma_t^{II}, \sigma_t^{III}).$$

Cálculo do multiplicador (M_t^{pre})

16. Com o objetivo de evitar oscilações bruscas na exigência de capital em períodos de baixa volatilidade, a volatilidade-padrão (máximo da volatilidade dos vértices) é substituída pela média dessa volatilidade-padrão nos últimos sessenta dias úteis. A expressão para o cálculo dessa média é dada por:

$$\sigma_t^M = \frac{\sum_{i=0}^{59} \sigma_{t-i}}{60}.$$

17. O multiplicador M_t^{pre} é função decrescente da média da volatilidade-padrão nos últimos sessenta dias úteis. Tal função considera a distribuição de frequências da média da volatilidade-padrão nos últimos sessenta dias úteis e os valores desejados para o maior e para o menor valor do multiplicador, "M" e "m", respectivamente.

18. Sendo $\bar{\sigma}_{pico}$ a maior volatilidade observada na série de médias da volatilidade-padrão nos últimos sessenta dias úteis, com janela de 252 dias úteis, e sendo $\bar{\sigma}_{P\%}$ o valor referente a um dado percentil (P%) associado à distribuição de frequência da mesma série de médias da volatilidade-padrão nos últimos sessenta dias úteis, com janela de 252 dias úteis, o multiplicador M_t^{pre} é dado por:

$$M_t^{pre} = M(\sigma_t^M) = \begin{cases} M, & \text{se } \sigma_t^M \leq \bar{\sigma}_{P\%} \\ \frac{C_1}{\sigma_t^M} + C_2, & \text{se } \sigma_t^M > \bar{\sigma}_{P\%} \end{cases}.$$

19. A determinação das constantes C1 e C2 é realizada considerando-se $M(\bar{\sigma}_{P\%}) = M$ e $M(\bar{\sigma}_{pico}) = m$, portanto:

$$C_1 = \frac{M - m}{\frac{1}{\bar{\sigma}_{P\%}} - \frac{1}{\bar{\sigma}_{pico}}} \quad \text{e} \quad C_2 = M - \frac{C_1}{\bar{\sigma}_{P\%}}.$$



BANCO CENTRAL DO BRASIL

20. A tabela abaixo especifica os valores dos parâmetros atualmente em vigor para o cálculo do multiplicador M_t^{pre} :

Parâmetro	Especificação
M	3
m	1
P%	0
Janela para cálculo de $\bar{\sigma}_{P\%}$	Últimos 252 dias úteis
Janela para cálculo de $\bar{\sigma}_{pico}$	Últimos 252 dias úteis

Cálculo dos parâmetros "ρ" e "k" para a construção da matriz de correlações entre os vértices

21. A correlação $\rho_{i,j}$ entre dois vértices "i" e "j", utilizada para efeito de determinação do $VaR_t^{Padrão}$, definido na Circular nº 3.361, de 2007, é obtida de acordo com a seguinte fórmula:

$$\rho_{i,j} = \rho + (1 - \rho) \left(\frac{\max(P_i, P_j)}{\min(P_i, P_j)} \right)^k, \text{ em que:}$$

P_i, P_j = prazos dos vértices;

ρ = parâmetro-base para o cálculo das correlações $\rho_{i,j}$, calculado no penúltimo dia útil de cada mês ou em qualquer outra data, a critério do Banco Central do Brasil, e divulgado diariamente; e

k = fator de decaimento da correlação, calculado no penúltimo dia útil de cada mês ou em qualquer outra data, a critério do Banco Central do Brasil, e divulgado diariamente.

22. Para a obtenção dos parâmetros "ρ" e "k" no dia "t", primeiramente são calculadas as correlações empíricas históricas entre as séries de retornos ($r_{t,T}$) dos vértices 21, 42, 63, 126, 252, 504, 756, 1.008 e 1.260, considerando-se uma janela de 252 dias úteis.

23. Assim, a correlação histórica $\rho_{i,j}^{Hist}$ no dia "t" é dada pela fórmula:

$$\rho_{i,j}^{Hist} = \frac{\sum_{k=0}^{251} (r_{t-k,i} - \bar{r}_i)(r_{t-k,j} - \bar{r}_j)}{\sqrt{\sum_{k=0}^{251} (r_{t-k,i} - \bar{r}_i)^2} \times \sqrt{\sum_{k=0}^{251} (r_{t-k,j} - \bar{r}_j)^2}}, \text{ em que:}$$

$r_{t,i}$ = retorno do vértice "i" na data "t";

$r_{t,j}$ = retorno do vértice "j" na data "t";



BANCO CENTRAL DO BRASIL

\bar{r}_i = média dos retornos do vértice "i" nos últimos 252 dias; e

\bar{r}_j = média dos retornos do vértice "j" nos últimos 252 dias.

24. São efetuadas estimativas utilizando diversos valores para "ρ" e "k", de forma a se encontrar o valor mínimo para o somatório dos quadrados das diferenças, dado por $(\rho_{i,j} - \rho_{i,j}^{Hist})^2$. Os valores dos parâmetros "ρ" e "k" escolhidos e divulgados pelo Banco Central do Brasil são os dois valores situados no intervalo [0,1] que atendem à condição de gerar uma matriz definida positiva e que minimizam o somatório dos quadrados das diferenças, ou seja:

$$(\rho, k) = Arg \min \sum (\rho_{i,j} - \rho_{i,j}^{Hist})^2.$$

25. Esses mesmos valores de "ρ" e "k" são também utilizados para o cálculo da correlação $\rho_{i,j}$ do vértice de 2.520 dias úteis com os demais vértices.

Cálculo dos parâmetros de estresse

26. Os parâmetros para a segunda parte da fórmula da exigência de capital (parâmetros para cálculo do valor em risco estressado – $sVaR_t^{Padrão}$) são os divulgados pelo Banco Central do Brasil para o cálculo do $VaR_t^{Padrão}$ do dia "t" em que foi verificado o maior somatório do $VaR_t^{Padrão}$ apurado para cada instituição financeira, a partir de 1º de julho de 2008, para dias "t" pertencentes a períodos de alta volatilidade previamente identificados.

Exemplo do cálculo da exigência de capital, conforme a Circular nº 3.361, de 2007, alterada pela Circular nº 3.498, de 2010.

27. De maneira a ilustrar os cálculos a serem efetuados pelas instituições para a determinação da $P_{JUR[1]}$, é apresentado o exemplo a seguir, supondo que, no fechamento do dia 30 de junho de 2006, a Circular nº 3.361, de 2007, alterada pela Circular nº 3.498, de 2010, já estivesse produzindo efeitos há mais de sessenta dias úteis, e que uma instituição possuísse em sua carteira as seguintes exposições sujeitas à variação de taxas de juros prefixadas denominadas em real:

I - uma operação de **swap**, com posição comprada em DI em uma ponta e posição vendida em taxa prefixada na outra, com garantia da BM&FBovespa nas duas pontas, contratada em 8 de maio de 2006, com valor nominal de R\$10.000.000,00 (dez milhões de reais), taxa de 14,89% a.a. e prazo total de 1.953 dias corridos (1.343 dias úteis) na data da contratação;

II - uma operação de **swap**, com posição comprada em taxa prefixada em uma ponta e posição vendida em DI na outra, sem garantia, contratada em 19 de dezembro de 2005, com valor nominal de R\$5.000.000,00 (cinco milhões de reais), taxa de 15,48% a.a. e prazo total de 1.841 dias corridos (1.264 dias úteis) na data da contratação;



BANCO CENTRAL DO BRASIL

III - uma operação de **swap**, com posição comprada em taxa prefixada em uma ponta e posição vendida em DI na outra, sem garantia, contratada em 6 de dezembro de 2005, com valor nominal de R\$2.000.000,00 (dois milhões de reais), taxa de 15,69% a.a. e prazo total de 1.491 dias corridos (1.023 dias úteis) na data da contratação;

IV - 2.000 Letras do Tesouro Nacional (LTN), código 100000, com emissão em 22 de julho de 2005 e vencimento em 1º de janeiro de 2008, adquiridas em 15 de agosto de 2005;

V - 1.000 LTN, código 100000, com emissão em 17 de dezembro de 2005 e vencimento em 1º de outubro de 2006, adquiridas em 28 de fevereiro de 2005;

VI - 10.000 LTN, código 100000, com emissão em 27 de outubro de 2004 e vencimento em 1º de julho de 2006, adquiridas em 17 de janeiro de 2005; e

VII - uma operação de **swap**, com posição comprada em taxa prefixada em uma ponta e posição vendida em DI na outra, sem garantia, contratada em 17 de abril de 2006, com valor nominal de R\$1.000.000,00 (um milhão de reais), taxa de 16,00% a.a. e prazo total de 3.789 dias corridos (2.607 dias úteis) na data da contratação.

28. A garantia presente no instrumento citado no parágrafo 27, inciso I, não exige a instituição de incluí-lo no cálculo da exigência de capital, uma vez que a garantia cobre somente o risco de crédito, não protegendo contra o risco de mercado. No que se refere ao cálculo da exigência de capital de exposições sujeitas à variação de taxas de juros prefixadas denominadas em real, o fluxo considerado pelo instrumento é uma saída de R\$10.000.000,00 (dez milhões de reais) em 12 de setembro de 2011, capitalizada de 8 de maio de 2006 até o vencimento em 12 de setembro de 2011, pela taxa prefixada contratada de 14,89% a.a. Esse valor será trazido a valor presente para 30 de junho de 2006, utilizando-se a taxa prefixada de mercado em vigor nesse dia para o prazo a decorrer de 1.305 dias úteis.

29. O fluxo considerado pelo instrumento mencionado no parágrafo 27, inciso II, é uma entrada de R\$5.000.000,00 (cinco milhões de reais) em 3 de janeiro de 2011, capitalizada de 19 de dezembro de 2005 até o vencimento em 3 de janeiro de 2011, pela taxa prefixada contratada de 15,48% a.a. Esse valor será trazido a valor presente para 30 de junho de 2006, utilizando-se a taxa prefixada de mercado em vigor nesse dia para o prazo a decorrer de 1.131 dias úteis.

30. O fluxo considerado pelo instrumento referido no parágrafo 27, inciso III, é uma entrada de R\$2.000.000,00 (dois milhões de reais) em 5 de janeiro de 2010, capitalizada de 6 de dezembro de 2005 até o vencimento em 5 de janeiro de 2010, pela taxa prefixada contratada de 15,69% a.a. Esse valor será trazido a valor presente para 30 de junho de 2006, utilizando-se a taxa prefixada de mercado em vigor nesse dia para o prazo a decorrer de 881 dias úteis.

31. O fluxo considerado pelo instrumento contido no parágrafo 27, inciso IV, é uma entrada de R\$2.000.000,00 (dois milhões de reais) em 2 de janeiro de 2008. Esse valor será trazido a valor presente para 30 de junho de 2006, utilizando-se a taxa prefixada de mercado em vigor nesse dia para o prazo a decorrer de 376 dias úteis.



BANCO CENTRAL DO BRASIL

32. O fluxo considerado pelo instrumento citado no parágrafo 27, inciso V, é uma entrada de R\$1.000.000,00 (um milhão de reais) em 2 de outubro de 2006. Esse valor será trazido a valor presente para 30 de junho de 2006, utilizando-se a taxa prefixada de mercado em vigor nesse dia para o prazo a decorrer de 65 dias úteis.

33. O fluxo considerado pelo instrumento mencionado no parágrafo 27, inciso VI, é uma entrada de R\$10.000.000,00 (dez milhões de reais) em 3 de julho de 2006. Esse valor será trazido a valor presente para 30 de junho de 2006, utilizando-se a taxa prefixada de mercado em vigor nesse dia para o prazo a decorrer de um dia útil.

34. O fluxo considerado pelo instrumento referido no parágrafo 27, inciso VII, é uma entrada de R\$1.000.000,00 (um milhão de reais) em 31 de agosto de 2016, capitalizada de 17 de abril de 2006 até o vencimento em 31 de agosto de 2016, pela taxa prefixada contratada de 16,00% a.a. Esse valor será trazido a valor presente para 30 de junho de 2006, utilizando-se a taxa prefixada de mercado em vigor nesse dia para o prazo a decorrer de 2.556 dias úteis.

Procedimentos para o cálculo dos valores diários relativos à apuração da parcela $P_{JUR[1]}$

35. Cálculo da volatilidade para o vértice P_i e dia "t", no caso 30 de junho de 2006:

i	P_i	Retorno r^i 30/6/2006	Volatilidade Diária $\lambda_1=0,85$ $t=29/6/2006$	"A" Volatilidade Diária $\lambda_1=0,85$ $t=30/6/2006$	Volatilidade Diária $\lambda_2=0,94$ $t=29/6/2006$	"B" Volatilidade diária $\lambda_2=0,94$ $t=30/6/2006$	Máximo entre "A" e "B"
1	21	-0,0001808	0,0001535	0,0001579	0,0002423	0,0002390	0,0002390
2	42	-0,0001282	0,0002633	0,0002478	0,0004346	0,0004225	0,0004225
3	63	-0,0002015	0,0003275	0,0003118	0,0005672	0,0005521	0,0005521
4	126	-0,0002535	0,0004252	0,0004041	0,0007573	0,0007369	0,0007369
5	252	-0,0005455	0,0008899	0,0008472	0,0013552	0,0013207	0,0013207
6	504	-0,0017791	0,0013670	0,0014364	0,0018979	0,0018910	0,0018910
7	756	-0,0023577	0,0014578	0,0016249	0,0018880	0,0019194	0,0019194
8	1.008	-0,0022259	0,0015225	0,0016473	0,0019585	0,0019756	0,0019756
9	1.260	-0,0022304	0,0015185	0,0016451	0,0019530	0,0019707	0,0019707

36. As fórmulas utilizadas para o cálculo da volatilidade são:

I - Volatilidade = $\sqrt{\lambda \times (\sigma_{t|t-1}^i)^2 + (1 - \lambda) \times (r_t^i)^2}$, havendo uma série com $\lambda_1=0,85$ e outra com $\lambda_2 = 0,94$; e

II - $\sigma_{t+1|t}^i = \max \{f(\lambda_1, i), f(\lambda_2, i)\}$, obtendo-se a cada dia, o máximo entre as volatilidades das duas séries supracitadas.



BANCO CENTRAL DO BRASIL

37. Cálculo das volatilidades-padrão σ^I_t , σ^{II}_t e σ^{III}_t , a serem atribuídas aos vértices no dia "t", no caso 30 de junho de 2006, as quais são divulgadas pelo Banco Central do Brasil:

i	P _i	Volatilidade-Padrão (*)
1	21	0,000552116
2	42	0,000552116
3	63	0,000552116
4	126	0,001890952
5	252	0,001890952
6	504	0,001890952
7	756	0,001975563
8	1.008	0,001975563
9	1.260	0,001975563
10	2.520	0,001975563

(*) σ^I_t , σ^{II}_t e σ^{III}_t divulgadas pelo Banco Central do Brasil

I - as três volatilidades-padrão são calculadas de acordo com as seguintes fórmulas:

$$a) \sigma^I_t = \max \left(\sigma_{t+1|t}^{21}, \sigma_{t+1|t}^{42}, \sigma_{t+1|t}^{63} \right);$$

$$b) \sigma^{II}_t = \max \left(\sigma_{t+1|t}^{126}, \sigma_{t+1|t}^{252}, \sigma_{t+1|t}^{504} \right); e$$

$$c) \sigma^{III}_t = \max \left(\sigma_{t+1|t}^{756}, \sigma_{t+1|t}^{1008}, \sigma_{t+1|t}^{1260} \right).$$

II - as volatilidades-padrão são atribuídas aos vértices de acordo com as seguintes fórmulas:

$$a) \sigma_{21,t} = \sigma_{42,t} = \sigma_{63,t} = \sigma^I_t ;$$

$$b) \sigma_{126,t} = \sigma_{252,t} = \sigma_{504,t} = \sigma^{II}_t ; e$$

$$c) \sigma_{756,t} = \sigma_{1008,t} = \sigma_{1260,t} = \sigma_{2520,t} = \sigma^{III}_t .$$

38. As fórmulas utilizadas para o cálculo de M_t^{pre} são:

$$I - M_t^{pre} = M(\sigma_t^M) = \begin{cases} M, & \text{se } \sigma_t^M \leq \bar{\sigma}_{P\%} \\ \frac{C_1}{\sigma_t^M} + C_2, & \text{se } \sigma_t^M > \bar{\sigma}_{P\%} \end{cases} ; e$$



BANCO CENTRAL DO BRASIL

$$\text{II - } C_1 = \frac{M - m}{\frac{1}{\bar{\sigma}_{P\%}} - \frac{1}{\bar{\sigma}_{pico}}} \quad \text{e} \quad C_2 = M - \frac{C_1}{\bar{\sigma}_{P\%}}.$$

Parâmetro	Especificação
M	3
m	1
P%	0
Janela para cálculo de $\bar{\sigma}_{P\%}$	Últimos 252 dias úteis
Janela para cálculo de $\bar{\sigma}_{pico}$	Últimos 252 dias úteis

39. Cálculo do multiplicador (M_t^{pre}):

$\sigma_{30/06/06}^M$	$\bar{\sigma}_{P\%}$	$\bar{\sigma}_{pico}$	C_1	C_2	$M_t^{pre} (*)$
0,001993	0,000981	0,001993	0,003866	-0,939814	1,00

(*) Divulgado pelo Banco Central do Brasil

40. O multiplicador (M_t^{pre}) resultou em 1,00 porque a média da volatilidade máxima dos últimos sessenta dias, $\sigma_{30/06/06}^M$, resultou no valor máximo de uma janela de 252 dias úteis da série de médias dos últimos sessenta dias da volatilidade máxima.

41. Com base nas informações divulgadas pelo Banco Central do Brasil, as instituições procedem à apuração da parcela $P_{JUR[1]}$. Os valores das posições ativas e passivas que compõem os fluxos de caixa devem ser marcados a mercado no dia referente ao qual se calcula a parcela de exigência de capital ($P_{JUR[1]}$) a ser mantida pela instituição no dia útil subsequente. No caso do exemplo, a estrutura a termo no fechamento do dia 30 de junho de 2006 é utilizada para apuração do capital aplicável ao dia 3 de julho de 2006.

42. Os fluxos de caixa marcados a mercado referentes aos fluxos prefixados dos instrumentos financeiros do exemplo são apresentados a seguir:

Instrumento	Prazo em dias corridos	Prazo em dias úteis	Valor total no vencimento (R\$)	Valor marcado a mercado (R\$)	Taxa de mercado considerada
a	1.900	1.305	-20.953.955,08	-9.939.750,02	15,49%
b	1.648	1.131	10.291.911,70	5.390.414,30	15,50%
c	1.285	881	3.613.939,59	2.189.655,75	15,41%
d	551	376	2.000.000,00	1.625.656,12	14,90%
e	94	65	1.000.000,00	965.068,89	14,78%
f	3	1	10.000.000,00	9.994.393,40	15,18%
g	3.715	2.556	4.643.369,51	1.077.592,40	15,49%



BANCO CENTRAL DO BRASIL

43. A fórmula utilizada para marcação a mercado é:

$$F_l = \frac{\text{Valor total}}{\left(1 + \frac{\text{taxa de juros vigente}}{100}\right)^{\frac{T_l}{252}}}, \text{ em que:}$$

T_l - prazo a decorrer em dias úteis.

44. Para prazos a decorrer entre 21 e 2.520 dias úteis, os fluxos marcados a mercado são alocados nos vértices de acordo com as seguintes fórmulas:

$$\text{I - Valor alocado no vértice anterior} = \frac{P_j - T_l}{P_j - P_i} \times F_l; \text{ e}$$

$$\text{II - Valor alocado no valor no vértice posterior} = \frac{T_l - P_i}{P_j - P_i} \times F_l.$$

45. Para prazos a decorrer inferiores a 21 dias úteis ou superiores a 2.520 dias úteis, os fluxos marcados a mercado são alocados nos vértices 21 e 2.520, respectivamente, de acordo com as seguintes fórmulas:

$$\text{I - Valor alocado no vértice 21} = \frac{T_l}{21} \times F_l; \text{ e}$$

$$\text{II - Valor alocado no vértice 2.520} = \frac{T_l}{2.520} \times F_l.$$

46. Assim, os fluxos de caixa marcados a mercado dos instrumentos são alocados nos vértices conforme a tabela a seguir:

Prazo em dias úteis	Valor marcado a mercado (R\$)	Vértice anterior	Vértice posterior	Valor alocado no vértice anterior (R\$)	Valor alocado no vértice posterior (R\$)
1.305	-9.939.750,02	1.260	2.520	-9.584.758,95	-354.991,07
1.131	5.390.414,30	1.008	1.260	2.759.378,75	2.631.035,55
881	2.189.655,75	756	1.008	1.103.516,99	1.086.138,77
376	1.625.656,12	252	504	825.730,09	799.926,03
65	965.068,89	63	126	934.431,78	30.637,11
1	9.994.393,40	Não há	21	Não há	475.923,50
2.556	1.077.592,40	2.520	Não há	1.092.986,58	Não há



BANCO CENTRAL DO BRASIL

Valores totais alocados por vértice:

Vértice P_i	Valor marcado a mercado (R\$)
21	475.923,50
42	0,00
63	934.431,78
126	30.637,11
252	825.730,09
504	799.926,03
756	1.103.516,99
1.008	3.845.517,52
1.260	-6.953.723,39
2.520	737.995,51

47. Com as volatilidades-padrão fornecidas no parágrafo 37, obtêm-se os seguintes valores em risco associados aos vértices ($VaR_{i,t}$):

Vértice	$\sigma_{i,30/6/2006}$	Valor MtM alocado (R\$)	$VaR_{i,30/6/2006}$ (R\$)
21	0,000552116	475.923,50	161,34
42	0,000552116	0,00	0,00
63	0,000552116	934.431,78	950,33
126	0,001890952	30.637,11	213,43
252	0,001890952	825.730,09	11.504,68
504	0,001890952	799.926,03	22.290,31
756	0,001975563	1.103.516,99	48.188,91
1008	0,001975563	3.845.517,52	223.903,85
1.260	0,001975563	-6.953.723,39	-506.097,51
2.520	0,001975563	737.995,51	107.423,80

48. A fórmula utilizada é: $VaR_{i,t} = 2,33 \times \frac{P_i}{252} \times \sigma_{i,t} \times VMtM_{i,t} \times \sqrt{10}$.



BANCO CENTRAL DO BRASIL

49. Supondo que o Banco Central do Brasil tenha divulgado, para o dia 30 de junho de 2006, $\rho = 0,33$ e $k = 0,47$, obtém-se a seguinte matriz de correlações:

	21	42	63	126	252	504	756	1.008	1.260	2.520
21	1	0,90424	0,84112	0,72470	0,60592	0,49805	0,44556	0,41455	0,39434	0,35237
42	0,90424	1	0,94597	0,84112	0,72470	0,60592	0,54057	0,49805	0,46797	0,39434
63	0,84112	0,94597	1	0,90424	0,79379	0,67500	0,60592	0,55899	0,52455	0,43357
126	0,72470	0,84112	0,90424	1	0,90424	0,79379	0,72470	0,67500	0,63670	0,52455
252	0,60592	0,72470	0,79379	0,90424	1	0,90424	0,84112	0,79379	0,75601	0,63670
504	0,49805	0,60592	0,67500	0,79379	0,90424	1	0,94597	0,90424	0,87008	0,75601
756	0,44556	0,54057	0,60592	0,72470	0,84112	0,94597	1	0,96226	0,93101	0,82399
1.008	0,41455	0,49805	0,55899	0,67500	0,79379	0,90424	0,96226	1	0,97098	0,87008
1.260	0,39434	0,46797	0,52455	0,63670	0,75601	0,87008	0,93101	0,97098	1	0,90424
2.520	0,35237	0,39434	0,43357	0,52455	0,63670	0,75601	0,82399	0,87008	0,90424	1

50. A fórmula utilizada para o cálculo é:

$$\rho_{i,j} = \rho + (1 - \rho) \left(\frac{\max(P_i, P_j)}{\min(P_i, P_j)} \right)^k$$

51. O valor em risco das operações ($VaR_t^{Padrão}$), considerando todos os vértices, é de R\$146.004,93 (cento e quarenta e seis mil, quatro reais e noventa e três centavos), obtido pela fórmula:

$$VaR_t^{Padrão} = \sqrt{\sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{10} VaR_{i,t} \times VaR_{j,t} \times \rho_{i,j}}$$

52. A primeira parte da fórmula da $P_{JUR[1]}$ é:

$$\max \left\{ \left(\frac{M_{t-1}^{pre}}{60} \sum_{i=1}^{60} VaR_{t-i}^{Padrão} \right), VaR_{t-1}^{Padrão} \right\}$$

53. Supondo que a média do $VaR_t^{Padrão}$ dos últimos sessenta dias tivesse ficado em R\$189.000,00 (cento e oitenta e nove mil reais) e utilizando-se o multiplicador igual a 1 (um) calculado conforme o parágrafo 39, o resultado da primeira parte da fórmula da exigência de capital, calculada com os dados de fechamento de 30 de junho de 2006, aplicável ao dia 3 de julho de 2006, seria de R\$189.000,00 (cento e oitenta e nove mil reais).

Média do VaR dos últimos 60 dias, no dia 30/6/2006 (R\$)	Multiplicador (M_t^{pre}) divulgado para o dia 30/6/2006	Valor em risco do conjunto das operações ($VaR_t^{Padrão}$), em 30/6/2006 (R\$)	1ª parte da $P_{JUR[1]}$ exigível no dia 3/7/2006 (R\$)
189.000,00	1,00	146.004,93	189.000,00

54. Supondo que os parâmetros definidos pelo Banco Central do Brasil para o cálculo do $sVaR_t^{Padrão}$ estivessem vigentes no dia 30 de junho de 2006, são apresentados a seguir os procedimentos para o cálculo da segunda parte da fórmula para o cálculo da $P_{JUR[1]}$:



BANCO CENTRAL DO BRASIL

I - $\rho^S = 0,18$;

II - $k^S = 0,90$; e

III - volatilidades-padrão para cálculo do $sVaR_t^{\text{Padrão}}$:

$\sigma_I^S =$	0,001920
$\sigma_{II}^S =$	0,006047
$\sigma_{III}^S =$	0,006135

55. Com as volatilidades-padrão do parágrafo 54, obtêm-se os seguintes valores em risco estressados associados aos vértices ($sVaR_{i,t}$):

Vértice	σ_i^S	Valor MtM alocado (R\$)	$sVaR_{i,t}$ (R\$)
21	0,001920	475.923,50	561,06
42	0,001920	0,00	0,00
63	0,001920	934.431,78	3.304,80
126	0,006047	30.637,11	682,52
252	0,006047	825.730,09	36.790,36
504	0,006047	799.926,03	71.281,32
756	0,006135	1.103.516,99	149.647,95
1008	0,006135	3.845.517,52	695.320,88
1.260	0,006135	-6.953.723,39	-1.571.657,48
2.520	0,006135	737.995,51	333.598,59

56. A fórmula utilizada é:

$$sVaR_{i,t} = 2,33 \times \frac{P_i}{252} \times \sigma_i^S \times VMtM_{i,t} \times \sqrt{10}.$$

57. A partir dos valores $\rho^S = 0,18$ e $k^S = 0,90$, obtêm-se a seguinte matriz de correlações:

	21	42	63	126	252	504	756	1.008	1.260	2.520
21	1	0,87051	0,76660	0,54958	0,33607	0,21124	0,18679	0,18155	0,18037	0,18000
42	0,87051	1	0,93138	0,76660	0,54958	0,33607	0,24888	0,21124	0,19445	0,18037
63	0,76660	0,93138	1	0,87051	0,68105	0,45540	0,33607	0,27014	0,23278	0,18413
126	0,54958	0,76660	0,87051	1	0,87051	0,68105	0,54958	0,45540	0,38673	0,23278
252	0,33607	0,54958	0,68105	0,87051	1	0,87051	0,76660	0,68105	0,60967	0,38673
504	0,21124	0,33607	0,45540	0,68105	0,87051	1	0,93138	0,87051	0,81592	0,60967
756	0,18679	0,24888	0,33607	0,54958	0,76660	0,93138	1	0,95329	0,91031	0,73629
1.008	0,18155	0,21124	0,27014	0,45540	0,68105	0,87051	0,95329	1	0,96459	0,81592
1.260	0,18037	0,19445	0,23278	0,38673	0,60967	0,81592	0,91031	0,96459	1	0,87051
2.520	0,18000	0,18037	0,18413	0,23278	0,38673	0,60967	0,73629	0,81592	0,87051	1



BANCO CENTRAL DO BRASIL

58. A fórmula utilizada para o cálculo é:

$$\rho_{i,j}^S = \rho^S + (1 - \rho^S) \left(\frac{\max(P_i, P_j)}{\min(P_i, P_j)} \right)^{k^S} .$$

59. O valor em risco do conjunto dos vértices é de R\$483.617,63 (quatrocentos e oitenta e três mil, seiscentos e dezessete reais e sessenta e três centavos), obtido pela fórmula:

$$sVaR_t^{Padr\tilde{a}o} = \sqrt{\sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{10} sVaR_{i,t} \times sVaR_{j,t} \times \rho_{i,j}^S} .$$

60. Supondo que a média do $sVaR_t^{Padr\tilde{a}o}$ dos últimos sessenta dias tivesse ficado em R\$467.000,00 (quatrocentos e sessenta e sete mil reais), e o fator de incorporação S vigente no período fosse de 0,50, o resultado da segunda parte da fórmula da exigência de capital, calculada com os dados de fechamento de 30 de junho de 2006, aplicável ao dia 3 de julho de 2006, seria de R\$241.808,81 (duzentos e quarenta e um mil, oitocentos e oito reais e oitenta e um centavos).

Média dos VaR estressados dos últimos 60 dias, no dia 30/6/2006 (R\$)	Valor em risco estressado do conjunto das operações ($sVaR_t^{Padr\tilde{a}o}$), em 30/6/2006 (R\$)	Fator de incorporação S , vigente em 30/6/2006	2ª parte da $P_{JUR[1]}$ exigível no dia 3/7/2006 (R\$)
467.000,00	483.617,63	0,50	241.808,81

61. A exigência de capital referente à $P_{JUR[1]}$ é:

1ª parte da $P_{JUR[1]}$ exigível no dia 3/7/2006 (R\$)	2ª parte da $P_{JUR[1]}$ exigível no dia 3/7/2006 (R\$)	Valor Total da $P_{JUR[1]}$ exigível no dia 3/7/2006 (R\$)
189.000,00	241.808,81	430.808,81

62. A fórmula da $P_{JUR[1]}$ é:

$$P_{JUR[1]} = \max \left\{ \left(\frac{M_{t-1}^{pre}}{60} \sum_{i=1}^{60} VaR_{t-i}^{Padr\tilde{a}o} \right), VaR_{t-1}^{Padr\tilde{a}o} \right\} + S \cdot \max \left\{ \left(\frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} sVaR_{t-i}^{Padr\tilde{a}o} \right), sVaR_{t-1}^{Padr\tilde{a}o} \right\} .$$

63. Esta carta-circular entra em vigor em 1º de janeiro de 2012, quando ficará revogada a Carta-Circular nº 3.309, de 15 de abril de 2008.

Brasília, 8 de abril de 2011.

Departamento de Normas do Sistema Financeiro

Sérgio Odilon dos Anjos
Chefe

Este texto não substitui o publicado no DOU e no Sisbacen.