



# CAPITAL DE RISCO BASEADO NO RISCO DE MERCADO

## RELATÓRIO FINAL

Superintendência de Seguros Privados – SUSEP  
Diretoria Técnica – DITEC  
Coordenação Geral de Monitoramento de Solvência – CGSOA  
Coordenação de Monitoramento de Ativos e Riscos – COARI  
Divisão de Monitoramento de Riscos - DIRIS

Maio / 2015

## Apresentação

Esse relatório é fruto da consolidação dos relatórios acerca do capital de risco baseado no risco de mercado, anteriormente elaborados pela SUSEP visando subsidiar as discussões a serem realizadas no âmbito do Grupo Técnico definido para tratar dessa componente do capital de risco, composto por representantes da SUSEP e do Mercado. São eles:

- Relatório Inicial: Descreve as propostas iniciais da SUSEP para um modelo padrão de cálculo do capital de risco baseado no risco de mercado e para a estruturação dos quadros de fluxos de ativos e passivos, servindo de base para as discussões a serem realizadas no Grupo Técnico. Neste relatório não foi dada ênfase para o cálculo dos fatores a serem utilizados, aspecto a ser tratado em relatório específico numa etapa seguinte à proposta inicial.
- Relatório Parcial: Atualização do Relatório Inicial realizada com base nas propostas feitas pelos membros do Grupo Técnico e empresas participantes do estudo de impacto até o dia 18/07/2013. Contém, ainda, controle de alterações, bem como ações necessárias para o estudo de impacto. Destaca-se que foi concebido com o intuito de facilitar o entendimento e dar transparência ao projeto em execução, não representando versão final do relatório acerca do capital de risco baseado no risco de mercado.
- Relatório de Fatores: Complementa os relatórios anteriores, dispensando especial atenção ao cálculo dos fatores de risco utilizados no modelo proposto. Considerando o debate no Grupo Técnico e possíveis considerações a serem colocadas por seus membros, esta versão trata-se de uma minuta cujas alterações estão presentes nesse documento.

Ainda, este relatório está atualizado de forma a refletir as mudanças no modelo inicialmente proposto pela SUSEP, advindas das discussões realizadas no âmbito do Grupo Técnico, até a sua última reunião, realizada em 24/11/2014. Da mesma forma, está atualizado de forma a refletir todas as decisões da SUSEP acerca da definição do modelo para cálculo do capital de risco baseado no risco de mercado, incluindo a elaboração de normativo definindo-o.

Em suma, este relatório representa a proposta final de modelo padrão para cálculo do capital de risco baseado no risco de mercado, que veio a ser estabelecido pela Resolução CNSP nº 317, de 12 de dezembro de 2014.

Os demais relatórios aqui citados, assim como todo o material relativo às discussões travadas no Grupo Técnico, encontram-se no sítio de internet da SUSEP, no caminho “*Informações ao Mercado >> Solvência >> Capital Mínimo Requerido >> Grupos Técnicos - Grupo Técnico de Risco de Mercado*”. Adicionalmente este relatório e demais documentos de apoios podem ser encontrados no caminho “*Informações ao Mercado >> Solvência >> Capital Mínimo Requerido >> Capital de Risco baseado no Risco de Mercado*”.

## 1. Introdução

O mercado segurador brasileiro<sup>1</sup> não possuía, até o estabelecimento deste projeto, qualquer norma regulando o requerimento de capital destinado a cobrir os riscos de mercado suportados pelas sociedades supervisionadas<sup>2</sup>. Até então, o Capital de Risco<sup>3</sup> somente possuía regulamentadas as suas componentes relativas aos riscos de subscrição, de crédito e operacional. Tal fato significava uma lacuna regulatória indesejável e um descompasso relativo às melhores práticas internacionais de gerenciamento de riscos encontradas em mercados desenvolvidos, que movimentam recursos vultosos.

O risco de mercado das sociedades supervisionadas, conforme definido pela IAIS (2004)<sup>4</sup>, surge nas operações de seguros devido a flutuações dos mercados financeiros, que causam mudanças nos valores de ativos e passivos e impactam na avaliação dos portfólios, podendo afetar de forma mais severa ou mais amena as companhias.

O citado impacto será proporcional ao nível de descasamento entre os passivos, que na sua maior parte são compostos por provisões técnicas, e os ativos, que na sua maioria são compostos por diferentes tipos de investimentos no mercado financeiro. Assim, pode-se dizer que quanto maior for o descasamento entre obrigações e direitos, maior será a incerteza sobre o fluxo de caixa futuro da sociedade supervisionada e, conseqüentemente, maior a necessidade de capital de risco para a cobertura do risco de flutuações do mercado.

De acordo com dados do FIP<sup>5</sup>, em dezembro de 2012, logo antes de se iniciarem as discussões sobre risco de mercado, o mercado supervisionado possuía cerca de R\$ 420 bilhões em ativos financeiros e R\$ 550 bilhões em ativos totais. Tal fato evidenciava a necessidade urgente de um modelo de requerimento de capital baseado em risco capaz de proteger as companhias das flutuações intrínsecas e resguardar, em última instância, o interesse de segurados e acionistas. Dada a importância do gerenciamento e mensuração do risco de mercado, neste relatório abordaremos as metodologias que o Banco Central do Brasil (BCB) e a indústria de seguros europeia utilizam para mensurar tal risco, além de propormos um método de cálculo do capital por meio de uma metodologia padrão.

No capítulo 2 deste relatório, apresentamos o modelo regulatório de capital para as instituições financeiras e as respectivas normas do Banco Central do Brasil que são, em sentido amplo, definidas pelo Comitê de Basileia - para maiores detalhes vide Basel (2005). No capítulo 3, descrevemos o modelo de mensuração para o risco de mercado delineado pelo projeto

---

<sup>1</sup> Optou-se por utilizar o termo *mercado segurador*, abrangendo, no âmbito deste relatório, os mercados de seguros, previdência complementar aberta, resseguro e capitalização.

<sup>2</sup> Sociedades supervisionadas: sociedades seguradoras, entidades abertas de previdência complementar, sociedades de capitalização e resseguradores locais.

<sup>3</sup> Para que possam operar, as sociedades supervisionadas devem possuir Patrimônio Líquido Ajustado maior ou igual ao Capital Mínimo Requerido, este definido como o maior entre o Capital Base (estabelecido em função das regiões em que a sociedade possui autorização para operar) e o Capital de Risco (estabelecido em função dos riscos que a sociedade supervisionada suporta, considerando suas operações assim como os ativos e passivos que possui).

<sup>4</sup> *International Association of Insurance Supervisor*.

<sup>5</sup> Formulário de Informações Periódicas, instrumento através do qual as sociedades supervisionadas periodicamente passam informações pré-estabelecidas à Susep.

Solvência II da União Europeia. No capítulo 4, apresentamos os principais conceitos de um modelo padrão para determinação do capital de risco baseado no risco de mercado, proposto pela Susep e discutido com os representantes do mercado. No capítulo 5, abordaremos as bases de dados consideradas no modelo proposto pela Susep. No capítulo 6, discutimos as bases técnicas do modelo proposto, assim como a calibragem dos fatores do citado modelo. No capítulo 7, apresentamos então a fórmula de cálculo do capital de risco baseado no risco de mercado, estabelecida com base no modelo padrão proposto pela Susep. Por fim, no capítulo 8, concluímos o relatório.

## 2. Modelo regulatório do Banco Central do Brasil (BCB)

Para que possamos compreender a forma como as instituições financeiras brasileiras mensuram, pela abordagem padrão, o risco de mercado de suas operações, reproduzimos neste capítulo a explicação apresentada inicialmente no Relatório Parcial do GT (julho de 2013). Cabe ressaltar que ao longo desse período houve diversas alterações nas normas do BCB que, embora tenham introduzido uma nova nomenclatura, não modificaram significativamente a metodologia de cálculo aqui apresentada. De qualquer forma, ao ler o conteúdo deste capítulo, cabe verificar os normativos vigentes.

O modelo regulatório brasileiro para capital baseado em risco das instituições financeiras era basicamente delineado na Resolução BCB Nº 3.490/07 e nas diversas circulares que a regulamentavam. Esta resolução dispunha que as entidades reguladas deviam manter Patrimônio de Referência (PR) compatível com os riscos de suas atividades.

A quantificação dos riscos a que tais entidades estão expostas era feita através do Patrimônio de Referência Exigido (PRE), calculado pela agregação das seguintes parcelas:

$$PRE = P_{EPR} + P_{CAM} + P_{JUR} + P_{COM} + P_{ACS} + P_{OPR} \quad (1)$$

Onde:

$P_{EPR}$  = parcela referente às exposições ponderadas pelo fator de ponderação de risco a elas atribuído, isto é, refere-se ao risco relacionado ao default da contraparte;

$P_{CAM}$  = parcela referente ao risco das exposições em ouro, em moeda estrangeira e em operações sujeitas à variação cambial;

$P_{JUR} = \sum_{i=1}^n P_{JUR_i}$ , parcela referente ao risco das operações sujeitas à variação de taxas de juros e classificadas na carteira de negociação, na forma da Resolução nº 3.464, de 26 de junho de 2007, onde n = número das diferentes parcelas relativas ao risco das operações sujeitas à variação de taxas de juros e classificadas na carteira de negociação;

$P_{COM}$  = parcela referente ao risco das operações sujeitas à variação do preço de mercadorias (commodities);

$P_{ACS}$  = parcela referente ao risco das operações sujeitas à variação do preço de ações e classificadas na carteira de negociação, na forma da Resolução nº 3.464, de 2007; e

$P_{OPR}$  = parcela referente ao risco operacional.

Por fim, para que uma instituição financeira se encontrasse adequada às normas de capital, era necessário que seu Patrimônio de Referência fosse superior ao Patrimônio de Referência Exigido, calculado na forma explicitada acima.

No escopo deste trabalho, encontram-se apenas as parcelas referentes ao risco de mercado, quais sejam,  $P_{CAM}$ ,  $P_{JUR}$ ,  $P_{COM}$  e  $P_{ACS}$ . Segue, nas subseções posteriores, a metodologia de cálculo para cada uma destas parcelas, por meio de abordagem padronizada, bem como os critérios para utilização de modelo interno.

### 2.1. Parcela referente às exposições sujeitas à variação de taxas de juros prefixadas denominadas em real ( $P_{JUR_{[1]}}$ ):

A metodologia de apuração da parcela  $P_{JUR_{[1]}}$  era definida na Circular BCB Nº 3.361/07, alterada pela Circular BCB Nº 3.498/10. O cálculo se aplicava às operações sujeitas à variação de taxas de juros prefixadas referentes a instrumentos financeiros denominados em real e classificadas na carteira de negociação, na forma da Resolução nº 3.464/07, inclusive aos instrumentos financeiros derivativos, e devia ser feito diariamente por meio da seguinte fórmula:

$$P_{JUR_{[1]}} = \max \left\{ \left( \frac{M_{t-1}^{pre}}{60} \sum_{i=1}^{60} VaR_{t-i}^{Padrão} \right), VaR_{t-1}^{Padrão} \right\} + S \cdot \max \left\{ \left( \frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} sVaR_{t-i}^{Padrão} \right), sVaR_{t-1}^{Padrão} \right\} \quad (2)$$

É importante notar que a Circular BCB Nº 3.498/10 definiu um cronograma de implementação para os valores de  $S$ , que se segue:

- I - até 31 de dezembro de 2011: zero;
- II - de 1º de janeiro de 2012 até 30 de março de 2012: 0,50 (cinquenta centésimos);
- III - de 31 de março de 2012 a 29 de junho de 2012: 0,75 (setenta e cinco centésimos); e
- IV - a partir de 30 de junho de 2012: 1,00 (um inteiro).

Para melhor compreensão da fórmula acima, faz-se necessária a introdução de alguns conceitos e observações. Primeiramente, define-se fluxo de caixa como o resultado líquido do valor das posições ativas menos o valor das posições passivas com vencimento em um mesmo dia.

Posteriormente, os fluxos de caixa para cada dia referentes às exposições consideradas no cálculo da parcela  $P_{JUR_{[1]}}$  deviam estar marcados a mercado, ou seja, deviam ser ajustados para que suas carteiras refletissem os preços dos ativos efetivamente transacionados no mercado.

Em seguida, procedia-se à alocação proporcional de cada fluxo de caixa, cujo prazo encontrava-se entre dois vértices, nos vértices anterior e posterior. Os vértices ( $P_i$ ) para os

agrupamentos estavam predefinidos na própria norma do BCB, a saber: 21, 42, 63, 126, 252, 504, 756, 1008, 1260 e 2520 dias úteis.

A soma algébrica de todos os valores de fluxos de caixa marcados a mercado no dia “t” e alocados no vértice  $P_i$  era denominada  $VTMT_{i,t}$ . Assim, podia-se obter o valor em risco, em reais, associado ao vértice  $P_i$  no dia “t”, de acordo com a seguinte fórmula:

$$VaR_{i,t} = 2,33 \times \frac{P_i}{252} \times \sigma_{i,t} \times VTMT_{i,t} \times \sqrt{D} \quad (3)$$

O BCB divulgava diariamente, por meio de sítio eletrônico, os valores de  $\sigma_{i,t}$ , que é a volatilidade-padrão para o prazo “i” e dia “t”. Ademais,  $D = 10$  é o número de dias úteis considerados necessários para a liquidação da posição.

A agregação dos valores em risco calculados para cada vértice  $P_i$  no dia “t” era feita da seguinte forma:

$$VaR_t^{Padrão} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n VaR_{i,t} \times VaR_{j,t} \times \rho_{i,j}} \quad (4)$$

O  $VaR_t^{Padrão}$  é o valor em risco, em reais, do conjunto de exposições considerado no cálculo da parcela  $P_{JUR[1]}$ , para o dia “t”. Nota-se que a agregação entre os valores em risco entre os vértices “i” e “j” é feita considerando uma correlação  $\rho_{i,j}$ . Esta era calculada da seguinte maneira:

$$\rho_{i,j} = \rho + (1 - \rho) \left( \frac{\max(P_i, P_j)}{\min(P_i, P_j)} \right)^k \quad (5)$$

O parâmetro-base  $\rho$  e fator de decaimento da correlação  $k$  eram divulgados pelo próprio BCB no último dia útil de cada mês ou a qualquer momento, a critério do regulador.

O cálculo do valor em risco estressado, denominado  $sVaR_t^{Padrão}$ , era muito similar ao já descrito para o  $VaR_t^{Padrão}$ . A diferença ocorria em relação aos parâmetros  $\sigma_{i,t}$ ,  $\rho$  e  $k$ , que eram substituídos pelos parâmetros  $\sigma_{i,t}^S$ ,  $\rho^S$  e  $k^S$ , definidos na própria Circular BCB Nº 3.498/10.

As informações utilizadas para o cálculo da parcela  $P_{JUR[1]}$ , bem como a metodologia empregada na marcação a mercado dos ativos, deviam ser mantidas à disposição do BCB pelo prazo de cinco anos.

Por fim, ressalte-se que maiores detalhes acerca da apuração da volatilidade-padrão ( $\sigma_{i,t}$ ) e do multiplicador para o dia “t” ( $M_t^{pre}$ ) podem ser encontrados na Carta-Circular Nº 3.309/08.

## 2.2. Parcela referente às exposições sujeitas à variação da taxa dos cupons de moedas estrangeiras ( $P_{JUR[2]}$ ):

A metodologia de apuração da parcela  $P_{JUR_{[2]}}$  era definida na Circular BCB Nº 3.362/07, alterada pela Circular BCB Nº 3.498/10. O cálculo se aplicava às operações sujeitas à variação de taxas dos cupons de moedas estrangeiras e classificadas na carteira de negociação, na forma da Resolução nº 3.464/07, inclusive aos instrumentos financeiros derivativos, e devia ser feito diariamente por meio da seguinte fórmula:

$$P_{JUR_{[2]}} = M^{ext} \left[ \sum_{k=1}^{m_1} (|\sum_{i=1}^{11} EL_i| + \sum_{i=1}^{11} |DV_i| + \sum_{j=1}^3 |DHZ_j| + DHE)_k \right] \quad (6)$$

Onde:

$M^{ext}$  = fator multiplicador por exposição sujeita à variação da taxa de cupons de moedas estrangeiras, divulgado pelo Banco Central do Brasil;

$m_1$  = número de moedas estrangeiras em que há exposição sujeita à variação da taxa de cupons de moedas estrangeiras;

$EL_i$  = exposição líquida no vértice "i" e na moeda estrangeira "k";

$DV_i$  = descasamento vertical no vértice "i" e na moeda estrangeira "k";

$DHZ_j$  = descasamento horizontal na moeda estrangeira "k" dentro da zona de vencimento "j";  
e

$DHE$  = descasamento horizontal na moeda estrangeira "k" entre as zonas de vencimento.

Cabem aqui as mesmas considerações feitas na seção anterior acerca da definição de fluxo de caixa e a marcação a mercado destes fluxos. No que tange à alocação proporcional dos fluxos de caixa nos respectivos vértices  $P_i$ , a regra é idêntica, embora existissem, no caso da parcela  $P_{JUR_{[2]}}$ , 11 vértices, a saber: 1, 21, 42, 63, 126, 252, 504, 756, 1008, 1260 e 2520 dias úteis.

### 2.2.1. Exposição líquida no vértice "i" ( $EL_i$ )

Primeiramente, cada exposição comprada na moeda estrangeira "k", em cada vértice  $P_i$ , devia ser ponderada pelo respectivo fator  $Y_i$ , definido no art. 4º da Circular BCB Nº 3.362/07, alterada pela Circular BCB Nº 3.498/10. Ao resultado dessa operação, dava-se o nome de exposição ponderada comprada. Analogamente, para cada exposição vendida na moeda estrangeira "k", obtinha-se a exposição ponderada vendida.

A exposição líquida no vértice "i" era o valor líquido das exposições compradas e vendidas ponderadas para o respectivo vértice. O primeiro termo da fórmula da parcela  $P_{JUR_{[2]}}$  era calculado como o valor absoluto do somatório das exposições líquidas ( $EL_i$ ).

### 2.2.2. Descasamento vertical no vértice "i" ( $DV_i$ )

O valor do descasamento vertical no vértice "i" correspondia a 10% do menor valor entre o valor absoluto da soma das exposições ponderadas compradas e o valor absoluto da soma das exposições ponderadas vendidas em cada vértice  $P_i$ .

O segundo termo da fórmula da parcela  $P_{JUR[2]}$  era calculado como o somatório dos valores absolutos dos descasamentos verticais ( $DV_i$ ).

### 2.2.3. Descasamento horizontal dentro da zona de vencimento "j" (DHZ<sub>j</sub>)

Para melhor explicação da forma de cálculo do  $DHZ_j$ , é necessária a compreensão do conceito de zona de vencimento. Zonas de vencimento correspondem ao agrupamento de vértices e a cada uma destas associava-se um fator  $W_j$ , conforme detalhado a seguir:

- I – Zona 1: compreendia os vértices  $P_1$  a  $P_5$ , com  $W_1 = 40\%$ ;
- II – Zona 2: compreendia os vértices  $P_6$  a  $P_8$ , com  $W_2 = 30\%$ ; e
- III – Zona 3: compreendia os vértices  $P_9$  a  $P_{11}$ , com  $W_3 = 30\%$ .

O valor do descasamento horizontal dentro da zona de vencimento "j" ( $DHZ_j$ ) era dado pelo menor valor entre a soma das  $EL_i$  positivas e a soma dos valores absolutos das  $EL_i$  negativas dos vértices pertencentes àquela zona, multiplicado pelo fator  $W_j$  correspondente.

O terceiro termo da fórmula da parcela  $P_{JUR[2]}$  era calculado como o somatório dos valores absolutos dos descasamentos horizontais dentro da zona de vencimento ( $DHZ_j$ ).

### 2.2.4. Descasamento horizontal entre as zonas de vencimento (DHE)

O valor do descasamento horizontal entre as zonas de vencimento ( $DHE$ ) correspondia à soma dos seguintes valores, sendo que o valor das exposições totais em cada zona corresponde ao somatório das exposições líquidas  $EL_i$  de cada vértice  $P_i$  pertencente à respectiva zona:

- I - 40% do menor valor absoluto entre as exposições totais da Zona 1 e da Zona 2, se essas tivessem exposições totais contrárias;
- II - 40% do menor valor absoluto entre as exposições totais da Zona 2 e da Zona 3, se essas tivessem exposições totais contrárias; e
- III - 100% do menor valor absoluto entre as exposições totais da Zona 1 e da Zona 3, se essas tivessem exposições totais contrárias.

Na apuração da parcela  $P_{JUR[2]}$ , deviam ser calculadas separadamente as exposições sujeitas à variação das taxas dos cupons do dólar dos Estados Unidos da América, euro, franco suíço, iene e libra esterlina. Ademais, as moedas estrangeiras não relacionadas anteriormente podiam ser calculadas conjuntamente, como sujeitas à variação da taxa do cupom de uma única moeda.

As informações utilizadas para o cálculo da parcela  $P_{JUR[2]}$ , bem como a metodologia empregada na apuração do valor de mercado das respectivas operações, deviam ser mantidas à disposição do BCB pelo prazo de cinco anos.



Por fim, ressalte-se que maiores detalhes acerca da apuração do multiplicador  $M^{ext}$ , bem como exemplo de cálculo da exigência de capital para a parcela  $P_{JUR_{[2]}}$ , podem ser encontrados na Carta-Circular Nº 3.310/08.

### 2.3. Parcela referente às exposições sujeitas à variação da taxa dos cupons de índices de preços ( $P_{JUR_{[3]}}$ ):

A metodologia de apuração da parcela  $P_{JUR_{[3]}}$  era definida na Circular BCB Nº 3.363/07, alterada pela Circular BCB Nº 3.498/10. O cálculo se aplicava às operações sujeitas à variação de taxas de cupons de índices de preços classificadas na carteira de negociação, na forma da Resolução nº 3.464/07, inclusive aos instrumentos financeiros derivativos, e devia ser feito diariamente por meio da seguinte fórmula:

$$P_{JUR_{[3]}} = M^{pco} \left[ \sum_{p=1}^{p_1} (|\sum_{i=1}^{11} EL_i| + \sum_{i=1}^{11} |DV_i| + \sum_{j=1}^3 |DHZ_j| + DHE)_p \right] \quad (7)$$

Onde:

$M^{pco}$  = fator multiplicador por exposição sujeita à variação da taxa de cupom de índice preços, divulgado pelo Banco Central do Brasil;

$p_1$  = número de índices de preços em que havia exposição sujeita à variação da taxa de cupom de índices de preços;

$EL_i$  = exposição líquida no vértice "i" e no cupom de índice de preços "p";

$DV_i$  = descasamento vertical no vértice "i" e no cupom de índice de preços "p";

$DHZ_j$  = descasamento horizontal no cupom de índice de preços "p" dentro da zona de vencimento "j"; e

$DHE$  = descasamento horizontal no cupom de índice de preços "p" entre as zonas de vencimento.

Cabem aqui as mesmas considerações feitas na subseção anterior acerca da metodologia de apuração da  $EL_i$ ,  $DV_i$ ,  $DHZ_j$  e  $DHE$ .

Na apuração da parcela  $P_{JUR_{[3]}}$ , deviam ser calculadas separadamente as exposições sujeitas à variação das taxas dos cupons do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) e do Índice Geral de Preços de Mercado (IGP-M). Ademais, os índices de preços não relacionados anteriormente podiam ser calculados conjuntamente, como sujeitos à variação da taxa do cupom de um único índice de preços.

As informações utilizadas para o cálculo da parcela  $P_{JUR_{[3]}}$ , bem como a metodologia empregada na apuração do valor de mercado das respectivas operações, deviam ser mantidas à disposição do BCB pelo prazo de cinco anos.

Por fim, ressalte-se que maiores detalhes acerca da apuração do multiplicador  $M^{pco}$ , bem como exemplo de cálculo da exigência de capital para a parcela  $P_{JUR[3]}$ , podem ser encontrados na Carta-Circular Nº 3.310/08.

#### 2.4. Parcela referente às exposições sujeitas à variação da taxa dos cupons de taxa de juros ( $P_{JUR[4]}$ ):

A metodologia de apuração da parcela  $P_{JUR[4]}$  era definida na Circular BCB Nº 3.364/07, alterada pela Circular BCB Nº 3.498/10. O cálculo se aplicava às operações sujeitas à variação de taxas dos cupons de taxa de juros classificadas na carteira de negociação, na forma da Resolução nº 3.464/07, inclusive aos instrumentos financeiros derivativos, e devia ser feito diariamente por meio da seguinte fórmula:

$$P_{JUR[4]} = M^{jur} \left[ \sum_{t=1}^{t_1} (|\sum_{i=1}^{11} EL_i| + \sum_{i=1}^{11} |DV_i| + \sum_{j=1}^3 |DHZ_j| + DHE)_t \right] \quad (8)$$

Onde:

$M^{jur}$  = fator multiplicador por exposição a cupom de taxa de juros, divulgado pelo Banco Central do Brasil;

$t_1$  = número de taxas de juros em que há exposição sujeita à variação da taxa de cupom de taxa de juros;

$EL_i$  = exposição líquida no vértice "i" para o cupom de taxa de juros "t";

$DV_i$  = descasamento vertical no vértice "i" para o cupom de taxa de juros "t";

$DHZ_j$  = descasamento horizontal no cupom de taxa de juros "t" dentro da zona de vencimento "j"; e

$DHE$  = descasamento horizontal no cupom de taxa de juros "t" entre as zonas de vencimento.

Cabem aqui as mesmas considerações feitas na subseção anterior acerca da metodologia de apuração da  $EL_i$ ,  $DV_i$ ,  $DHZ_j$  e  $DHE$ .

Na apuração da parcela  $P_{JUR[4]}$ , deviam ser calculadas separadamente as exposições sujeitas às variações dos cupons de Taxa Referencial (TR), Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP) e Taxa Básica Financeira (TBF). Ademais, as taxas de juros não relacionadas anteriormente podiam ser calculadas conjuntamente, como sujeitas à variação da taxa de um único cupom de taxa de juros.

As informações utilizadas para o cálculo da parcela  $P_{JUR[4]}$ , bem como a metodologia empregada na apuração do valor de mercado das respectivas operações, deviam ser mantidas à disposição do BCB pelo prazo de cinco anos.

Por fim, ressalte-se que maiores detalhes acerca da apuração do multiplicador  $M^{jur}$ , bem como exemplo de cálculo da exigência de capital para a parcela  $P_{JUR[4]}$ , podem ser encontrados na Carta-Circular Nº 3.310/08.

## 2.5. Parcela referente às exposições sujeitas à variação do preço de ações ( $P_{ACS}$ )

A metodologia de apuração da parcela  $P_{ACS}$  era definida na Circular BCB Nº 3.366/07, alterada pela Circular BCB Nº 3.498/10. O cálculo se aplicava às exposições em ações e aos instrumentos financeiros derivativos nelas referenciados e devia ser feito diariamente por meio da seguinte fórmula:

$$P_{ACS} = \sum_{j=1}^n P_{ACS_j} \quad (9)$$

$$P_{ACS_j} = F^V \cdot \left| \sum_{i=1}^{n_{2j}} ELA_{i,j} \right| + F_j^{VI} \cdot \sum_{i=1}^{n_{2j}} |ELA_{i,j}| \quad (10)$$

Onde:

$n$  = número de países em que a instituição realiza operações sujeitas à variação do preço de ações;

$n_{2j}$  = número de emitentes aos quais está exposta a instituição no país "j";

$P_{ACS_j}$  = parcela referente ao risco das operações sujeitas à variação do preço de ações, no país "j";

$ELA_{i,j}$  = exposição líquida em ações do emitente "i" no país "j", obtida, para cada emitente "i" em determinado país "j", pelo valor absoluto do somatório, em reais, dos valores de mercado de todas as posições compradas menos o valor absoluto do somatório, em reais, dos valores de mercado de todas as posições vendidas;

$F^V$  = fator de risco geral, aplicável ao valor absoluto do somatório das exposições líquidas em ações ( $ELA_{i,j}$ ), igual a 0,08; e

$F_j^{VI}$  = fator de risco específico no país "j", aplicável ao somatório dos valores absolutos das exposições líquidas em ações ( $ELA_{i,j}$ ), igual a 0,08.

É importante observar que a Circular BCB Nº 3.366/07, anteriormente à alteração produzida pela Circular BCB Nº 3.498/10, previa a redução do fator para as instituições financeiras que possuíam carteiras diversificadas, mas tal redução foi removida com a edição da nova circular.

As informações utilizadas para o cálculo da parcela  $P_{ACS}$ , bem como a metodologia empregada na apuração do valor de mercado das respectivas operações, deviam ser mantidas à disposição do BCB pelo prazo de cinco anos.

## 2.6. Parcela referente às exposições sujeitas à variação do preço de mercadorias (commodities) ( $P_{COM}$ )

A metodologia de apuração da parcela  $P_{COM}$  era definida na Circular BCB Nº 3.368/07. O cálculo se aplicava às operações sujeitas à variação do preço de mercadorias negociadas nos mercados de bolsa ou balcão organizado, inclusive aos instrumentos financeiros derivativos, com exceção das operações referenciadas em ouro ativo financeiro ou instrumento cambial, e devia ser feito diariamente por meio da seguinte fórmula:

$$P_{COM} = (F''' \cdot \sum_{i=1}^n |EL_i|) + (F^{IV} \cdot EB) \quad (11)$$

Onde:

$F'''$  = fator aplicável ao somatório das exposições líquidas ( $EL_i$ ), igual a 0,15;

$n$  = número de tipos de mercadorias nas quais estão referenciadas as exposições;

$F^{IV}$  = fator aplicável à exposição bruta ( $EB$ ), igual a 0,03;

$EL_i$  = exposição líquida da mercadoria "i", representativa do valor, em reais, apurado mediante o valor absoluto da soma de todas as posições compradas menos o valor absoluto da soma de todas as posições vendidas referenciadas no tipo de mercadoria "i", incluídas aquelas detidas por intermédio de instrumentos financeiros derivativos; e

$EB$  = exposição bruta, representativa do somatório dos valores absolutos, em reais, de cada posição comprada e de cada posição vendida referenciada em mercadorias.

As informações utilizadas para o cálculo da parcela  $P_{COM}$ , bem como a metodologia empregada na apuração do valor de mercado das respectivas operações, deviam ser mantidas à disposição do BCB pelo prazo de cinco anos.

## 2.7. Parcela referente ao risco das exposições em ouro, em moeda estrangeira e em ativos e passivos sujeitos à variação cambial ( $P_{CAM}$ )

A metodologia de apuração da parcela  $P_{CAM}$  era definida na Circular BCB Nº 3.389/08, alterada pela Circular BCB Nº 3.498/10. O cálculo se aplicava às exposições em ouro, em moeda estrangeira e em ativos e passivos sujeitos à variação cambial e devia ser feito diariamente por meio da seguinte fórmula:

$$P_{CAM} = F'' \times EXP \quad (12)$$

Onde:

$F''$  = fator aplicável às exposições em ouro, em moeda estrangeira e em ativos e passivos sujeitos à variação cambial, igual a 1,00;

$$EXP = EXP_1 + H \cdot EXP_2 + G \cdot EXP_3 \quad (13)$$

Para o cálculo de  $EXP$ , considerava-se:

$H$  = fator aplicável ao montante do menor dos excessos das exposições compradas ou vendidas ( $EXP_2$ ), igual a 0,70;

$G$  = fator aplicável ao montante das posições opostas em ouro, em moeda estrangeira e em ativos e passivos sujeitos à variação cambial, no Brasil e no exterior, igual a 1,00, se  $\sum_{i=1}^{n_2} ELB_i$  e  $\sum_{i=1}^{n_3} ELE_i$  tivessem posições opostas, ou 0 (zero), em caso contrário.

### 2.7.1. Cálculo de $EXP_1$

$$EXP_1 = \sum_{i=1}^n |EC_i - EV_i| \quad (14)$$

Onde:

$n$  = número de moedas, incluindo o ouro, para as quais são apuradas as exposições;

$EC_i$  = total das exposições compradas na moeda "i"; e

$EV_i$  = total das exposições vendidas na moeda "i".

Para efeito de apuração de  $EXP_1$ , as exposições em dólar dos Estados Unidos, euro, franco suíço, iene, libra esterlina e ouro deviam ser consideradas conjuntamente, como uma única moeda.

### 2.7.2. Cálculo de $EXP_2$

$$EXP_2 = \min\{\sum_{i=1}^{n_1} |ExC_i|; \sum_{i=1}^{n_1} |ExV_i|\} \quad (15)$$

Onde:

$n_1$  = número de moedas, considerando apenas as exposições em dólar dos Estados Unidos, euro, franco suíço, iene, libra esterlina e ouro;

$ExC_i$  = excesso da exposição comprada em relação à exposição vendida, apurado para a moeda "i";

$ExV_i$  = excesso da exposição vendida em relação à exposição comprada, apurado para a moeda "i".

### 2.7.3. Cálculo de $EXP_3$

$$EXP_3 = \min\{\sum_{i=1}^{n_2} |ELB_i|; \sum_{i=1}^{n_3} |ELE_i|\} \quad (16)$$

Onde:

$n_2$  = número de moedas, incluindo o ouro, para as quais são apuradas as exposições no Brasil;

$n_3$  = número de moedas, incluindo o ouro, para as quais são apuradas as exposições no exterior, inclusive para subsidiárias e dependências localizadas no exterior;

$ELB_i$  = exposição líquida no Brasil na moeda "i", resultante da diferença entre o total das posições compradas e o total das posições vendidas no Brasil;

$ELE_i$  = exposição líquida no exterior na moeda "i", resultante da diferença entre o total das posições compradas e o total das posições vendidas no exterior, incluindo subsidiárias e dependências localizadas no exterior.

Para efeito de apuração de  $EXP_3$ , as exposições em dólar dos Estados Unidos, euro, franco suíço, iene, libra esterlina e ouro deviam ser consideradas conjuntamente, como uma única moeda.

Todas as exposições deviam ser apuradas em reais, pela conversão dos respectivos valores, com base nas cotações de venda disponíveis na transação PTAX800. Ademais, as informações utilizadas para o cálculo da parcela  $P_{CAM}$ , bem como a metodologia empregada na apuração do valor de mercado das respectivas operações, deviam ser mantidas à disposição do BCB pelo prazo de cinco anos.

## 2.8. Modelos internos para risco de mercado

Era facultada às instituições financeiras, de acordo com a Circular BCB Nº 3.478/09, a utilização de modelos internos para a apuração das diversas parcelas componentes do capital destinado a cobrir o risco de mercado ( $P_{CAM}$ ,  $P_{JUR}$ ,  $P_{COM}$  e  $P_{ACS}$ ).

A referida utilização não era livre e dependia de prévia autorização do Departamento de Supervisão de Bancos e Conglomerados Bancários (Desup) e do atendimento a um extenso rol de requisitos qualitativos, quantitativos, bem como a utilização de testes de aderência e testes de estresse, dentre outros. Destaca-se, pois, a necessidade de a instituição já estar utilizando modelos internos de VaR para gestão de seu risco de mercado por um período mínimo de 2 anos antes de solicitar a autorização.

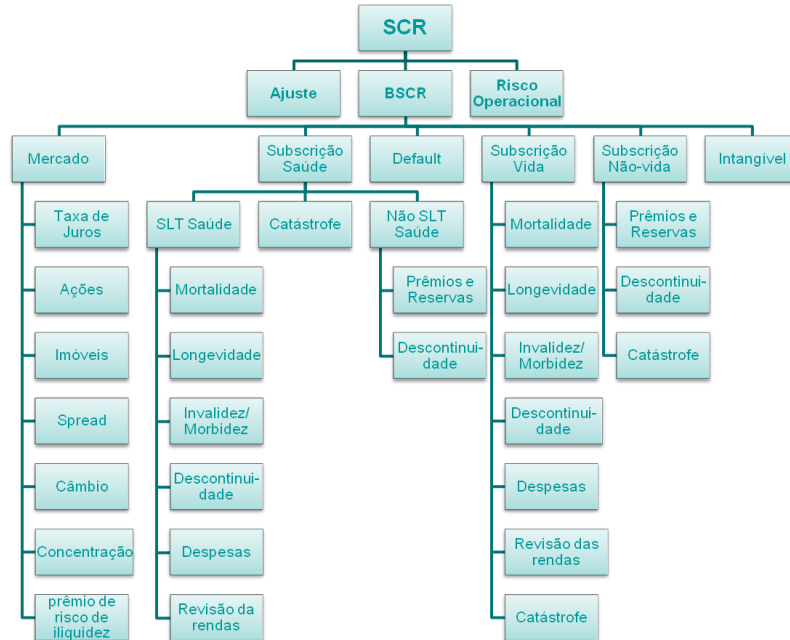
Concedida a autorização para o uso de modelos internos, a entidade se obrigava a utilizá-lo para o cálculo do valor diário das parcelas do capital para risco de mercado e somente podia deixar de fazê-lo após a concessão de nova autorização pelo Desup. O período de solicitação de autorização começou no dia 30 de junho de 2010, conforme disciplinado no art. 31 da Circular BCB Nº 3.478/09.

## 3. Modelo de mensuração do risco de mercado proposto pelo projeto Solvência II

O primeiro passo para estudar a metodologia desenvolvida para o capital de risco para o risco de mercado ( $SCR_{mkt}$ ) é o entendimento de como este está inserido na estrutura de capital baseado em risco do projeto Solvência II da União Europeia (Solvência II, 2000).

Inicialmente, pode-se dizer que o modelo padrão para o cálculo do requerimento de capital objetivando a prevenção de riscos oriundos das oscilações dos mercados financeiros, proposto

no projeto<sup>6</sup> desenvolvido pelo CEIOPS<sup>7</sup>, é tido como um importante módulo entre os demais que compõem a determinação do capital mínimo requerido, conforme pode ser visualizado no organograma detalhado abaixo:



**Figura 1: Estrutura do Requerimento de Capital (Fonte: CEIOPS, 2010d)**

Através de propostas amplamente discutidas pelo mercado europeu, o requerimento de capital para o risco de mercado encontra-se agregado aos requerimentos de capitais para os riscos de subscrição (vida, não-vida e saúde), crédito, intangíveis e por último ao operacional. Todos estes módulos foram criados adotando-se como premissas um nível de confiança de 99.5% e horizonte de tempo de 1 ano. A formulação geral e o cálculo do capital total de um ente supervisionado foram resumidos pelo CEIOPS (2010d) na seguinte equação:

$$SCR = BSCR + Adj + SCR_{op} \quad (17)$$

Onde:

$SCR$  = capital total;

$BSCR$  = total agregado dos requerimentos de capitais baseados em risco;

$Adj$  = parcela de ajuste do capital; e

$SCR_{op}$  = requerimento de capital baseado no risco operacional.

<sup>6</sup> Maiores detalhes podem ser obtidos nas especificações técnicas do QIS 5.

<sup>7</sup> CEIOPS – *Committee of European Insurance and Occupation Pensions Supervisors*, atualmente com a nova denominação de EIOPA – *European Insurance and Occupational Pensions Authority*.

O valor a ser considerado no *BSCR* pode ser facilmente calculado através da seguinte equação:

$$BSCR = \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{i,j} \times SCR_i \times SCR_j} + SCR_{\text{intangíveis}} \quad (18)$$

Onde:

$SCR_i$  e  $SCR_j$  = requerimentos de capitais de cada módulo de risco listado na tabela abaixo;

$SCR_{\text{intangíveis}}$  = requerimento de capital de ativos intangíveis; e

$Corr_{i,j}$  = correlações entre os módulos “i” e “j”, listadas na tabela abaixo:

i \ j	Mercado	Crédito	Sub. Vida	Sub. Saúde	Sub. Não-Vida
Mercado	1,00				
Crédito	0,25	1,00			
Sub. Vida	0,25	0,25	1,00		
Sub. Saúde	0,25	0,25	0,25	1,00	
Sub. Não-Vida	0,25	0,50	0,00	0,00	1,00

Tabela 1: Matriz de correlação para agregação do risco de mercado com os demais riscos (Fonte: CEIOPS, 2010d)

A parcela de ajuste de capital (*Adj*) reflete a possibilidade de absorção de perdas inesperadas por uma redução simultânea das provisões técnicas e/ou dos impostos diferidos. Para isso é considerado o efeito da mitigação dos riscos de benefícios discricionários futuros dos contratos de seguro, desde que as sociedades supervisionadas possam demonstrar que uma redução em tais benefícios pode ser utilizada para cobrir perdas inesperadas, quando ocorrerem. Por este motivo, os cálculos de capital são executados de duas formas. A primeira sem a absorção das perdas pelas provisões técnicas e a outra considerando essa possibilidade.

Neste relatório não abordaremos a metodologia de cálculo do valor do requerimento de capital baseado no risco operacional ( $SCR_{op}$ ), haja vista ter sido abordado em relatório próprio.

### 3.1. Riscos considerados no capital de risco referente ao risco de mercado

O capital de risco para o risco de mercado, assim como foi descrito acima para os diversos riscos, também foi segregado em diversos módulos<sup>8</sup> (CEIOPS, 2010d). Cada um destes, que

<sup>8</sup> Neste capítulo, para facilitar a conceituação, trataremos os requerimentos de capitais de cada fator de risco de mercado como sub-capitais ou sub-módulos.



neste relatório identificaremos como sub-módulos, foi definido após a análise dos principais fatores de riscos de oscilações financeiras que expõem as sociedades supervisionadas a possibilidades de perdas. Como resultado, os seguintes fatores de riscos foram considerados:

- Taxas de juros
- Ações
- Propriedades
- Moeda Estrangeira (Câmbio)
- Spread de Crédito
- Concentração
- Prêmio de liquidez

### 3.2. Agregação dos riscos

Todos os riscos indicados na seção anterior são tratados isoladamente, contudo todos são agregados considerando as correlações entre os mesmos. Desta forma, haverá um benefício natural da diversificação. A agregação destes capitais ocorrerá de forma semelhante à consolidação de todos os capitais:

$$SCR_{mkt} = \sqrt{\sum_{r,c} CorrMkt_{rxc} \times Mkt_r \times Mkt_c} \quad (19)$$

Onde:

$Mkt_r$  e  $Mkt_c$  = parcelas de capitais de cada sub-módulo de risco listado na matriz de correlação abaixo; e

$CorrMkt_{rxc}$  = correlações entre os sub-módulos “r” e “c”, listadas na tabela abaixo:

r \ c	Tx. de Juros	Ações	Propriedades	Spr. de Crédito	Câmbio	Concentração	Prêm. Liq.
Tx. de Juros	1,00						
Ações	A	1,00					
Propriedades	A	0,75	1,00				
Spr. de Crédito	A	0,75	0,50	1,00			
Câmbio	0,25	0,25	0,25	0,25	1,00		
Concentração	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
Prêm. Liq.	0,00	0,00	0,00	-0,50	0,00	0,00	1,00

Tabela 2: Matriz de correlação para agregação dos sub-capitais de risco de mercado (Fonte: CEIOPS, 2010e)

A adoção de um fator variável A foi definida pelo CEIOPS, conforme detalhado em um dos advices<sup>9</sup> publicados, pois se observou que, devido a particularidades nos cenários de alta e de queda da taxa de juros, as correlações entre os ativos sensíveis a variações na estrutura a termo das taxas de juros com os ativos dos demais sub-módulos de ações, propriedades e spread de crédito se comportam de maneira distinta. Assim, a comissão concluiu que:

- Nos casos em que a sociedade supervisionada está exposta a uma queda das taxas de juros, a correlação entre o valor do sub-módulo de taxas de juros e estes demais sub-módulos deverá ser 0,50. Nestas situações, será observado que o capital de risco para cobertura do risco de taxas de juros na aplicação de choques negativos na estrutura a termo das taxas de juros (tratado adiante neste relatório) será maior do que o capital calculado com a aplicação de choques positivos.
- Nos casos em que a sociedade supervisionada está exposta a um aumento das taxas de juros, a correlação entre o valor do sub-módulo de taxas de juros e estes demais sub-módulos deverá ser 0. Nestas situações, será observado que o capital de risco para cobertura do risco de taxas de juros na aplicação de choques positivos na estrutura a termo das taxas de juros será maior do que o capital calculado com a aplicação de choques negativos.

O benefício da agregação dos sub-módulos pode ser facilmente verificado em termos comparativos através do percentual de redução de capital que pode ser obtido por intermédio da seguinte relação:

$$BA = 1 - \frac{SCR_{mkt}}{\sum_r Mkt_r} \quad (20)$$

Onde:

$SCR_{mkt}$  = capital de risco para o risco de mercado já agregado; e

$\sum_r Mkt_r$  = capital de risco total para o risco de mercado caso não houvesse agregação.

### 3.3. Metodologia padrão proposta para risco de taxas de juros

Um dos sub-módulos mais importantes para o cálculo do capital de risco baseado no risco de mercado é o sub-módulo do risco de taxas de juros ( $Mkt_{Int}$ ). Isso ocorre, pois grande parte dos ativos e praticamente todo o passivo das sociedades supervisionadas é composto de pagamentos de rendas<sup>10</sup>. Desta forma, considera-se neste sub-capital todos os ativos e passivos cujo valor é sensível a mudanças nas estruturas a termo das taxas de juros ou na volatilidade das taxas real e nominal.

<sup>9</sup> CEIOPS, 2010b

<sup>10</sup> Foi utilizada a palavra “renda” em um sentido amplo, representando o recebimento de cupons, principais de títulos, entre outros direitos e também o pagamento de indenização de sinistros, rendas previdenciárias entre outros passivos.

Para a execução dos cálculos, são considerados basicamente dois choques nas estruturas a termo das taxas de juros, um de aumento das taxas e outro de decrescimento das taxas. Nos dois casos verifica-se a variação do excesso de ativo sobre o passivo (NAV<sup>11</sup>) antes e depois do choque. Com isso, tem-se, para o primeiro caso, a diferença de excessos que será o  $Mkt_{Int}^{Up}$ , que é o capital considerando a ocorrência de choque positivo, e, no segundo cenário, tem-se o  $Mkt_{Int}^{Down}$ , que é o capital considerando na situação de queda das taxas de juros. Ressalta-se que, na ocorrência de valores negativos, o valor do capital será zero. Logo, resumidamente, temos:

$$Mkt_{Int}^{Up} = \max(\Delta NAV | \text{choque positivo}; 0)$$

$$Mkt_{Int}^{Down} = \max(\Delta NAV | \text{choque negativo}; 0)$$
(21)

Onde:

$\Delta NAV$  = variação do valor dos ativos líquidos dos passivos antes e após os choques<sup>12</sup>.

Para a execução destes cálculos, o projeto apresentou a tabela<sup>13</sup> indicada abaixo, que contém os valores dos choques positivos e negativos a serem efetuados para cada maturidade. Pode-se verificar que o choque é inversamente proporcional ao prazo, isto é, quanto maior a maturidade menor será o choque. Essa característica está alinhada com teorias de modelos financeiros que afirmam que quanto maior o prazo menor é a oscilação da taxa.

Maturidade (anos)	Choque de elevação relativo	Choque de queda relativo	Maturidade (anos)	Choque de elevação relativo	Choque de queda relativo
0.25	70%	-75%	13	35%	-28%
0.5	70%	-75%	14	34%	-28%
1	70%	-75%	15	33%	-27%
2	70%	-65%	16	31%	-28%
3	64%	-56%	17	30%	-28%
4	59%	-50%	18	29%	-28%
5	55%	-46%	19	27%	-29%
6	52%	-42%	20	26%	-29%
7	49%	-39%	21	26%	-29%
8	47%	-36%	22	26%	-30%
9	44%	-33%	23	26%	-30%
10	42%	-31%	24	26%	-30%
11	39%	-30%	25	26%	-30%
12	37%	-29%	30	25%	-30%

**Tabela 3: Valores dos choques positivos e negativos a serem efetuados para cada maturidade (Fonte: CEIOPS, 2010d)**

Observa-se, ainda, que a maior maturidade estipulada é de 30 anos. Por isso, para maturidades maiores deverão ser considerados os fatores para o prazo de 30 anos. Adicionalmente, o projeto definiu que os choques negativos deverão resultar numa variação

<sup>11</sup> Do inglês *Net Asset Value*.

<sup>12</sup> Destaca-se que de acordo com o item SCR1.6 do QIS 5, que o  $\Delta NAV$  é definido como positivo quando o cenário resulta em uma perda do NAV (valor líquido do ativos).

<sup>13</sup> Esta tabela foi elaborada através de análise de componentes principais, que permitiu estudar o risco de mercado de títulos de renda fixa de grande importância do mercado europeu. Maiores detalhes vide CEIOPS (2010a).

absoluta mínima de 1% nas taxas de juros e que, para as taxas que antes do cenário de choque sejam inferiores a 1%, a taxa estressada no cenário de queda deverá ser 0%.

Para exemplificarmos, podemos considerar que, se a taxa à vista ( $R$ ) pré-fixada para 10 anos é de 10%, então as taxas considerando cenários de elevação ( $R^{up}$ ) e de decréscimo ( $R^{down}$ ) seriam:

$$R^{Up}(10) = R_0(1 + \text{choque positivo}) = 0,10 \times (1 + 0,42) = 0,142$$

$$R^{Down}(10) = R_0(1 + \text{choque negativo}) = 0,10 \times (1 - 0,31) = 0,069$$

Todo o racional de cálculo descrito acima considera a premissa de que as taxas de bônus futuros são mantidas inalteradas, não alterando assim os benefícios discricionários futuros. Contudo, também é feito outro cálculo de capital de risco adotando o pressuposto de que as taxas de bônus futuros possam ser alteradas em resposta ao choque, e este valor é considerado o capital de risco para o risco de taxas de juros incluindo a capacidade de absorção de perdas pelas provisões técnicas ( $nMkt_{mt}$ ). Este segundo montante é utilizado no cálculo do ajuste do capital.

O capital adicional total para o risco de taxas de juros será o maior entre os dois capitais calculados ou zero, caso o maior capital seja negativo.

### 3.4. Metodologia padrão proposta para risco de ações

Os investimentos em ações representam uma grande fonte de risco para as sociedades supervisionadas, devido à alta volatilidade das bolsas de negociação ao redor do globo. Por isso, o modelo prevê que todos os ativos e passivos que sejam sensíveis às mudanças dos preços de ações devem ser considerados no sub-módulo de capital de risco de ações ( $Mkt_{eq}$ ). Ressalta-se que os derivativos utilizados como hedging e transferência de riscos também devem ser considerados e tratados de acordo com as suas especificidades (CEIOPS, 2010d).

A primeira etapa da metodologia é a segregação das ações listadas nos países membros da EEA<sup>14</sup> ou OECD<sup>15</sup> das demais. No primeiro grupo é aplicado um fator de choque de 30% sobre estes investimentos; já no segundo, é utilizado um fator de 40% (SCR 5.35). Com os dois choques separados nos dois grupos de ações, verifica-se a diferença do excesso de ativos sobre os passivos (NAV) apurada antes e depois e essa diferença é utilizada como o capital para cada um dos dois grupos. Resumidamente, tem-se:

$$Mkt_{eq,i} = \max(\Delta NAV \mid \text{choque da ação no grupo } i; 0) \quad (22)$$

No caso das participações em outras empresas, o modelo prevê um tratamento específico, o qual determina a aplicação dos seguintes choques:

<sup>14</sup> Área Econômica Européia (do inglês European Economic Area)

<sup>15</sup> Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (do inglês Organisation for Economic Co-operation and Development)

- (i) Sociedades seguradoras, de crédito e financeiras: não é aplicado nenhum fator.
- (ii) Participações estratégicas: é aplicado um fator de 22%.
- (iii) Demais participações: são aplicados os mesmos fatores definidos acima (30 ou 40%).

Na segunda etapa é feita a agregação dos montantes dos grupos e é encontrada a parcela total do capital, seguindo a equação:

$$Mkt_{eq} = \sqrt{CorrIndex^{rxc} \times Mkt_{LEVr} \times Mkt_{LEVc}} \quad (23)$$

Onde:

$Mkt_{LEVr}$  e  $Mkt_{LEVc}$  = as parcelas de riscos para cada um dos grupos listados na matriz de correlação abaixo; e

$CorrIndex^{rxc}$  = correlações da matriz listada abaixo:

$CorrIndex^{rxc}$	EEA ou OECD	Demais
EEA ou OECD	1,00	
Demais	0,75	1,00

Tabela 4: Matriz de correlação para agregação dos grupos componentes do risco de ações (Fonte: CEIOPS, 2010d)

Este primeiro cálculo considera a premissa de que as taxas de bônus futuros são mantidas inalteradas, não alterando assim os benefícios discricionários futuros. Contudo, adicionalmente é feito outro cálculo de capital de risco adotando o pressuposto de que as taxas de bônus futuros possam ser alteradas em resposta ao choque, e este valor é considerado o capital de risco para o risco de ações incluindo a capacidade de absorção de perdas pelas provisões técnicas ( $nMkt_{eq}$ ). Este segundo montante é utilizado no cálculo do ajuste do capital.

### 3.5. Metodologia padrão proposta para risco de imóveis

Os investimentos em imóveis representam um grande percentual dos investimentos realizados pelas sociedades supervisionadas, por este motivo foi adicionado um sub-módulo do capital de risco para risco de mercado que trata a sensibilidade dos ativos, passivos e investimentos ao nível e volatilidade dos preços de propriedades ( $Mkt_{prop}$ ). Entre outros investimentos, o CEIOPS (2010d) destacou os seguintes ativos:

- Terrenos, construções e direitos sobre imóveis;
- Participação direta ou indireta em companhias imobiliárias que gerem retornos periódicos ou que sejam mantidas visando investimento; e
- Investimento em propriedades para uso próprio.

A metodologia prevê que alguns bens específicos sejam tratados no sub-módulo de ações, entre os quais foram destacados:

- Investimento em companhias que atuam em gestão imobiliária;
- Investimento em companhias que atuam em desenvolvimento de projetos imobiliários ou atividades similares; e
- Investimento em uma empresa que tomou empréstimos de instituições fora do âmbito do grupo de seguros a fim de alavancar seus investimentos em propriedades.

Os fundos de investimentos imobiliários deverão ter seus ativos segregados e tratados individualmente, assim como será detalhado adiante no item 3.10.

O cálculo deste sub-módulo de capital é feito através da aplicação de um choque de queda imediata de 25% do total do valor aplicado em investimentos que sejam impactados direta ou indiretamente por oscilações dos preços de propriedades. Assim, tem-se que o capital de risco é igual à diferença entre o montante dos ativos que excedem os passivos (NAV) antes e depois do choque realizado:

$$Mkt_{prop} = \max(\Delta NAV \mid \text{choque de propriedades}; 0) \quad (24)$$

Este primeiro cálculo considera a premissa de que as taxas de bônus futuros são mantidas inalteradas, não alterando assim os benefícios discricionários futuros. Contudo, adicionalmente é feito outro cálculo de capital de risco adotando o pressuposto de que as taxas de bônus futuros possam ser alteradas em resposta ao choque, e este valor é considerado o capital de risco para o risco de imóveis incluindo a capacidade de absorção de perdas pelas provisões técnicas ( $nMkt_{prop}$ ). Este segundo montante é utilizado no cálculo do ajuste do capital.

### 3.6. Metodologia padrão proposta para o risco cambial

Outra classe de ativos e passivos importante é aquela que é impactada pelas mudanças de nível e volatilidade das moedas estrangeiras. Por este motivo, um sub-módulo de capital de risco é o referente ao risco cambial ( $Mkt_{fx}$ ). Neste item, são tratadas todas as possíveis fontes de risco cambial, entre as quais se destacam os portfólios de investimentos e os investimentos em coligadas.

O primeiro passo para a sociedade supervisionada será a definição de sua moeda local. Considera-se como moeda local aquela na qual são elaborados os seus livros contábeis. Todas as demais serão consideradas moedas estrangeiras. Também devem ser considerados neste sub-módulo os investimentos em ações e propriedades em outros países observando duas particularidades.

A primeira é que, caso a ação seja listada em diferentes bolsas, ela deverá ser considerada sensível à moeda do seu país principal. E a segunda é que devemos considerar os investimentos em ações não listadas e em propriedades como sensíveis à moeda de onde estão localizados.

O cálculo deste capital será feito assumindo dois cenários de choques instantâneos. O primeiro requerimento é calculado com a aplicação de um choque de 25% de aumento do câmbio C ( $Mkt_{fx,C}^{Up}$ ) e o segundo é calculado com a aplicação de um choque de 25% de redução do câmbio C ( $Mkt_{fx,C}^{Down}$ ).

Como resultado, após os dois diferentes choques para cada moeda C, verifica-se a diferença do excesso de ativo sobre o passivo (NAV) antes e após o choque de cada moeda, considerando a premissa de que as taxas de bônus futuros são mantidas inalteradas, não alterando assim os benefícios discricionários futuros. Em casos de valores negativos o valor adotado será nulo. Assim, resumindo tem-se:

$$\begin{aligned} Mkt_{fx,C}^{Up} &= \max(\Delta NAV \mid \text{choque de aumento da cotação}; 0) \\ Mkt_{fx,C}^{Down} &= \max(\Delta NAV \mid \text{choque de redução da cotação}; 0) \end{aligned} \quad (25)$$

No final todas as moedas serão consideradas, sendo a contribuição para o capital referente a cada moeda ( $Mkt_{fx,C}$ ) determinada pelo máximo entre  $Mkt_{fx,C}^{Up}$  e  $Mkt_{fx,C}^{Down}$ . Por fim o capital total ( $Mkt_{fx,C}$ ) será a soma de todas as parcelas  $Mkt_{fx,C}$ .

Tendo em vista que o projeto foi desenvolvido para o mercado europeu, foram definidas algumas particularidades para o continente, objetivando tratar as situações de moedas atreladas (CEIOPS, 2010d). Nestas situações, os choques específicos são:

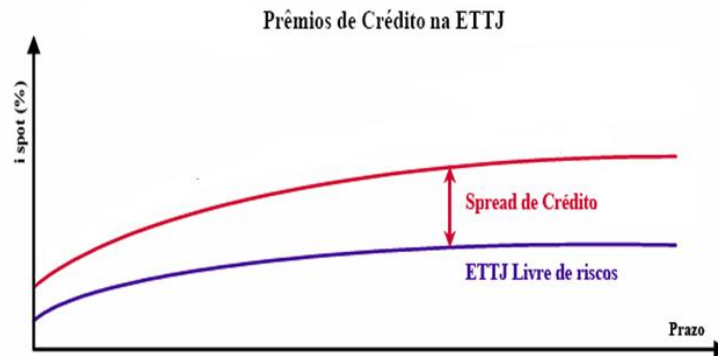
- Coroa Dinamarquesa contra Euro, Litas Lituanas ou Coroa Estônia =  $\pm 2,25\%$
- Coroa Estônia contra Euro ou Litas Lituanas =  $\pm 0\%$
- Lats letão contra Euro, Litas Lituanas ou Coroa Estônia =  $\pm 1,00\%$
- Litas Lituanas contra Euro ou Coroa Estônia =  $\pm 0\%$
- Lats letão contra Coroa Dinamarquesa =  $\pm 3,50\%$

Adicionalmente são feitos cálculos seguindo as mesmas premissas indicadas, contudo adotando o pressuposto de que as taxas de bônus futuros possam ser alteradas em resposta ao choque, e este valor é considerado o capital de risco para o risco cambial incluindo a capacidade de absorção de perdas pelas provisões técnicas ( $nMkt_{fx}$ ).

### 3.7. Metodologia padrão proposta para o risco de spread de crédito

O projeto Solvência II tratou especificamente neste sub-módulo o requerimento de capital para risco de mudanças de nível ou volatilidade do spread de crédito acrescido nas estruturas a termo das taxas de juros ( $Mkt_{sp}$ ) que afetem ativos, passivos e instrumentos financeiros das sociedades supervisionadas.

Graficamente, como pode ser visto na imagem abaixo, normalmente apresenta-se o spread de crédito como a diferença entre a curva da estrutura a termo das taxas de juros livre de risco e a taxa negociada nos títulos (desconsiderando-se nessa diferença o prêmio de liquidez).



**Figura 2: ETTJ acrescida do spread de crédito.**

Vale ressaltar que o risco tratado neste sub-módulo é totalmente diferente daquele tratado no módulo de risco de crédito. No módulo de risco de crédito, a incerteza está no fato de a contraparte honrar o seu pagamento. Já neste sub-módulo a incerteza está em qual será o spread (diferença) entre a estrutura a termo das taxas de juros livre de risco e aquela negociada para um determinado título. A elevação deste spread resultará em um menor valor presente do fluxo de caixa, enquanto a redução do mesmo acarretará em um aumento do valor presente. Esta dinâmica afeta de forma oposta os ativos e passivos de uma sociedade supervisionada.

O projeto se preocupou em destacar algumas classes de ativos financeiros comuns que são diretamente afetados por este sub-módulo, são eles:

- Títulos corporativos com grau de investimento (Investment grade corporate bonds): estes títulos são comercializados por grandes corporações que possuem altos ratings e, por este motivo, são amplamente considerados os ativos de menor risco, desconsiderando os títulos públicos.
- Títulos corporativos com altas taxas (High yields corporate bonds): estes títulos também são conhecidos como títulos de baixo grau de investimento (Non-investment corporate bonds) e foram considerados pelo projeto pelo fato de serem títulos, na maioria dos casos, comercializados por empresas que possuem um alto grau de risco de crédito e por isso pagam taxas mais elevadas.
- Débitos Subordinados (Subordinated debt): são títulos de dívidas de corporações que possuem a menor preferência em situação de falência do tomador. O credor de tal título somente receberá o que lhe é devido após todos os demais credores.
- Títulos híbridos (Hybrid debt): são títulos que possuem dois (ou mais) tipos de rendimentos. Em muitos casos, o primeiro é o pagamento de uma taxa fixada e o segundo é o pagamento de dividendos. Geralmente estes títulos possuem a opção embutida de conversão em ação no seu vencimento.



Contudo, como também foi salientado no QIS5, não são somente estas classes de títulos que são afetadas. Têm-se ainda os títulos lastreados com ativos<sup>16</sup> (ABS – Asset-backed securities), produtos de créditos estruturados, dentre outros. O projeto ainda destaca que derivativos de créditos (CDS<sup>17</sup>, TRS<sup>18</sup>, CLN<sup>19</sup> entre outros) devem ser considerados neste sub-módulo.

Tendo em vista a quantidade de possibilidades a serem tratadas, foram criadas três divisões para a definição deste sub-capital. São elas: o requerimento de capital para o risco de spread de títulos ( $Mkt_{sp}^{bonds}$ ); o requerimento de capital para o risco de spread de produtos de créditos estruturados ( $Mkt_{sp}^{struct}$ ); e o requerimento de capital para derivativos de créditos ( $Mkt_{sp}^{cd}$ ). Com isso, o capital de risco para este sub-módulo será a soma destes totais:

$$Mkt_{sp} = Mkt_{sp}^{bonds} + Mkt_{sp}^{struct} + Mkt_{sp}^{cd} \quad (26)$$

Estes totais são calculados utilizando-se metodologia específica, a qual é tratada detalhadamente nos documentos elaborados pelo CEIOPS (2010d). Em resumo, elas consistem em choques e, em analogia aos demais sub-módulos, estes choques serão aplicados nos ativos e passivos e a diferença entre os excessos de ativos sobre passivos (NAV) antes e depois dos choques resultam em dois valores finais.

O primeiro será o requerimento de capital para o risco de spread ( $Mkt_{sp}$ ) e o segundo será o requerimento de capital para o risco de spread incluindo a capacidade de absorção das perdas pelas provisões técnicas ( $nMkt_{sp}$ ), o qual será utilizado no ajuste final do capital.

### 3.8. Metodologia padrão proposta para o risco de concentração

O CEIOPS, buscando minimizar o risco de concentrações em determinadas classes de ativos, definiu a criação deste requerimento de capital para o risco de concentração ( $Mkt_{conc}$ ). Com isso, foi definido que deverá tratar neste item a concentração de ativos considerados nos sub-módulos de ações, spread de crédito e propriedades, bem como excluir aqueles considerados no módulo de risco de crédito.

Esta divisão específica objetivou evitar a sobreposição de capitais. Como exemplo, no QIS-5, foi dado o caso em que uma sociedade supervisionada possua exposições com um banco em dinheiro e outros ativos. A exposição em dinheiro deverá ser tratada no módulo de risco de crédito, enquanto o segundo caso deverá ser tratado neste sub-módulo de concentração.

<sup>16</sup> Estes títulos oferecem grandes vantagens, pois a sua estrutura consiste na venda dos recebíveis a uma entidade neutra que utiliza os mesmos como lastro na emissão dos títulos. Esse procedimento facilita o pagamento dos direitos ao credor do título e minimiza desta forma o risco oriundo da capacidade de pagamento do lançador do papel.

<sup>17</sup> *Credit Default Swaps*: Semelhante a uma apólice de seguro contra um possível default.

<sup>18</sup> *Total Return Swaps*: Contrato que transfere os riscos de créditos e mercado de um determinado ativo.

<sup>19</sup> *Credit Linked Notes*: Tipo de derivativo estruturado como um instrumento que possui embutido um CDQ que permite a transferência de um risco de crédito específico.

Vale destacar também que são considerados somente os casos de concentração com uma mesma contraparte, excluindo-se os demais casos de concentração, tais como a geográfica. O comitê também definiu que se entende por contraparte a exposição com um mesmo grupo financeiro. Por isso, as exposições com diversas empresas de um mesmo grupo deverão ser somadas.

Com os princípios supracitados e utilizando regras específicas, que são minuciosamente detalhadas nos documentos elaborados pelo CEIOPS, calcula-se este sub-capital. Em resumo, pode-se dizer que são utilizados três grupos de informações básicas. O primeiro são os percentuais de exposição dos ativos considerados neste sub-módulo com cada contraparte que excedem as exposições máximas permitidas. O segundo são os ratings médios, considerando cada exposição considerada com a contraparte. E o último são os choques “de concentração”, que igualmente como foi detalhado nos demais sub-módulos, geram uma diferença dos excessos de ativos sobre passivos (NAV) antes e depois da aplicação dos mesmos. O resultado desta diferença será o requerimento de capital para o risco de concentração ( $Mkt_{conc}$ ).

### 3.9. Metodologia padrão proposta para o risco de prêmio de liquidez

Outro sub-módulo de capital de mercado existente é o que trata o risco do prêmio de liquidez ( $Mkt_{ip}$ ). Este risco surge em virtude das provisões técnicas serem descontadas por uma estrutura de taxas de juros livre de riscos acrescida de prêmios de liquidez. Considerando que estes prêmios podem ser diminuídos, isso geraria um aumento do valor presente das provisões o que implicaria a necessidade de mais recursos. Já o aumento do prêmio de liquidez não é considerado neste sub-módulo, tendo em vista que este efeito foi considerado no sub-módulo de risco de spread de crédito.

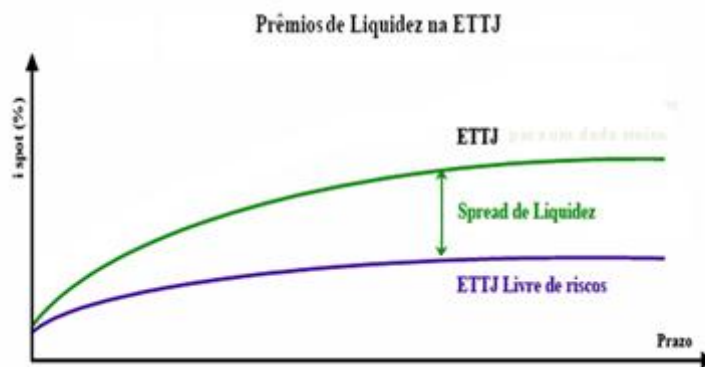


Figura 3: ETTJ acrescida do prêmio de liquidez

O cálculo deste capital é feito através da aplicação de um choque de queda imediata de 65% do prêmio de liquidez observado nos mercados financeiros. Desta forma, tem-se que o capital de risco é igual à diferença entre o montante dos ativos que excedem os passivos (NAV) antes e depois do choque realizado:

$$Mkt_{ip} = \max(\Delta NAV \mid \text{choque no prêmio de liquidez}; 0) \quad (27)$$

Este primeiro cálculo considera a premissa de que as taxas de bônus futuros são mantidas inalteradas, não alterando assim os benefícios discricionários futuros. Contudo, adicionalmente é feito outro cálculo de capital adotando o pressuposto de que as taxas de bônus futuros possam ser alteradas em resposta ao choque e este valor é considerado o capital de risco para o risco de prêmio de liquidez incluindo a capacidade de absorção de perdas pelas provisões técnicas ( $nMkt_{ip}$ ). Este segundo montante é utilizado no cálculo do ajuste do capital.

### 3.10. Tratamento de fundos de investimentos

A metodologia (CEIOPS, 2010d) prevê um tratamento especial para os fundos de investimentos. Tendo em vista a possível dificuldade de tratar os ativos destes investimentos, três alternativas foram definidas.

A primeira propõe que os ativos do fundo sejam segregados por fator de risco e tratados conforme determinado nos seus respectivos sub-módulos. Ou seja, caso o fundo seja composto de ações e NTN-Fs (títulos públicos pré-fixados), as ações serão tratadas como define o sub-módulo de ações, enquanto os títulos terão o tratamento específico do sub-módulo de taxas de juros. Caso o fundo possua cotas de outros fundos, as aberturas deverão ser feitas diversas vezes até que se encontre o ativo subjacente.

A segunda alternativa consiste no caso de que a sociedade supervisionada não possa ou não consiga desmembrar o fundo, mas este possua limites máximos de investimentos em cada classe de ativos definidos no regulamento. Caso isto ocorra, a alternativa é considerar o risco máximo deste fundo. Isto é feito utilizando-se os limites máximos do regulamento para alocar percentualmente o montante do fundo nos diferentes sub-módulos. Isso resultará em um maior capital, tendo em vista que o somatório destas exposições será maior que 100%.

Por exemplo, caso esteja definido no regulamento que o fundo investirá no máximo 50% em ações, no máximo 45% em títulos de renda fixa e no máximo em 25% em imóveis, a sociedade supervisionada deverá considerar 50% do total investido no fundo no sub-módulo de ações, acrescido de 45% do total que será considerado no sub-módulo de títulos de renda fixa, além de 25% no sub-módulo de imóveis. Desta forma ela distribuirá um total de 120% do valor que possui em cotas do fundo nos diferentes sub-módulos.

A terceira e última alternativa é empregada nos casos em que a sociedade supervisionada desconheça por completo os limites máximos aplicados em cada classe de ativos. Caso isto ocorra, ela deverá aplicar 100% do valor aplicado nas cotas do fundo no sub-módulo de ações. Como resultado, haverá um considerável aumento de capital, tendo em vista que comumente as ações possuem uma maior volatilidade, o que resulta em um maior risco.

Vale ressaltar mais dois pontos acerca do assunto. Primeiramente, destaca-se que os procedimentos descritos acima devem ser considerados não somente para os fundos ativos,

mas também para os fundos passivos<sup>20</sup>. E, adicionalmente, salienta-se que este mesmo conceito deve ser executado para outras exposições indiretas com exceção dos investimentos em participações.

### 3.11. Tratamento pós-oscilações excepcionais dos mercados financeiros

O CEIOPS, ao elaborar o projeto Solvência II, criou mecanismos de tratamentos de situações que fogem da normalidade. Um destes mecanismos é o tratamento pós-oscilações excepcionais dos mercados financeiros que foi especificamente descrito em CEIOPS (2010c). Segundo o comitê, o capital calculado para o risco de mercado foi dimensionado para resguardar as sociedades supervisionadas de oscilações normais dos mercados financeiros<sup>21</sup> e que, em variações abruptas, imprevistas e íngremes, os supervisores deverão tomar medidas que busquem flexibilizar o prazo da recuperação da solvência dos entes supervisionados.

Um dos principais pontos defendidos neste contexto é que, em uma situação de crise extrema, a atuação rígida dos supervisores que buscam a recuperação da solvência no curto prazo criaria uma situação de pró-ciclicidade, uma vez que os supervisionados tomarão medidas não sadias para a recuperação da sua situação de solvência entre as quais foram destacadas as seguintes:

- a venda de ativos por diversas sociedades supervisionadas com o objetivo de minimizar o requerimento de capital o que resultaria numa piora da crise;
- diversas sociedades supervisionadas sendo obrigadas a obter mais capital ao mesmo tempo de fontes já saturadas resultaria em maiores débitos com pagamentos de juros extremamente elevados em comparação com situações normais; e
- diversas sociedades supervisionadas contratando coberturas de resseguro pagando prêmios abusivos, tendo em vista que os resseguradores também estariam passando por uma situação de grande estresse, o que aumentaria a insatisfação dos segurados que teriam que arcar com este custo adicional.

Com os pontos abordados acima e outros que podem ser extraídos destas situações, o comitê defende a atuação flexível dos supervisores nacionais neste período de crise e após o término da mesma. Por este motivo o comitê defende que um período extra (que, por exemplo, poderia variar entre 6 e 51 meses) para a recuperação poderá ser concedido ao ente supervisionado. Este prazo adicional será concedido após análise de diversos fatores internos e externos, que vão desde o motivo que causou a instabilidade até, por exemplo, a avaliação da atividade e liquidez atual do mercado.

Outro ponto que vale ser destacado é que o supervisor estipulará um prazo máximo e não um prazo “alvo”. Com isso o mesmo acompanhará a evolução da recuperação da solvência da

---

<sup>20</sup> Fundos de investimentos passivos são aqueles compostos de ativos que objetivam a busca de um benchmark.

<sup>21</sup> O comitê fez uma definição ampla de mercados financeiros, considerando não como um termo global, mas sim o aplicando em todas as suas subcategorias (ex.: bolsa de ações de um país, commodities etc.) que possam gerar uma variação abrupta, imprevista e íngreme que afete severamente um elevado número de segurados.

sociedade supervisionada ao longo deste período através de relatórios de progressos onde os entes deverão demonstrar a sua evolução.

#### **4. Modelo padrão proposto pela SUSEP – Apresentação de conceitos**

Neste capítulo apresentaremos os principais conceitos considerados na nossa proposta de modelo de cálculo do capital de risco baseado no risco de mercado dos mercados brasileiros de seguro, resseguro, previdência e capitalização.

##### **4.1. Considerações iniciais**

A implementação de normas para cálculo do capital de risco baseado em risco de mercado promovida por reguladores internacionais e locais contempla abordagens padrões e abordagens avançadas. Por abordagem padrão entende-se a definição, pelo regulador, de um modelo padrão para determinação do requerimento de capital, que pode ser utilizado por todas as sociedades supervisionadas, em geral baseado em uma formulação na qual fatores calibrados pelo regulador com base em informações de todo o mercado são aplicados a valores de exposição específicos de cada sociedade supervisionada. Já por abordagem avançada, entende-se a definição, por uma sociedade supervisionada, de um modelo de cálculo do requerimento de capital específico para a sua realidade, modelo este que deverá ser validado pelo supervisor. Como padrão mundial, os reguladores definem modelos padrões para determinação dos requerimentos de capital baseado em risco, abrindo ou não a faculdade de apresentação de modelagem avançada por parte das sociedades supervisionadas, dependendo de fatores como o grau de desenvolvimento do mercado supervisionado e a estrutura do supervisor para realizar as necessárias e extensivas validações dos modelos apresentados pelas sociedades supervisionadas.

Assim, em prosseguimento à política de convergência a padrões internacionais de supervisão de seguros, este relatório propõe a regulação do capital de risco baseado no risco de mercado e o seu método de cálculo.

O modelo de capital de risco baseado no risco de mercado proposto neste relatório objetiva mensurar o risco existente nas operações das sociedades supervisionadas devido a flutuações dos mercados financeiros, que causam mudanças nos valores de ativos e passivos e impactam na avaliação dos portfólios, podendo afetar de forma mais severa ou mais amena as sociedades (definição em linha com os padrões adotados pela IAIS como fora destacado na introdução deste relatório). Tal capital, em conjunto com os capitais de subscrição, que mensuram os riscos referentes à avaliação das obrigações assumidas em contratos de seguro, resseguro, previdência e capitalização, o capital de risco de crédito, que objetiva mensurar o risco de *default* das contrapartes, e o capital de risco operacional, que visa resguardar as sociedades das despesas ocasionadas por erros operacionais, busca consolidar a estrutura de capitais de risco proposta inicialmente pela SUSEP.

Sendo assim, neste capítulo detalharemos o modelo proposto. Primeiramente abordaremos dois pilares para o modelo que são os conceitos de valoração econômica e de exposição líquida.

## 4.2. Valoração econômica

Um dos pilares para a correta definição de um modelo padrão para a mensuração de risco de mercado é a definição de valoração econômica dos ativos e passivos da companhia. Esta valoração se distingue da visão contábil e deve ser aplicada visando à correta análise da solvência de uma sociedade supervisionada. Logo, pode-se dizer que se aplica a todos os passivos e ativos de tal forma que se possa avaliar, a qualquer instante, qual é o preço justo a ser pago ou recebido por determinado item caso, por exemplo, este um bem fosse negociado, houvesse um repasse de carteiras, a sociedade supervisionada fosse vendida entre outras inúmeras possibilidades. Destaca-se que o procedimento aqui adotado é exclusivo para fins de mensuração do capital<sup>22</sup> e não deverá se sobrepor aos procedimentos contábeis atualmente adotados com base nos princípios internacionais de contabilidade (IFRS) e pronunciamentos nacionais (CPC) que tratam do mesmo assunto abordado neste item.

Por este motivo, adotaremos a visão de valoração definida em diversos padrões internacionais e explicada minuciosamente nos documentos do projeto Solvência II (por exemplo, no QIS 5, capítulo 1). Nesta seção, o projeto pontua a necessidade de uma definição de valor econômico consistente com os riscos que cada item (ativo ou passivo) possua. Desta forma, define-se que os ativos e passivos devem ser avaliados pelo montante pelos quais poderiam ser transacionados (repassados) entre partes interessadas, considerando uma relação justa. Ou seja, considerando uma condição em que as partes agem de interesse próprio em uma transação onde são independentes e possuem um mesmo nível de barganha.

Frisa-se, primeiramente, que em nenhuma hipótese a sociedade supervisionada poderá utilizar, para valoração de suas obrigações, a sua própria avaliação de crédito (isto é, não poderá ter influência do seu risco de crédito próprio). Ou seja, para avaliação do seu passivo deverão ser considerados os valores estimados descontados por uma estrutura a termo livre de riscos. Também vale ressaltar que devem ser valorados demais ativos e passivos que não sejam relacionados a passivos técnicos, por exemplo, assistências financeiras prestadas a participantes de planos de previdência, considerando o conceito de materialidade que será abordado adiante.

Neste processo de identificação dos itens e seus riscos, e subsequente valoração, é de suma importância a conceituação de materialidade. Assim, vale destacar o conceito de materialidade proposto pelo projeto europeu: “Omissões ou desvios na avaliação de itens são materiais se estes podem, considerando o tamanho, a natureza, a individualidade ou coletividade, influenciar em decisões econômicas de usuários...”. A consideração da natureza de um direito ou obrigação é de extrema importância, pois um determinado item pode não ser isoladamente considerado material, contudo, ao se analisar o conjunto de itens daquela natureza, pode se verificar que estes são materiais. Por exemplo, consideremos uma empresa que tenha um determinado montante a receber de uma carteira de assistências financeiras concedidas a participantes de planos de benefícios. Esse valor pode não ser inicialmente considerado material, porém ela pode possuir diversos grupos de assistências financeiras

---

<sup>22</sup> Semelhantemente ao procedimento que já é adotado atualmente para avaliação dos ativos garantidores, onde estes ativos são avaliados a mercado independentemente da classificação contábil.

distintos e, analisando todos esses ativos dessa natureza, pode-se verificar que os mesmos são materiais. A não consideração desses ativos, neste exemplo, poderia acarretar na não mensuração de um grande fluxo de recebíveis sensíveis a oscilações da estrutura a termo das taxas de juros.

Diante do exposto acima, excluindo-se os ativos financeiros, definiu-se que não é necessária a valoração econômica de itens considerados imateriais, após estudar conjuntamente o tamanho, a natureza ou uma combinação de ambas as características. Isso porque não haverá acréscimo de qualidade na análise da solvência dos entes em decorrência da avaliação de direitos ou obrigações imateriais, sendo esse procedimento desnecessariamente custoso.

Nas próximas seções trataremos os ativos e passivos considerados no cálculo do requerimento, contudo vale antecipadamente destacar que, além dos itens imateriais, não deverão ser considerados os itens excluídos do Patrimônio Líquido Ajustado (PLA). Tal procedimento é evidente tendo em vista que não seria consistente o cálculo do risco desses itens sendo que estes não são considerados para a mensuração do PLA, que será comparado com o capital mínimo requerido total.

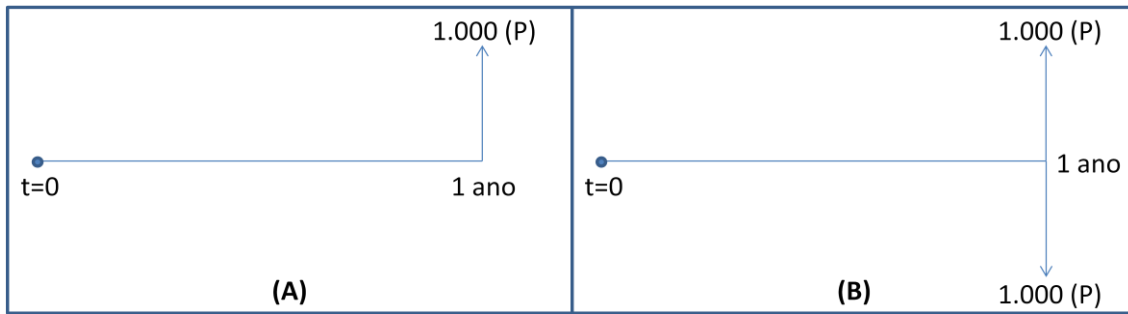
Diante do exposto acima, devem ser considerados dois princípios para a valoração dos ativos e passivos: marcação a mercado ou marcação a modelo. Preferencialmente deverá ser utilizado o primeiro princípio para a mensuração dos direitos e obrigações, utilizando, dessa forma, preços de itens semelhantes transacionados no mercado. Todavia, nos casos em que não é possível a marcação a mercado, poderá ser utilizada a marcação a modelo – técnica de avaliação que objetiva determinar a quantia pela qual os ativos e passivos podem ser comercializados por meio de modelo matemático.

As técnicas para valoração, respeitando a premissa do parágrafo anterior, serão livremente escolhidas pelos entes supervisionados, desde que sejam utilizados métodos estatísticos e atuariais relevantes, aplicáveis, consistentes e adequados, baseado em dados atualizados, informações fidedignas e considerações realistas, em consistência com as informações presentes no mercado financeiro, de modo que possa ser auditado.

Assumindo os procedimentos acima teremos uma visão da melhor estimativa corrente dos ativos e passivos dos entes supervisionados, sendo estes sensíveis a variações do cenário econômico nacional e internacional. Nas próximas seções deste capítulo detalharemos melhor as considerações acerca dos diferentes tipos de ativos e passivos.

### **4.3. Exposição líquida**

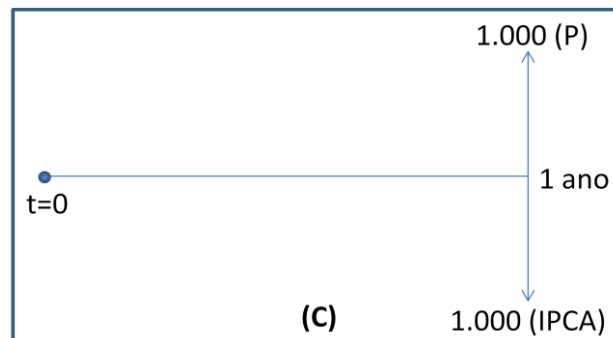
Outro conceito que pode ser visto como um segundo pilar para o correto entendimento e mensuração do capital referente ao risco de mercado é o conceito de exposição líquida. Para isso, a título de exemplo, consideremos inicialmente as duas situações ilustradas na figura abaixo:



**Figura 4: Exemplos de Exposição Líquida.**

Nos fluxos representados acima temos duas situações bem simples que definem perfeitamente o conceito de exposição líquida. Primeiramente, ao avaliarmos o fluxo A verificamos que a entidade possui somente uma posição credora cujo valor presente é R\$ 1.000,00 com o prazo de um ano, com taxa pré-fixada (P), por exemplo, consideremos o recebimento do principal de uma letra do tesouro nacional (LTN). Podemos facilmente calcular o risco desta exposição ao mensurar o VaR deste valor considerando basicamente as oscilações das taxas pré-fixadas ao longo desse período. Mas, e se existisse para este mesmo prazo uma obrigação, por exemplo, a estimativa de um pagamento de um sinistro com o mesmo valor? É exatamente nessa situação que fica evidente o conceito que será utilizado no modelo proposto para o capital de risco de mercado. Para fins de cálculo do capital requerido, consideraremos a exposição líquida no fator de risco<sup>23</sup> prefixado neste prazo, que no caso do fluxo B será zero. Assim, não teríamos o risco de mercado.

Mas e se estivéssemos em uma situação semelhante ao fluxo B, contudo com fatores de riscos distintos? Por exemplo, imaginemos outra situação:



**Figura 5: Exemplo de Exposição Líquida com descasamento de fatores de risco.**

No fluxo acima, temos uma situação onde temos um crédito prefixado cujo valor presente é R\$ 1.000,00 com vencimento em um ano (para facilitar imaginemos a mesma LTN dos fluxos anteriores) e uma obrigação com o mesmo valor para o mesmo prazo, contudo com um fator de risco diferente. Por exemplo, consideremos um pagamento de benefício indexado ao IPCA, que, por este motivo, é descontado pela taxa do cupom de IPCA para um ano. Logo temos duas exposições líquidas para o prazo de um ano. Uma exposição positiva de R\$ 1.000,00 no

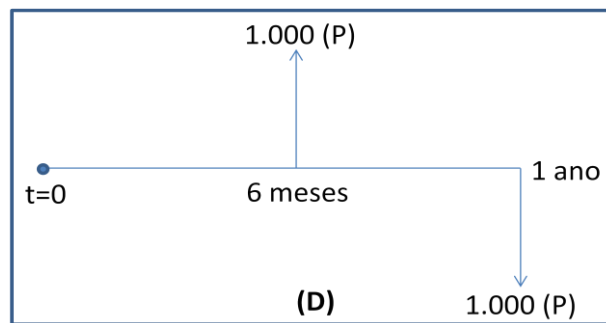
<sup>23</sup> Não confundir o termo “fator de risco”, que diz respeito às fontes de volatilidade, com o termo “fator”, isolado, que neste documento corresponde a parâmetros da formulação padrão a serem calibrados.



fator de risco prefixado e outra exposição negativa de R\$ 1.000,00 no fator de risco de cupom de IPCA.

O modelo proposto neste relatório almeja, entre outros objetivos, identificar o risco de descasamento dos fatores de risco e por este motivo será sensível à situação acima. Desta forma os valores terão os seus montantes em risco calculados e, em seguida, serão devidamente agregados considerando as suas correlações. Consequentemente, o risco de mercado não será nulo, como indicamos que seria na situação B.

Dando continuidade, imaginemos outra situação representada na figura abaixo em que há descasamento dos prazos.

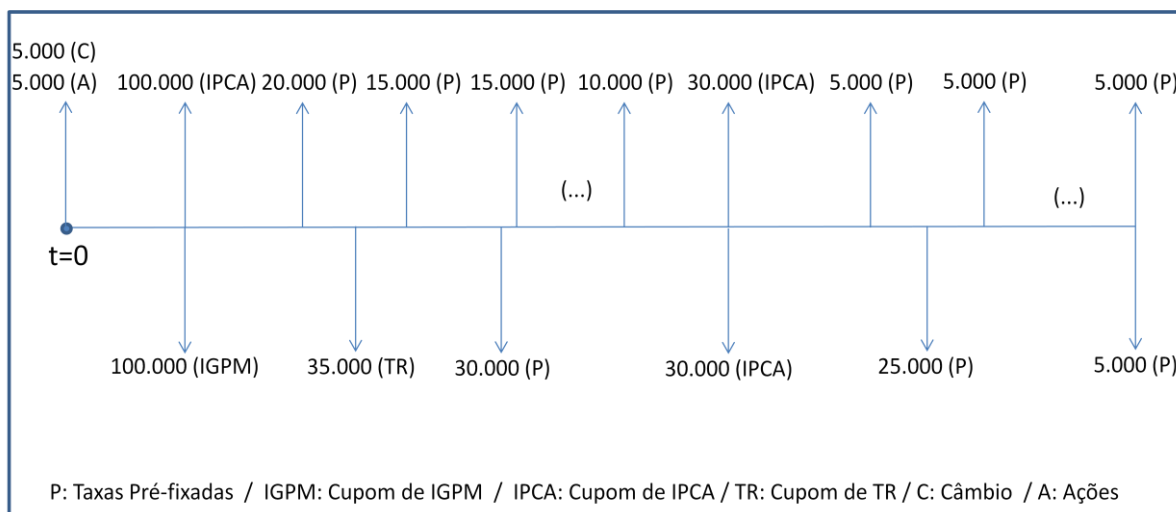


**Figura 6: Exemplo de Exposição Líquida com descasamento de prazos.**

No fluxo acima, temos uma situação onde temos um crédito prefixado cujo valor presente é R\$ 1.000,00 com vencimento em seis meses (para facilitar imaginemos também uma LTN) e uma obrigação também prefixada com o mesmo valor presente, todavia com um prazo de um ano. Por exemplo, consideremos um pagamento de um sinistro. Logo temos duas exposições líquidas no fator de risco de taxas pré-fixadas de R\$ 1.000,00, uma positiva com o prazo de seis meses e outra negativa para um ano.

O modelo proposto neste relatório também objetiva identificar o risco de descasamento dos prazos e, por este motivo, também será sensibilizado pela situação descrita acima. Por isso, os valores terão os seus montantes em risco calculados e, em seguida, serão devidamente agregados considerando as suas correlações. Consequentemente, o risco de mercado não será nulo, como indicamos que seria na situação B.

Por este motivo, para melhor entendermos o modelo proposto, podemos analisar uma sociedade supervisionada como ilustramos na figura abaixo, encarando-a como uma grande geradora de fluxos positivos e negativos, sensíveis às oscilações de taxas pré-fixadas, pós-fixadas atreladas a um índice, a uma taxa, a uma moeda ou sensíveis a oscilações de ações, câmbio, commodities etc. Logo, o modelo apresentado pela SUSEP será sensível aos descasamentos de fatores de risco e prazos, o que resultará numa minimização do capital para os entes que possuem uma melhor gestão dos seus direitos e obrigações (prática de ALM).



**Figura 7: Visualização de uma sociedade supervisionada como uma geradora de fluxos.**

Tendo em vista a infinidade de possíveis prazos e fatores de risco, o modelo trabalha com o conceito de vértices e fatores de risco padrões, que serão abordados nas próximas seções. Logo, os entes informarão as características de seus fluxos (montante, natureza credora ou devedora, fator de risco e prazo) e o modelo efetuará a agregação nos vértices padrões, verificando assim as exposições líquidas em cada um dos vértices e fatores de risco.

#### 4.4. Abordagem padrão proposta

Neste primeiro momento, buscamos uma formulação em linha com o conceito da “abordagem padrão” observada tanto nas diretrizes do projeto Solvência II e no Acordo de Basileia II, como nas normas editadas pelo Banco Central e Conselho Monetário Nacional. Ou seja, um modelo com fatores pré-definidos, aplicável a todas as instituições do mercado, que não exija esforços individuais de calibragem.

A proximidade com modelos já validados e adotados internacionalmente tem por principais vantagens:

- A comparabilidade com os resultados internacionais: modelos semelhantes permitirão a avaliação do grau de robustez dos modelos adotados pelas instituições brasileiras para o gerenciamento do risco de mercado, comparativamente às práticas internacionais;
- A mitigação de custos operacionais: empresas obrigadas a atender demandas internacionais de suas matrizes, ou de órgãos de supervisão/regulação de outros países, quanto à aplicação das normas de controle de riscos internacionais, serão beneficiadas pela sinergia entre as normas brasileiras e estrangeiras. Vantagem análoga é verificada em relação às sociedades supervisionadas que integram conglomerados financeiros, as quais também serão beneficiadas com a sinergia das práticas aplicáveis ao mercado segurador e ao mercado financeiro nacional e internacional; e

- A inserção em mercados globais: a adoção de modelos de gestão de riscos alinhados às práticas aceitas internacionalmente certamente se tornará um requisito necessário à participação de nossas instituições no mercado segurador internacional.

No âmbito de uma modelagem padrão para o dimensionamento de riscos, é necessário identificar os parâmetros que serão utilizados a fim de estimar os valores das perdas decorrentes de tais riscos, ocorridas em instituições com diferentes graus de exposição ao risco.

Diante do exposto, adotamos, para a modelagem padrão do requerimento de capital baseado no risco de mercado, os seguintes critérios e premissas:

- Abordagem a ser adotada: De modo semelhante ao Banco Central do Brasil e o projeto Solvência II, será adotada uma abordagem padrão baseada nos fluxos de direitos e obrigações dos entes supervisionados. Estes fluxos devem ser mapeados em diferentes vértices (prazos até vencimento) de fatores de risco distintos e agregados considerando uma matriz de fatores<sup>24</sup>. Por este motivo, o modelo padrão utiliza fórmulas padronizadas para todo o mercado e foi construído com a premissa de que o supervisionado que possuir uma boa gestão de ativos e passivos (ALM) terá o seu requerimento de capital de risco de mercado minimizado.
- Determinação dos fatores da proposta padrão: Os seguintes aspectos foram considerados elementos centrais na determinação dos fatores da fórmula padrão a serem calibrados:
  - Metodologia de cálculo dos fatores: Para a determinação dos fatores que compõem a matriz de fatores definida no modelo proposto, foram utilizadas a metodologia Value at Risk (VaR) paramétrico, proposto pelo JPMorgan através do Riskmetrics e amplamente utilizada e aprimorada por diversas instituições, e a metodologia apresentada em Varga (2002) para o cálculo do risco de mercado para os títulos indexados.
  - Estimação da Volatilidade: Foi considerada, para o cálculo das volatilidades, a metodologia EWMA. Esta metodologia foi adotada devido ao fato de já ser amplamente utilizada pelo mercado financeiro e de ter apresentado resultados robustos na modelagem efetuada.
  - Nível de confiança: O nível de confiança adotado foi de 99%, tendo em vista que o mesmo é amplamente utilizado em modelos financeiros de avaliação de capital e, atualmente, é adotado com sucesso pelo Banco Central do Brasil na sua regulação das instituições financeiras no Brasil.

---

<sup>24</sup> A matriz de fatores é definida na seção 6.1.

- Horizonte de Tempo: Foi utilizado um horizonte de tempo de três meses para a determinação dos fatores, em detrimento à proposta original de um horizonte de tempo de um ano. As razões para esta opção podem ser encontradas nas atas das reuniões do Grupo Técnico definido para tratar da componente de risco de mercado do capital de risco, composto por representantes da SUSEP e do Mercado. As atas podem ser encontradas no sítio de internet da Susep, no caminho INFORMAÇÕES AO MERCADO >> Solvência >> Capital Mínimo Requerido >> Grupo Técnico de Risco de Mercado.
  
- Fontes de volatilidade relevantes para o mercado segurador: Após estudo e análise do projeto Solvência II e do modelo adotado pelo Banco Central do Brasil (que adota as propostas de Basileia), foram considerados os seguintes fatores de risco:
  - Fluxos com taxas Pré-Fixadas;
  - Fluxos com taxas Pós-Fixadas:
    - Cupom Cambial;
    - Cupom de Índice;
    - Cupom de Taxa de Juros;
  - Ações;
  - Câmbio; e
  - Commodities.
  
- Agrupamento dos diversos fluxos de valores das sociedades supervisionadas : Devido à impossibilidade de serem contempladas em um modelo padrão todas as curvas de juros e moedas estrangeiras utilizadas por todas as sociedades supervisionadas, os agrupamentos listados a seguir serão efetuados para o cálculo do capital. Entretanto, cabe ressaltar que, para a determinação dos valores presentes dos fluxos, serão utilizadas as curvas de juros específicas de cada fluxo. Somente num segundo passo é que os valores presentes serão agrupados conforme abaixo, para aplicação na fórmula padrão de cálculo do capital, que considerará fatores definidos para estes mesmos agrupamentos.
  - Valores Pré-Fixados: Para fluxos de caixa em valores nominais, será utilizada a estrutura a termo de taxa de juros livre de risco pré-fixada, também chamada de curva de taxa “pré”.
  - Valores Pós-Fixados (cupom de índices): Serão utilizadas as curvas de cupom de IPCA e IGPM, sendo os demais fluxos agrupados conjuntamente com os valores atrelados ao IPCA ou IGPM, obedecendo a seguinte relação:

Indexador	Cupom de Curva de Juros
IGPM	IGPM
IGPDI	IGPM
IPCA	IPCA

Indexador	Cupom de Curva de Juros
IPC	IPCA
INPC	IPCA

**Tabela 5: Indexadores x Cupom de Curva de Juros**

- Valores Pós-Fixados (cupom de taxas de juros): Utilização da curva de cupom de Taxa Referencial (TR), sendo os demais fluxos agrupados conjuntamente com os valores atrelados à TR.  
Observa-se que os fluxos de caixa dos ativos financeiros que apresentem rentabilidade atrelada a um percentual da taxa DI ou Selic e cuja rentabilidade contratada difere da praticada pelo mercado, deverão ser utilizados pela sociedade supervisionada para apuração das exposições líquidas correspondente ao fator de risco de taxas de juros prefixadas. Isso ocorre, pois os títulos vendidos com ágio ou deságio em relação ao percentual de DI previamente contrato passam a ter uma exposição a tal risco;
- Valores Pós-Fixados (cupom de moedas estrangeiras): Tendo em vista que a maioria dos contratos é referenciada ao dólar americano, utiliza-se a curva de cupom cambial (US\$), sendo os demais fluxos agrupados conjuntamente com os valores atrelados ao dólar;
- Moeda Estrangeira: Tendo em vista que a maioria dos contratos é referenciada ao dólar americano, utiliza-se a cotação do dólar americano, sendo os demais ativos e passivos em moeda estrangeira agrupados conjuntamente com o dólar.
- Manual Metodológico para o cálculo do capital referente ao risco de mercado: Para a devida padronização, transparência e verificação das informações enviadas pelos entes supervisionados, estes deverão elaborar um manual de metodologias e premissas adotadas para a determinação dos seus fluxos de direitos e obrigações. Este manual será considerado como base técnica para o preenchimento de envio das informações pelos entes supervisionados. Ele deverá contemplar todas as informações relevantes para a determinação dos fluxos oriundos dos ativos financeiros, de cumprimentos de contratos e de demais ativos e passivos, bem como considerações para a valoração dos mesmos, critérios para inclusões e exclusões de ativos e passivos, taxas de juros utilizadas, periodicidade de envio das informações e demais informações relevantes.

O prazo de elaboração da primeira versão do manual metodológico deverá coincidir com o primeiro envio de informações através dos quadros de fluxos estabelecidos no FIP (ver seção 4.7), e deverão ser elaboradas novas versões quando alterações forem realizadas na metodologia adotada.

- Instrumentos utilizados para o estudo das volatilidades que serão utilizadas na calibragem dos fatores: Para a determinação das volatilidades e correlações utilizadas

no cálculo dos fatores do modelo padrão, foram utilizadas as séries de retornos logarítmicos mensais dos seguintes instrumentos:

- Valores Pré-Fixados: Tendo em vista sua grande adoção por diversas empresas no mercado segurador, foi utilizada a estrutura a termo das taxas de juros pré-fixadas estimada mensalmente pela SUSEP;
- Valores Pós-Fixados: Tendo em vista sua grande adoção por diversas empresas no mercado segurador, foram utilizadas as estruturas a termo das taxas de juros do cupom de IGPM, cupom de IPCA, cupom de TR e cupom cambial (dólar) estimadas mensalmente pela SUSEP;
- Ações: Considerando ser o principal índice de ações do mercado brasileiro, foi utilizado o Ibovespa para a determinação do fator de ações;
- Commodities: Através do monitoramento dos ativos executado mensalmente pela SUSEP, observa-se que atualmente os entes não possuem grandes somas investidas diretamente em commodities. Os investimentos que são afetados por este fator de risco são, em sua maioria, os fundos de investimentos multimercados. Por esse motivo foi utilizado, para a determinação do fator de commodity, o Índice de Commodities Brasil (ICB), que é um índice sólido e confiável baseado nas negociações dos contratos de derivativos (que são geralmente utilizados nos fundos multimercados) na Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F);
- Câmbio: Tendo em vista que a maioria dos contratos negociados é referenciada à moeda americana, utilizamos a cotação do dólar americano registrado na transação PTAX800 (SISBACEN).

Como foi destacado acima, as estruturas a termo das taxas de juros utilizadas são elaboradas e divulgadas pela SUSEP em seu site, e seguem o modelo de Franklin *et al.* (2011) (acessível em <http://www.susep.gov.br/setores-susep/cgsoa/coris/dicem/modelo-de-interpolacao-e-extrapolacao-da-ettj> ).

- Vértices Padrões: Para padronizar os fluxos de todos os entes do mercado segurador, serão utilizados vértices (maturidades) padrões, assim os seguintes prazos serão adotados:

Prazo	Estrutura a termo das taxas de juros		
	Cupom de IGPM, IPCA e TR	Prefixados	Cupom de moeda
1 mês (21 dias úteis)		X	X
3 meses (63 dias úteis)	X	X	X
6 meses (126 dias úteis)	X	X	X
1 ano (252 dias úteis)	X	X	X
1,5 ano (378 dias úteis)	X	X	X
2 anos (504 dias úteis)	X	X	X
2, 5 anos (630 dias úteis)	X	X	X
3 anos (756 dias úteis)	X	X	X
4 anos (1008 dias úteis)	X	X	X
5 anos (1260 dias úteis)	X	X	X
10 anos (2520 dias úteis)	X	X	X
15 anos (3780 dias úteis)	X	X	
20 anos (5040 dias úteis)	X		
25 anos (6300 dias úteis)	X		
30 anos (7560 dias úteis)	X		
35 anos (8820 dias úteis)	X		
40 anos (10080 dias úteis)	X		
45 anos (11340 dias úteis)	X		
50 anos (12600 dias úteis)	X		

**Tabela 6: Vértices padrões para o risco de taxa de juros**

Os vértices foram definidos em função da informação disponível para os dados dos diferentes fatores de risco utilizados. A alocação dos fluxos em vértices padrões para os riscos de taxas de juros será efetuada pela SUSEP após o recebimento dos quadros, utilizando as informações apresentadas pelos entes. O procedimento de alocação nos vértices foi melhor detalhado na seção 6.3.

Destaca-se que, para os casos em que a data do fluxo não pode ser determinada a priori, ou caso a sua realização dependa de cláusulas contratuais específicas, o prazo deverá ser estimado considerando critérios e procedimentos consistentes e passíveis de verificação.

- Intervalo Temporal dos Fluxos: Foi definido que o intervalo temporal máximo do fluxo de passivos será anual, alinhado com a orientação do TAP. Desta forma, os valores calculados para cada ano deverão ser alocados nos prazos (em dias úteis) correspondentes à metade de cada ano.

Os entes supervisionados poderão adotar intervalos menores, tais como, trimestral, mensal (neste caso será considerado o prazo correspondente à metade do mês) ou diário. Esta definição não se aplica aos ativos financeiros, pois os mesmos possuem datas fixas determinadas ou estimadas de recebimento.

- Marcação na Curva: Serão considerados também os ativos financeiros que foram marcados como mantidos até o vencimento (marcados na curva), pois, no modelo padrão adotado, deverão ser considerados os riscos de descasamento. Destaca-se que a não utilização destes ativos geraria um descasamento natural, pois será considerado o valor atual realista de todas as obrigações. Este procedimento já é adotado para a análise dos ativos garantidores, estando em linha com o projeto Solvência II.

Envio das informações: As sociedades supervisionadas deverão disponibilizar trimestralmente as informações de seus fluxos de ativos e passivos, referentes ao último dia útil de cada trimestre, através dos quadros de fluxos de caixa para risco de mercado estabelecidos no FIP. Contudo, será facultado aos entes o envio mensal das informações. No caso do envio trimestral, serão utilizadas como datas-bases os últimos dias úteis dos meses de março, junho, setembro e dezembro (sendo o envio das informações realizado junto com os demais quadros do FIP Estatístico). Este procedimento será semelhante ao atualmente adotado pelo Banco Central do Brasil que utiliza o Demonstrativo de Risco de Mercado (DRM), onde as instituições financeiras preenchem todas as informações referentes aos fatores de risco, posições, vértices e valores. A partir dessas informações, com base no modelo descrito, será calculado o capital de risco baseado no risco de mercado. Embora, o período de envio dos dados seja trimestral, ao longo do período inicial de implementação que vai até a data-base de dezembro/2016 o envio ocorrerá semestralmente, nas datas-bases de junho e dezembro.

- Recuperação pós-oscilações excepcionais: Em linha com o que destaca o projeto Solvência II (vide CEIOPS, 2010c), a Resolução CNSP nº 316/14 prevê, no § 3º de seu artigo 9º, a possibilidade de flexibilização do prazo da recuperação da solvência dos entes supervisionados em períodos pós-oscilações excepcionais dos mercados financeiros. Tal medida visa a evitar que a atuação rígida do supervisor, no curto prazo, crie uma situação pró-cíclica onde os supervisionados tomem medidas não sadias para a recuperação da sua situação de solvência.

#### **4.5. Considerações acerca dos fluxos de direitos e obrigações**

Uma das principais etapas para a determinação correta do requerimento de capital baseado no risco de mercado é a identificação de todos os fluxos de direitos e obrigações que a sociedade supervisionada possua em determinada data-base. Desta forma para facilitar a identificação destes fluxos foram criados três grandes grupos, que são:

- Fluxos de ativos financeiros;
- Fluxos oriundos de direitos e obrigações relacionados a contratos de seguros; e
- Fluxos dos demais ativos e passivos.

Nesta seção serão tratados os principais aspectos acerca dos fluxos. Para um maior detalhamento de como deverão ser classificados e registrados os fluxos, vide o Manual de Preenchimento do FIP.



#### 4.5.1. Exclusões e definições gerais acerca dos fluxos

Diferentemente das instituições financeiras, as sociedades supervisionadas possuem ativos de grande relevância que não são negociados no mercado financeiro. São esses, por exemplo, os créditos com resseguradores e os prêmios a receber (que serão tratados na seção 4.5.3), os quais devem ser considerados no modelo. Contudo, como já fora explicitado, algumas exclusões são necessárias para o cálculo do capital devido a diferentes motivos. Apresentamos abaixo os itens que deverão ser desconsiderados:

- Itens excluídos do cálculo do PLA: Essas exclusões são evidentes, tendo em vista que não seria consistente o cálculo do risco de itens que não são considerados para cobertura do Capital Mínimo Requerido.
  - Participações Societárias<sup>25</sup>;
  - Despesas antecipadas não relacionadas a resseguros;
  - Créditos tributários decorrentes de prejuízos fiscais de imposto de renda e bases negativas de contribuição social;
  - Ativos Intangíveis;
  - Imóveis<sup>26</sup> e fundos de investimento imobiliários fechados;
  - Ativos diferidos;
  - Direitos e obrigações relativos a operações de sucursais no exterior;
  - Obras de arte;
  - Pedras preciosas; e
  - Créditos oriundos da alienação de quaisquer dos ativos acima.
- Itens imateriais: Como já fora explicado na seção de valoração econômica acima, exceto para os ativos financeiros, não é necessária a valoração econômica de itens considerados imateriais, de acordo com a definição de materialidade proposta.
- Direitos e obrigações relacionados a planos que não oferecem garantia de benefícios (planos de contribuição variável ou contribuição definida), ainda em fase de diferimento: Como será explicado adiante, tal diferenciação é necessária, pois, desconsiderando eventuais garantias contratuais, o risco de mercado ao longo do período de diferimento de planos de contribuição variável ou contribuição definida é

---

<sup>25</sup> Embora os investimentos em participações societárias tenham sido excluídos do modelo, entendemos que existe risco (não somente de mercado, mas também de crédito, operacional e outros) para o ente somente nos casos da redução do patrimônio líquido da investida (podendo este ser negativo), o que poderia resultar em um dispêndio de recursos por parte do ente que possua tal investimento. Contudo, acreditamos que o melhor tratamento a ser dado para as participações será feito quando considerarmos estas empresas no âmbito da supervisão dos grupos, onde todos os seus riscos poderão ser devidamente avaliados, assim como já é feito pelo Banco Central do Brasil para as instituições financeiras.

<sup>26</sup> Embora somente sejam excluídos do cálculo do PLA imóveis urbanos e fundos de investimentos imobiliários com lastros em imóveis urbanos (considerando reavaliações, redução ao valor recuperável e depreciação) que excedam 14% do ativo total ajustado e imóveis rurais e fundos de investimentos imobiliários com lastro em imóveis rurais (considerando reavaliações, redução ao valor recuperável e depreciação), neste relatório a SUSEP optou por excluir todos os investimentos em imóveis. Sendo assim, neste primeiro momento não será adicionado ao cálculo do capital de risco de mercado o valor do risco oriundos das oscilações do mercado imobiliário.

do participante (ou segurado) e não da seguradora ou EAPC. Maiores detalhes vide seções 4.5.2 e 4.5.3.

#### 4.5.2. Fluxos de ativos financeiros

Primeiramente destacamos que, assim como os demais ativos, os ativos financeiros (aqueles ativos que são definidos no item 11 do CPC 39) serão considerados com seus valores justos (de mercado), mesmo que para fins contábeis tais créditos sejam classificados como “mantidos até o vencimento” e mensurados pelo custo amortizado.

Serão considerados neste grupo todos os fluxos de caixa de ativos financeiros garantidores e livres que o ente supervisionado possua na data-base. Destacamos abaixo alguns aspectos deste grupo:

- 1) Reinvestimento: Somente deverão ser apresentados os fluxos de ativos que o ente possua na data-base, desconsiderando-se expectativas de reinvestimentos.
- 2) Caixa, banco e equivalentes: Caso estas disponibilidades sejam em moeda estrangeira, estão sujeitas ao risco cambial e, por isso, devem ser consideradas no fator de risco de moeda estrangeira. As demais, que não possuem qualquer remuneração, devem ser consideradas no prazo de 1 dia útil, e sua exposição ao risco de mercado será equivalente à de um título prefixado com 0%.
- 3) Aplicações no Mercado Aberto: Qualquer aplicação que possua uma rentabilidade estabelecida e seja sensível a variações do mercado deve ser considerada. Desta forma, seu valor deve ser considerado em um ou mais fatores de risco de mercado específicos, quais sejam: taxa de juros pré-fixada, taxa de juros pós-fixada (cupom de índice, cupom de taxa de juros, cupom cambial), ações, commodities e câmbio.
- 4) Aplicações:
  - a. Títulos de Renda Fixa:
    - i. Com rentabilidade atrelada a um percentual da taxa DI ou Selic: Os títulos que apresentem rentabilidade atrelada a um percentual da taxa DI ou Selic, e cuja rentabilidade contratada difere da praticada pelo mercado, deverão ter seus fluxos associados aos vértices (vencimentos) estabelecidos para o fator de risco de taxas de juros prefixadas, na proporção da diferença observada entre a rentabilidade contratada e a rentabilidade praticada pelo mercado para o título.
    - ii. Demais títulos: Seus fluxos deverão ser associados aos vértices (vencimentos) estabelecidos para os diferentes fatores de risco associados a taxas de juros (pré-fixada denominada em real, cupom de índice, cupom de taxa de juros e cupom cambial).

b. Títulos de Renda Variável:

- i. Ações: As ações estão sujeitas ao risco de flutuação do mercado de capitais e, dessa forma, serão consideradas em uma parcela própria na mensuração do requerimento regulatório de capital baseado no risco de mercado.
- ii. Derivativos: Os derivativos terão suas posições compradas e vendidas apuradas separadamente, respeitando os seguintes critérios:
  1. Contratos Futuros: O procedimento será o mesmo adotado para os títulos, sendo o seu valor de resgate associado ao fator de risco do contrato e o seu fluxo determinado pela data de vencimento.
  2. Swaps: Serão tratados como a composição de dois ou mais contratos, sendo somente diferenciados quanto à posição vendida ou comprada.
  3. Opções: Os valores assumidos nos fluxos das diferentes opções serão definidos através da multiplicação do delta da opção pelo tamanho do contrato e pelo valor de mercado do ativo objeto (ações, moedas etc.).

c. Quotas de Fundos de Investimento:

- i. FIEs: Os fundos de investimentos especialmente constituídos (FIEs) deverão ter tratamentos diferenciados para aqueles de planos que já garantam o benefício na fase de diferimento (planos de benefício definido) e para aqueles em que não há garantia de benefícios (planos de contribuição variável ou contribuição definida). Tal diferenciação é necessária, pois, desconsiderando eventuais garantias contratuais, o risco de mercado ao longo do período de diferimento de planos de contribuição variável ou contribuição definida é do participante (ou segurado) e não da seguradora ou EAPC (Mourik, 2003).

Diante do exposto, os entes deverão adotar, para a os FIEs referentes a planos de benefício definido, o mesmo tratamento adotado para os demais fundos de investimentos. Contudo, para os FIEs relativos a planos de contribuição variável ou contribuição definida, seguindo metodologia clara e passível de verificação pela SUSEP, deverão segregar os ativos entre a parcela de benefícios concedidos e a parcela de benefícios a conceder, que e terão os seguintes tratamentos:

1. A parcela referente aos benefícios concedidos deverá ter tratamento idêntico àquele apresentado para os demais fundos de investimentos (não FIEs);
2. A parcela referente aos benefícios a conceder deverá ter o valor marcado a mercado de suas cotas registrado no prazo de 1 dia útil, não sendo feita a decomposição dos ativos que compõem as cotas do fundo.

Vale destacar que, neste item, somente tratamos os FIEs referentes aos planos de previdência (ou seguro de vida com cobertura por sobrevivência) e não os demais FIEs que recebem recursos de provisões diversas.

ii. Demais Fundos: Tendo em vista que os ativos que compõem os fundos de investimentos estão sujeitos às variações do mercado, logo estes devem ser considerados no cálculo do capital de risco baseado no risco de mercado. Por isso, foi definido que os seguintes tratamentos serão considerados:

1. Alocação dos Fluxos dos Ativos que compõem o Fundo individualmente: Os ativos que compõem o fundo deverão ser tratados separadamente e seus fluxos determinados como se fossem ativos do próprio ente (respeitando a proporção das quotas que este possua).
2. Alocação de 100% no Fator de risco de Fundos com Composição Desconhecida, com tratamento similar ao de ações: Para os casos em que não for possível adotar o tratamento descrito acima, o valor de mercado das quotas pertencentes ao ente deverá ser aplicado integralmente no fator de risco de ação no cálculo do capital de risco baseado no risco de mercado.

Tal racional também se aplica para fundos que investem em cotas de outros fundos, maiores detalhes vide manual de preenchimento do FIP.

- d. Aplicações no Exterior: As aplicações no exterior (ex.: time deposits), além de serem suscetíveis aos riscos de mercado inerentes à natureza da aplicação, estão também sujeitas ao risco cambial. Isto ocorre porque, além dos ganhos e perdas financeiras da aplicação, o ente supervisionado está à mercê da flutuação do câmbio. Desta forma, o valor das aplicações no exterior deverá ser alocado em sua totalidade nos riscos destas aplicações e também alocado no fator de risco cambial.
- e. Outras Aplicações: Qualquer aplicação que possua uma rentabilidade estabelecida e seja sensível a variações do mercado deve ser considerada. Para os casos em que o vencimento da aplicação não possa ser determinado a

priori, ou caso a sua realização dependa de cláusulas contratuais específicas, os fluxos deverão ser estimados considerando critérios e procedimentos consistentes e passíveis de verificação.

Vale destacar que as operações sujeitas a mais de um fator de risco devem possuir um registro para cada um desses fatores, considerando o mesmo valor exposto. Destaca-se ainda que nesta seção tratamos aspectos mais gerais de como devem ser tratados os fluxos dos ativos financeiros, para um maior detalhamento sobre o registro dessas informações para envio à Susep, vide Manual de Preenchimento do FIP.

#### **4.5.3. Fluxos oriundos de direitos e obrigações relacionados a contratos de seguros**

Esta classe deve conter os fluxos de pagamentos e recebimentos provenientes de todas as obrigações decorrentes dos contratos e certificados dos planos de seguro, de previdência complementar aberta, de capitalização e de resseguro que o ente supervisionado possua na data-base.

Para isso, as sociedades supervisionadas devem utilizar procedimentos semelhantes aos que atualmente são elencados no capítulo II da Circular SUSEP nº 457 para a execução do teste de adequação de passivos (TAP27), no que não contrarie as disposições deste relatório. Isto garantirá a equiparação dos aspectos técnicos da determinação de valor realista das provisões técnicas às regras adotadas para o capital de risco baseado no risco de mercado.

Diante do exposto acima, a estimativa dos valores destes fluxos deve ser efetuada seguindo metodologia objetiva e consistente, utilizando premissas estatísticas e atuariais relevantes, aplicáveis, consistentes e adequadas, baseando-se em dados atualizados, informações fidedignas e considerações realistas, em consistência com as informações presentes no mercado financeiro. Este procedimento deve ser passível de verificação pela SUSEP.

Assim podemos destacar os seguintes aspectos:

- Devem ser considerados todos os fluxos que venham a surgir no cumprimento das obrigações assumidas;
- Para os riscos vigentes em cada data-base, as estimativas devem ser realizadas até o final da vigência e não devem considerar novos contratos ou novos certificados;
- Em planos de previdência na modalidade benefício definido, planos de pecúlio ou seguros de vida com cobertura vitalícia e em contratos que a supervisionada não possa se negar a renovar, as estimativas dos fluxos financeiros devem incluir contribuições, prêmios e obrigações futuros, calculados a partir de premissas técnicas verificáveis pela SUSEP.

---

<sup>27</sup> Regulamentado na Circular SUSEP 457/2012.

Considerando que nestas operações também existe o risco de oscilações financeiras, devem ser consideradas, em complemento ao enumerado na circular SUSEP nº 457, os direitos e obrigações referentes:

- Ao ramo DPEM;
- Às operações de capitalização.

Vale destacar neste relatório os seguintes aspectos dos fluxos:

- Fluxos de prêmios: Devem ser considerados os prêmios e contribuições (aquelas referentes a seguros de vida e planos de previdência de benefício definido) emitidos a receber, vencidos e a vencer:
  - Prêmios vencidos: Tendo em vista que estes valores são decorridos e pendentes de pagamentos, os fluxos de recebimento deverão ser estimados pelo ente supervisionado considerando critérios e procedimentos consistentes e passíveis de verificação pela SUSEP. Após a estimação da data de recebimento, o procedimento de determinação do valor realista será o mesmo que o adotado pelo cálculo dos Prêmios a Vencer;
  - Prêmios a vencer: O valor presente realista dos prêmios a vencer será alocado no fluxo de recebimento adotando-se premissas financeiras, estatísticas e atuariais consistentes e passíveis de verificação. O valor realista será determinado através do desconto do valor estimado pela taxa de juros aplicável.
- Operações de resseguro: Os valores estimados dos pagamentos das obrigações definidas pelos contratos deverão ser considerados brutos de resseguros. O valor recuperável de resseguro deverá ser registrado separadamente, considerando o prazo estimado de recebimento da quantia. A estimação deste prazo deverá ser feita pelo ente segurador baseado na sua experiência, utilizando premissas estatísticas e atuariais consistentes, passíveis de verificação pela SUSEP. Destaca-se que este mesmo procedimento deverá ser adotado para os repasses de prêmios referentes a resseguros.
- Salvados: Os salvados disponíveis para a venda de sociedades supervisionadas que possuam uma alta representatividade (vide conceito de materialidade na seção 4.2) sobre o ativo total do ente supervisionado também deverão ser considerados. Como existe a incerteza quanto aos valores destes bens e o prazo de venda, os fluxos deverão ser estimados pela sociedade supervisionada considerando critérios e procedimentos consistentes e passíveis de verificação.
- Tratamento de cláusulas contratuais: As operações com cláusulas contratuais específicas que não possuam valores definidos devem ter seus fluxos prováveis de valores de resgates obtidos com base em critérios consistentes e passíveis de verificação pela SUSEP. As opções embutidas em contratos de

previdência devem ser decompostas dos contratos em que se encontram implícitas e informadas separadamente com o prazo de acordo com o período estimado em dias úteis.

- Direitos e obrigações relacionados às operações de capitalização: Para as sociedades de capitalização deverão ser considerados os fluxos credores e devedores referentes ao cumprimento das obrigações contratuais. Serão considerados desta forma os seguintes fluxos operacionais:
  - Receitas obtidas com os títulos de capitalização vendidos;
  - Outras receitas diretamente relacionadas à operação de capitalização;
  - Custeio dos sorteios a realizar;
  - Pagamentos dos sorteios realizados;
  - Pagamento dos resgates;
  - Despesas administrativas até o resgate do total das provisões matemáticas e a realização e o pagamento de todos os sorteios previstos dos títulos já disponibilizados; e
  - Outras despesas diretamente relacionadas à operação de capitalização.
  
- Benefícios de planos de previdência: Os benefícios de planos de previdência (ou seguro de vida individual por sobrevivência) deverão ter tratamentos diferenciados para aqueles de planos que já garantam o benefício na fase de diferimento (planos de benefício definido) e para aqueles em que não há garantia de benefícios (planos de contribuição variável ou contribuição definida).

Para os planos de benefício definido o ente deverá:

- Estimar todos os fluxos decorrentes dos benefícios a conceder e benefícios concedidos;
- Calcular e alocar separadamente, considerando o prazo estimado em dias úteis, os valores referentes às cláusulas contratuais (opções embutidas) destes contratos.

Para os benefícios de planos de contribuição variável ou contribuição definida o ente deverá:

- Estimar somente os fluxos decorrentes dos benefícios concedidos;
- Registrar com o prazo de 1 dia útil o valor presente dos benefícios a conceder;
- Calcular e alocar separadamente, considerando o prazo estimado em dias úteis, os valores referentes às cláusulas contratuais (opções embutidas) dos contratos.

Vale destacar que as operações sujeitas a mais de um fator de risco devem possuir um registro para cada um desses fatores, considerando o mesmo valor exposto. Destaca-se ainda que,

nesta seção, tratamos aspectos mais gerais de como devem ser tratados os fluxos de obrigações contratuais, para um maior detalhamento sobre o registro dessas informações para envio à Susep, vide Manual de Preenchimento do FIP.

#### 4.5.4. Fluxos dos demais ativos e passivos

Esta classe deve conter todos os demais fluxos credores e devedores materiais (vide conceito de materialidade na seção 4.2) que o ente supervisionado possua na data-base e que não foram contemplados nas classes de fluxos de ativos financeiros e de fluxos oriundos de direitos e obrigações relacionados a contratos de seguros. Ou seja, todos os demais fluxos significativos, excluindo-se os fluxos referentes a ativos financeiros garantidores e livres e os créditos e débitos provenientes das obrigações decorrentes dos contratos e certificados dos planos de seguro, de previdência complementar aberta, de capitalização e de resseguro.

Vale ressaltar que não devem ser contemplados neste quadro os ativos excluídos enumerados na seção 4.5.1 e quaisquer despesas diferidas ou antecipadas.

Destacam-se os seguintes grupos de direitos e obrigações que também poderão ser considerados caso sejam significativos:

- Assistência Financeira a Participantes: As assistências financeiras a participantes são empréstimos concedidos pelos entes que negociam planos de previdência aos titulares desses planos, com juros pré ou pós-fixados.. Logo, estabelece-se um fluxo de recebíveis e, conseqüentemente, estes valores devem ser considerados na mensuração do requerimento de capital de risco de mercado no fator de risco de taxa de juros referente ao contrato.
- Créditos Tributários e Previdenciários:
  - Créditos oriundos de prejuízo fiscal: Não serão considerados no cálculo do requerimento de capital, tendo em vista que os mesmos não são considerados no cálculo do Patrimônio Líquido Ajustado (PLA).
  - Demais créditos: Demais créditos Tributários e Previdenciários, que sejam materiais para o ente supervisionado, deverão ser considerados, seguindo o mesmo procedimento adotado pelo projeto Solvência II. Isto é, deverão ser valorados de acordo com o valor que se espera recuperar.
- Obrigações Tributárias: Obrigações tributárias que sejam materiais para o ente supervisionado também deverão ser consideradas, seguindo o mesmo procedimento adotado pelo projeto Solvência II. Isto é, deverão ser valorados de acordo com o valor que se espera pagar.
- Depósitos Judiciais e Fiscais: Tendo em vista que estes depósitos são geralmente remunerados pela taxa referencial bancária (TR) acrescida de uma taxa pré-estabelecida, eles são sensíveis a variações do mercado e devem ser



considerados no cálculo de requerimento de capital. Como existe a incerteza quanto à recuperação desses valores e o prazo dessa recuperação, os fluxos deverão ser estimados considerando critérios e procedimentos consistentes e passíveis de verificação.

- Obrigações Judiciais: Ao passo que os depósitos judiciais, mencionados acima, apresentam créditos em situações de litígios, as obrigações judiciais representam fluxos devedores. Assim, tendo em vista a alta representatividade desses valores para algumas sociedades supervisionadas (o saldo total do mercado em dezembro de 2012 montava em aproximadamente R\$ 9,4 bilhões), os fluxos destes pagamentos deverão ser estimados considerando critérios e procedimentos consistentes e passíveis de verificação. Nos casos em que não haja correção monetária definida, deve ser considerado como fator de risco de cupom de IGP-M. Se houver correção, considerar o fator de risco correspondente, desde que se possa comprovar tal procedimento, baseando-se, por exemplo, em decisões jurídicas ou norma específica.
- Empréstimos e Financiamentos: Os empréstimos e financiamentos representam um fluxo de pagamento de valores pré-fixados e, conseqüentemente, estes valores devem ser considerados na mensuração do requerimento de capital de risco de mercado no fator de risco de taxa de juros pré-fixada.
- Demais Títulos e Créditos a Receber ou a Pagar: Demais títulos e créditos a receber ou a pagar, que possuam alta representatividade no ativo total do ente supervisionado (vide conceito de materialidade na seção 4.2), também deverão ser considerados.

Vale destacar que as operações sujeitas a mais de um fator de risco devem possuir um registro para cada um desses fatores, considerando o mesmo valor exposto. Destaca-se ainda que nesta seção tratamos aspectos mais gerais de como devem ser tratados os fluxos dos demais direitos e obrigações, para um maior detalhamento sobre o registro dessas informações para envio à Susep, vide Manual de Preenchimento do FIP.

#### **4.6. Tratamento dos excedentes financeiros**

Parte dos Planos Tradicionais de Previdência possui garantias mínimas de rentabilidade e cláusulas de distribuição de excedente financeiro. Este excedente é acumulado na Provisão de Excedentes Financeiros (PEF) e pode ser revertido periodicamente para a Provisão de Benefícios a Conceder (PMBAC) ou permanecer lá até a entrada em gozo de benefício, resgate ou portabilidade do plano. Em ambos os casos, enquanto a PEF ainda não tiver sido revertida, ela poderá ser reduzida nos períodos em que as rentabilidades dos ativos fiquem abaixo da garantia, o que faz com que o estoque de PEF funcione como uma espécie de hedge para

oscilações adversas do ativo. Evidentemente, nos planos em que a reversão da PEF ocorre apenas na entrada em gozo de benefício, resgate ou portabilidade esta proteção será maior.

É importante esclarecer que, embora a PEF acumule valores que podem um dia ser revertidos para o participante, não há nenhuma garantia sobre eles. Logo, se esse montante for perdido a companhia não precisará cobri-lo, e por isso o risco medido para esses produtos deve ser reduzido pelo estoque de PEF acumulado. Mais precisamente, considerando premissas realistas, reduz-se o VaR do valor de mercado da parcela do excedente financeiro que poderia ser revertida para o participante.<sup>28</sup>

Para identificar esse montante, as empresas deverão realizar estudos para apontar grupos de planos e ativos financeiros, e, para cada grupo, o valor de mercado dos excedentes financeiros ainda não revertidos para o participante, o percentual de reversão desses excedentes e o percentual de valores a serem retirados por participantes no horizonte de um ano. Adicionalmente as empresas deverão reportar estas informações em um quadro contendo o detalhamento dos saldos de excedentes a ser criado.

Os procedimentos descritos no parágrafo anterior serão detalhados e justificados a seguir.

Por fim, cabe ainda destacar o aspecto facultativo da identificação deste montante redutor, podendo a sociedade supervisionada optar por não realizar os procedimentos para sua identificação, não usufruindo assim da respectiva redução do capital.

#### **4.6.1. Definição de Grupos de planos e ativos financeiros que lastreiam os mesmos**

Diferentemente do que foi definido para os produtos do tipo P/VGBLs, no passado não havia definição de regras mínimas em lei específica para a reversão de excedentes. Em alguns casos, as empresas definiram regras que eram válidas para um plano específico e, em outros casos, essas regras valiam para um grupo de planos com características semelhantes.

Ao adotar a segunda hipótese, as empresas criaram gerencialmente grupos de planos que são lastreados por um mesmo grupo de ativos financeiros. Para a definição destes grupos, são utilizados critérios tais como indexadores, perfis de participantes, tábuas biométricas entre outros.

Diante disso, serão utilizados estes mesmos grupamentos para a definição dos montantes que poderão ser deduzidos do capital referente ao risco de mercado, desde que a empresa possa comprovar tais grupamentos através de estudos técnicos e estrutura interna de gerenciamento destas divisões. Estas evidências devem ser mantidas de tal forma que possam ser verificadas e comprovadas.

---

<sup>28</sup> Considera-se para isso o valor da PEF caso os ativos do plano estejam marcados a mercado. Para maiores detalhes acerca do assunto recomenda-se a leitura do relatório “Tratamento de Planos Tradicionais com Garantias e Reversão de Excedentes no Ato da Concessão de Renda” disponibilizado no link: <http://www.susep.gov.br/setores-susep/cgsoa/coris/dicem/grupo-tecnico-de-risco-de-mercado>

#### **4.6.2. Valor de Mercado dos excedentes do participante ainda não revertidos**

Deverão ser considerados os valores a mercado dos excedentes, independente do valor contabilmente registrado. Este excedente corresponderá ao valor da PEF dos planos acrescido da diferença entre o valor de mercado e o valor contábil dos ativos. Ou seja, será a PEF acrescida da mais valia dos ativos referentes a estes planos. Desta forma, as empresas deverão informar o valor da PEF e o valor contábil dos ativos que correspondem aos grupamentos de planos definidos.

Para fins deste relatório, considera-se que a PEF contém apenas valores de excedentes financeiros a que o participante tem direito, mas ainda não foram revertidos. Empresas que eventualmente adotem a prática de registrar na PEF valores já revertidos não poderão utilizar a faculdade de abater do requerimento de capital parte dessa provisão.

Se fossem utilizados os valores dos excedentes considerando os valores dos ativos marcados na curva, haveria uma distorção. Isso ocorreria pois o VaR calculado com valores a mercado estaria sendo comparado com o valor de excedentes na curva e isso poderia gerar um “colchão” não realista que não poderia ser utilizado caso a empresa tivesse que liquidar a posição na ocorrência de saída de participantes (resgate, cancelamento ou entrada em benefício).

#### **4.6.3. Percentual de reversão de excedentes**

O tamanho do impacto de oscilações financeiras em planos com excedentes financeiros será proporcional ao percentual de reversão desses excedentes. Por exemplo, caso o plano preveja a reversão de 100% dos excedentes para os participantes, uma perda que resulte na eliminação total desse excedente (sem ultrapassá-lo) não implica em perda para a empresa. Contudo, caso o percentual de reversão seja inferior a 100%, a empresa poderá incorrer em perdas respeitando o percentual de sua participação. Desta forma, as empresas deverão informar os percentuais de reversão de cada grupo que for definido.

Para os grupamentos que contiverem planos com percentuais de reversão distintos, deverá ser adotado o menor percentual.

#### **4.6.4. Percentual de valores a serem deduzidos no horizonte de três meses**

Considerando o fato de que o capital a ser calculado deve ser suficiente para resguardar as empresas ao longo do horizonte de três meses, temos que considerar as saídas estimadas ao longo desse período. Isso é necessário, pois os montantes resgatados ou revertidos para benefícios ao longo dos três meses não poderão ser utilizados mais como proteção em caso de oscilações financeiras, após o respectivo resgate ou reversão.

Por exemplo, imaginemos que exista um determinado participante que tenha acumulado um milhão de reais em excedentes no plano, e que é previsto que ele entre em gozo de benefício no próximo dia. Não podemos considerar todo o montante (R\$ 1 milhão) para hedge do plano para o prazo de três meses, pois, caso um evento desfavorável ocorra, a partir do segundo dia o valor não existirá mais.

Diante do exposto, as empresas deverão informar o percentual dos valores dos excedentes que, segundo sua expectativa, serão resgatados ou revertidos para os participantes no horizonte de três meses. Como premissa facilitadora, será considerado no modelo proposto que os resgates serão feitos seguindo uma distribuição uniforme, de modo que, em média, esse percentual será resgatado no horizonte de um mês e meio.

#### 4.7. Quadros de fluxos para o risco de mercado

A implementação no FIP dos quadros de fluxos para mensuração do capital de risco de mercado é um ponto fundamental na determinação do nível ideal de capital para cada empresa. Por este motivo, para maior facilidade, transparência e controle serão criados três quadros para o registro dos fluxos das entidades supervisionadas:

- Quadro de fluxos de ativos financeiros: Deve conter todos os fluxos de caixa de ativos financeiros garantidores e livres (de acordo com o item 11 do CPC 39) que o ente supervisionado possua na data-base.
- Quadro de fluxos de direitos e obrigações relacionados a contratos de seguros: Deve conter os fluxos de pagamentos e recebimentos provenientes de todas as obrigações decorrentes dos contratos e certificados dos planos de seguro, de previdência complementar aberta, de capitalização e de resseguro que o ente supervisionado possua na data-base.
- Quadro de fluxos dos demais ativos e passivos: Deve conter todos os demais fluxos credores e devedores materiais que o ente supervisionado possua na data-base, que não foram contemplados nos quadros de fluxos de ativos financeiros e de direitos e obrigações relacionados a contratos de seguros. Ou seja, todos os demais fluxos, excluindo-se os fluxos referentes a ativos financeiros garantidores e livres e os créditos e débitos provenientes das obrigações decorrentes dos contratos e certificados dos planos de seguro, de previdência complementar aberta, de capitalização e de resseguro.

Além destes, o FIP contará com mais dois quadros, destinados a permitir a validação dos fluxos de caixa informados e o tratamento de excedentes financeiros:

- Saldos de excedentes: Deve conter o detalhamento dos saldos de excedentes financeiros referentes aos grupos de planos para os quais a empresa opte por apurar separadamente o Capital de Risco Baseado no Risco de Mercado.
- Quadro de detalhamento dos códigos de ramos e planos: Deve conter o detalhamento dos códigos utilizados nos demais quadros utilizados para o cálculo do requerimento de capital referente ao risco de mercado, para definir os grupamentos utilizados pela empresa.

#### 5. Modelo padrão proposto pela SUSEP – Bases de dados consideradas

Na seção 4.4 foram identificadas e apresentadas as principais fontes de volatilidade oriundas dos mercados financeiros, que se traduzem nos fatores de risco a serem considerados no modelo padrão proposto. Ainda, para cada fator de risco considerado são definidos vértices padrões, onde são alocados os fluxos de caixa para aplicação dos fatores calibrados do modelo. Para a calibragem dos fatores, são consideradas as séries históricas dos instrumentos já descritos na seção 4.4, estas ligadas aos fatores de risco identificados. A seguir, rerepresentamos os fatores de risco e fazemos algumas observações a respeito das séries históricas a serem consideradas na calibragem dos fatores do modelo padrão.

### 5.1. Fatores de risco e séries históricas

Diante do exposto acima os fatores de risco identificados foram:

- Fluxos de direitos e obrigações com taxas Pré-Fixadas;
- Fluxos de direitos e obrigações com taxas Pós-Fixadas:
  - Cupom de Índice;
  - Cupom de Taxa de Juros;
  - Cupom Cambial;
- Investimentos em ações;
- Indexações em moedas estrangeiras de contratos e investimentos; e
- Aplicações em commodities (comum em fundos multimercados).

Desta forma, para a determinação das volatilidades e correlações utilizadas no cálculo dos fatores do modelo padrão, foram utilizadas as séries mensais (fim de mês) dos seguintes instrumentos:

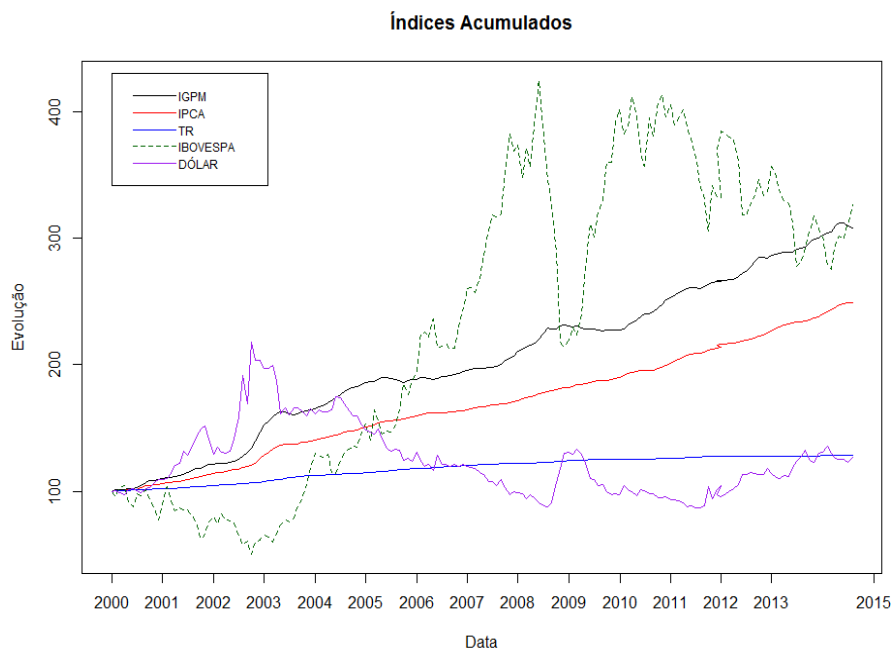
- Valores Pré-Fixados: Tendo em vista sua adoção pela maior parte das empresas do mercado segurador, foi utilizada a estrutura a termo das taxas de juros pré-fixadas estimada mensalmente pela SUSEP para o período entre janeiro de 2006 e julho de 2014;
- Valores Pós-Fixados (Índices e Cupons de Índices): Considerando serem os principais índices utilizados no nosso mercado segurador para os fluxos indexados, foram utilizadas para determinar os fatores relativos aos valores pós-fixados as séries históricas do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) e do Índice Geral de Preços - Mercado (IGPM), no período entre janeiro de 2000 e julho de 2014. Adicionalmente, tendo em vista sua adoção pela maior parte das empresas no mercado segurador, foram utilizadas as estruturas a termo das taxas de juros do

cupom de IGPM e cupom de IPCA estimadas mensalmente pela SUSEP. A primeira série iniciando em janeiro de 2006 e a segunda iniciando em setembro de 2003 e ambas finalizando em julho de 2014;

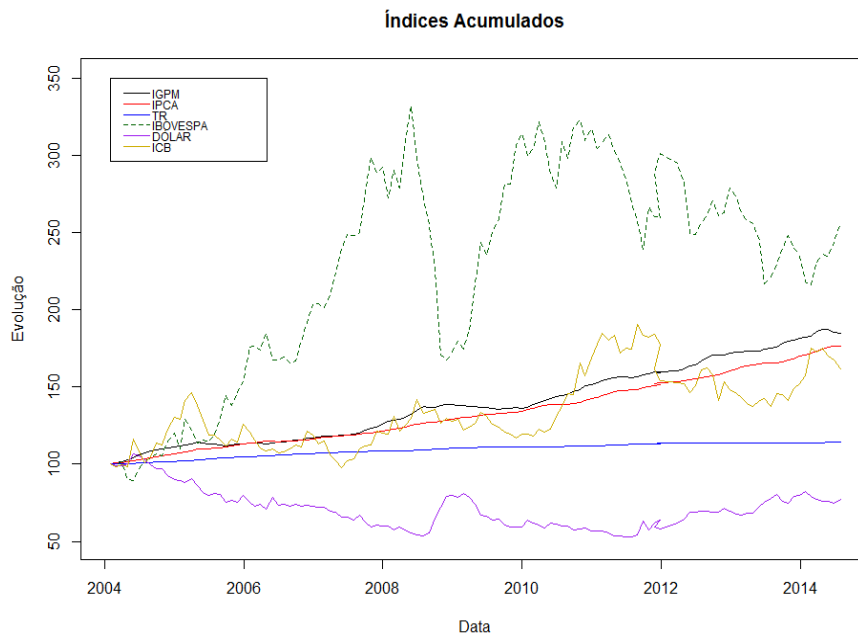
- Valores Pós-Fixados (Taxas e Cupons de Taxas): Adicionalmente, por ser a principal taxa de indexação de contratos antigos de previdência complementar e planos de capitalização, foi utilizada a série histórica da Taxa Referencial (TR) para o período que vai de janeiro de 2000 até julho de 2014. Adicionalmente, tendo em vista sua adoção pela maior parte das empresas no mercado segurador, foi utilizada a estrutura a termo das taxas de juros de cupom de TR estimada mensalmente pela SUSEP durante o período de janeiro de 2006 a julho de 2014;
- Valores Pós-Fixados (Moedas Estrangeiras e cupons cambiais): Tendo em vista que a maioria dos contratos negociados, incluindo contratos de seguro e resseguro observados em nosso mercado, é referenciada à moeda americana, foi utilizada a cotação do dólar americano registrado na transação PTAX800 (SISBACEN) entre o período de janeiro de 2000 e julho de 2014. Adicionalmente, tendo em vista sua adoção pela maior parte das empresas no mercado segurador, foi utilizada a estrutura a termo das taxas de juros de cupom cambial (dólar) estimada mensalmente pela SUSEP durante o período de janeiro de 2006 a julho de 2014;
- Investimentos em Ações: Considerando ser o principal índice de ações do mercado brasileiro, foi utilizada a série histórica do Ibovespa entre o período janeiro de 2000 e julho de 2014 para a determinação do fator relativo a ações;
- Investimentos em Commodities: Através do monitoramento dos ativos, executado mensalmente pela SUSEP, observa-se que atualmente os entes não possuem grandes somas investidas diretamente em commodities. Os investimentos que são afetados por este fator de risco são em sua maioria os fundos de investimentos multimercados. Por esse motivo foi utilizado para a determinação do fator relativo a commodities o Índice de Commodities Brasil (ICB), que é um índice sólido e confiável baseado nas negociações dos contratos de derivativos (que são geralmente utilizados nos fundos multimercados) na Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F). O período da série utilizada foi entre janeiro de 2004 (início da série) a julho de 2014;

Como já destacado, as estruturas a termo das taxas de juros utilizadas são elaboradas pela SUSEP seguindo o modelo de Franklin *et al.* (2011) e estão disponíveis no site da autarquia através do seguinte link: <http://www.susep.gov.br/setores-susep/cgsoa/coris/dicem/modelo-de-interpolacao-e-extrapolacao-da-ettj>.

Para melhor visualizar e comparar a evolução da série histórica do IPCA, IGPM, TR, dólar americano e Ibovespa, foi ilustrado no gráfico da Figura 8 abaixo o comportamento de uma aplicação inicial no valor de R\$ 100, cuja rentabilidade dependeu somente da variação dos índices durante o período que se iniciou em dezembro de 1999 até julho de 2014. Adicionalmente, por ser uma série mais recente, apresentamos outro gráfico entre o período de janeiro de 2004 e julho de 2014, seguindo o mesmo exemplo exposto acima acrescido do ICB, vide Figura 9 abaixo.



**Figura 8: Comparação da evolução da série histórica do IPCA, IGPM, TR, dólar e Ibovespa**



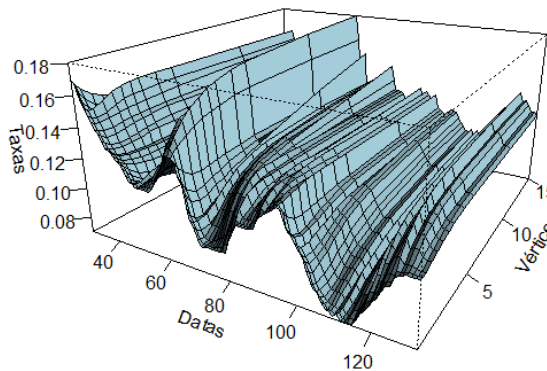
**Figura 9: Comparação da evolução da série histórica do IPCA, IGPM, TR, dólar, Ibovespa e ICB**

Considerando o conhecimento prévio das séries, como já era esperado o investimento que demonstrou um comportamento menos previsível foi o indexado ao Ibovespa, já o valor investido em TR pouco variou no período. Adicionalmente, observa-se nitidamente uma correlação forte negativa entre o Ibovespa e o dólar, fato esse já conhecido pelo mercado.

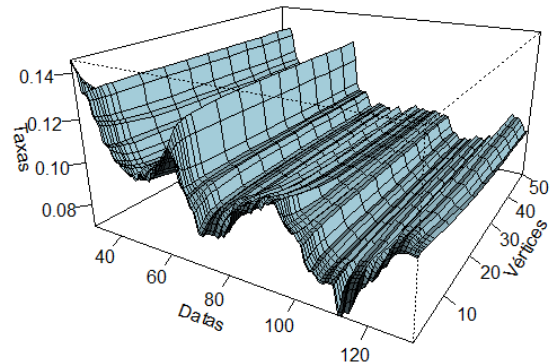
Também para estudar o comportamento das séries indicadas acima, apresentou-se, da Figura 10 até a Figura 12 a seguir, os gráficos das séries das taxas de juros para os prazos padrão estabelecidos para o modelo a ser adotado:



**Histórico ETTJ Pré**

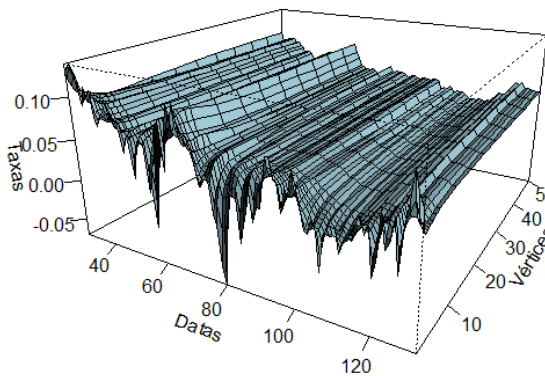


**Histórico ETTJ - Cupom de TR**

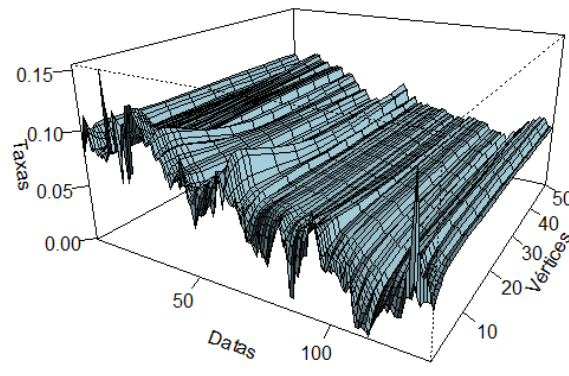


**Figura 10: Série Histórica dos Vértices padrão das Curvas Pré-fixada e de Cupom de TR**

**Histórico ETTJ - Cupom de IGPM**

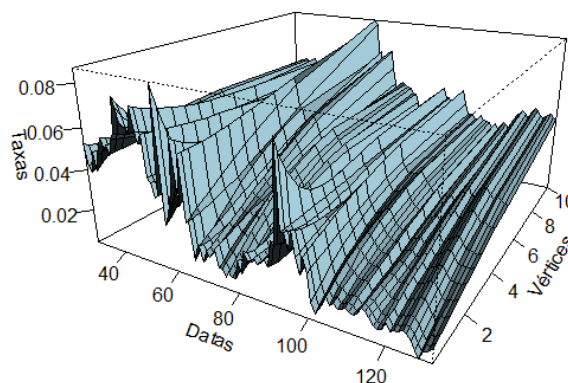


**Histórico ETTJ - Cupom de IPCA**



**Figura 11: Série Histórica dos Vértices padrão das Curvas de Cupom de IGPM e Cupom de IPCA**

**Histórico ETTJ - Cupom Cambial**



**Figura 12: Série Histórica dos Vértices padrão da Curva de Cupom Cambial**

Nas figuras indicadas acima, o instante zero foi estabelecido como setembro de 2003 para todos os gráficos. Adicionalmente, foram destacados nos gráficos os meses de abril de 2005 ( $t=20$ ), dezembro de 2006 ( $t=40$ ), agosto de 2008 ( $t=60$ ), abril de 2010 ( $t=80$ ), dezembro de

2011 (t=100) e julho de 2014 (t=142). Pode-se destacar, como fato marcante, a redução das taxas de juros no período pré-crise de 2008, seguida pela elevação abrupta para todos os prazos ao longo da crise diante da grande incerteza do cenário futuro. Nesse período, tivemos valores extremos praticados no último trimestre de 2013. Outro ponto importante a ser observado é o comportamento semelhante das curvas Pré e de Cupom de TR, fato esse justificável devido ao valor pouco significativo da TR, muitas vezes nulo. Também são muito parelhas as curvas de Cupom de IPCA e Cupom de IGPM, fato que também não é anormal, dado que ambas estão diretamente ligadas à expectativa futura de inflação (medida oficialmente pelo IPCA e extraoficialmente pelo IGP-M).

Outra análise interessante é o estudo de algumas estatísticas descritivas básicas das séries das taxas de juros, da Tabela 7 até a Tabela 11 abaixo foram indicados alguns valores representativos das séries de dados:

Vértices	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Quantil - 1%	Quantil - 99%	Excesso de Curtose
1 mês	0.10857	0.02284	0.06985	0.17042	0.06995	0.16793	-0.05844
3 meses	0.10843	0.02225	0.06968	0.16697	0.06972	0.16179	-0.13419
6 meses	0.10918	0.02178	0.06999	0.16308	0.07039	0.15699	0.20491
1 ano	0.11202	0.02110	0.07193	0.15815	0.07280	0.15542	0.20107
1,5 ano	0.11470	0.02034	0.07445	0.15903	0.07521	0.15888	-0.20536
2 anos	0.11669	0.01953	0.07692	0.16319	0.07754	0.16095	0.40101
2,5 anos	0.11811	0.01879	0.07917	0.16634	0.07962	0.16204	0.48747
3 anos	0.11913	0.01815	0.08113	0.16877	0.08144	0.16253	0.54522
4 anos	0.12044	0.01720	0.08430	0.17219	0.08440	0.16276	0.65399
5 anos	0.12122	0.01656	0.08653	0.17442	0.08681	0.16270	0.70595
10 anos	0.12276	0.01537	0.09245	0.17912	0.09308	0.16236	0.59882
15 anos	0.12331	0.01521	0.09484	0.18071	0.09556	0.16224	0.55320

**Tabela 7: Estatísticas Básicas das Taxas dos Vértices da ETTJ prefixada**

Vértices	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Quantil - 1%	Quantil - 99%	Excesso de Curtose
3 meses	0.05354	0.04075	-0.07067	0.13885	-0.04779	0.13456	0.24433
6 meses	0.05456	0.03201	-0.00982	0.13403	-0.00796	0.12795	0.13000
1 ano	0.05698	0.02611	0.00781	0.12417	0.01385	0.11445	0.09877
1,5 ano	0.05878	0.02339	0.01594	0.11257	0.01606	0.10697	0.17856
2 anos	0.05994	0.02165	0.01847	0.10520	0.02050	0.10413	0.21066
2,5 anos	0.06070	0.02043	0.02086	0.10344	0.02220	0.10243	0.23618
3 anos	0.06119	0.01952	0.02300	0.10261	0.02387	0.10188	0.26835
4 anos	0.06178	0.01825	0.02635	0.10181	0.02665	0.10010	0.31107
5 anos	0.06208	0.01739	0.02864	0.10086	0.02871	0.09900	0.34115
10 anos	0.06251	0.01556	0.03305	0.09850	0.03371	0.09577	0.40605
15 anos	0.06252	0.01508	0.03455	0.09768	0.03528	0.09488	0.42356
20 anos	0.06246	0.01493	0.03530	0.09728	0.03598	0.09694	0.40950
25 anos	0.06241	0.01489	0.03575	0.09838	0.03640	0.09698	0.06866
30 anos	0.06236	0.01488	0.03605	0.09932	0.03668	0.09681	0.05220
35 anos	0.06232	0.01489	0.03626	0.09999	0.03688	0.09670	0.03951
40 anos	0.06229	0.01490	0.03642	0.10050	0.03703	0.09661	0.35689
45 anos	0.06226	0.01491	0.03655	0.10090	0.03714	0.09654	0.34811

Vértices	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Quantil - 1%	Quantil - 99%	Excesso de Curtose
50 anos	0.06224	0.01493	0.03665	0.10121	0.03720	0.09649	0.34102

Tabela 8: Estatísticas Básicas das Taxas dos Vértices da ETTJ de Cupom de IGPM

Vértices	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Quantil - 1%	Quantil - 99%	Excesso de Curtose
3 meses	0.06440	0.03030	0.00410	0.15571	0.00424	0.13051	0.17563
6 meses	0.06403	0.02964	-0.00092	0.12646	0.00826	0.12550	-0.14967
1 ano	0.06708	0.02891	0.00611	0.12900	0.01426	0.12792	-0.09100
1,5 ano	0.06920	0.02691	0.01247	0.12675	0.01793	0.12597	-0.03241
2 anos	0.07037	0.02496	0.01658	0.12332	0.02077	0.12122	-0.04802
2,5 anos	0.07098	0.02335	0.01946	0.11960	0.02303	0.11703	-0.09162
3 anos	0.07127	0.02206	0.02166	0.11549	0.02487	0.11265	-0.11924
4 anos	0.07133	0.02015	0.02495	0.10927	0.02769	0.10682	-0.14070
5 anos	0.07108	0.01881	0.02745	0.10703	0.02978	0.10395	-0.16144
10 anos	0.06947	0.01565	0.03505	0.10017	0.03571	0.09846	-0.15437
15 anos	0.06865	0.01471	0.03850	0.10003	0.03881	0.09834	-0.17913
20 anos	0.06835	0.01452	0.03982	0.10035	0.04066	0.09835	-0.18145
25 anos	0.06830	0.01461	0.04062	0.10064	0.04138	0.09835	-0.20507
30 anos	0.06838	0.01482	0.04109	0.10086	0.04156	0.09835	-0.22844
35 anos	0.06852	0.01511	0.04107	0.10103	0.04149	0.09834	-0.52141
40 anos	0.06869	0.01545	0.04035	0.10115	0.04152	0.09901	-0.20602
45 anos	0.06887	0.01583	0.03951	0.10125	0.04128	0.10105	-0.16876
50 anos	0.06905	0.01624	0.03861	0.10471	0.04091	0.10414	-0.13105

Tabela 9: Estatísticas Básicas das Taxas dos Vértices da ETTJ de Cupom de IPCA

Vértices	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Quantil - 1%	Quantil - 99%	Excesso de Curtose
3 meses	0.09871	0.01503	0.06917	0.14579	0.06927	0.14316	0.90218
6 meses	0.09896	0.01452	0.06996	0.14370	0.07054	0.14101	0.80133
1 ano	0.09948	0.01364	0.07281	0.14022	0.07455	0.13736	0.67135
1,5 ano	0.09976	0.01301	0.07530	0.13750	0.07762	0.13444	0.60990
2 anos	0.09986	0.01256	0.07705	0.13536	0.07962	0.13330	0.58914
2,5 anos	0.09984	0.01222	0.07825	0.13364	0.08092	0.13331	-0.29537
3 anos	0.09975	0.01196	0.07909	0.13337	0.08163	0.13223	-0.31000
4 anos	0.09949	0.01159	0.08017	0.13341	0.08183	0.13020	-0.29345
5 anos	0.09919	0.01134	0.08083	0.13343	0.08195	0.12919	0.71128
10 anos	0.09811	0.01087	0.08213	0.13347	0.08218	0.12894	-0.20808
15 anos	0.09757	0.01076	0.08224	0.13348	0.08226	0.12894	-0.17194
20 anos	0.09727	0.01072	0.08226	0.13349	0.08230	0.12894	-0.15681
25 anos	0.09709	0.01071	0.08227	0.13349	0.08233	0.12900	-0.14823
30 anos	0.09696	0.01070	0.08228	0.13350	0.08234	0.12908	-0.14633
35 anos	0.09687	0.01070	0.08229	0.13350	0.08235	0.12914	-0.14591
40 anos	0.09680	0.01070	0.08229	0.13350	0.08236	0.12918	-0.14622
45 anos	0.09675	0.01070	0.08229	0.13350	0.08237	0.12921	2.11158
50 anos	0.09671	0.01070	0.08230	0.13350	0.08238	0.12924	-0.14705

**Tabela 10: Estatísticas Básicas das Taxas dos Vértices da ETTJ de Cupom de TR**

Vértices	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Quantil - 1%	Quantil - 99%	Excesso de Curtose
1 mês	0.02962	0.02099	0.00321	0.08615	0.00591	0.07770	-0.19625
3 meses	0.02973	0.01982	0.00438	0.07559	0.00688	0.07386	-0.29921
6 meses	0.03010	0.01846	0.00612	0.07225	0.00829	0.06896	-0.40516
1 ano	0.03130	0.01658	0.00951	0.06967	0.01107	0.06294	-0.39858
1,5 ano	0.03285	0.01531	0.01277	0.06776	0.01375	0.06163	-0.38795
2 anos	0.03453	0.01436	0.01535	0.06638	0.01588	0.06137	-0.38576
2,5 anos	0.03622	0.01361	0.01667	0.06539	0.01745	0.06269	-0.38407
3 anos	0.03786	0.01302	0.01805	0.06471	0.01892	0.06420	-0.38432
4 anos	0.04083	0.01217	0.02079	0.06759	0.02188	0.06388	-0.37572
5 anos	0.04332	0.01165	0.02340	0.07099	0.02462	0.06773	-0.33028
10 anos	0.04963	0.01141	0.03222	0.08722	0.03256	0.08467	0.30911

**Tabela 11: Estatísticas Básicas das Taxas dos Vértices da ETTJ de Cupom Cambial**

A mais importante conclusão que se extrai das tabelas acima é o decréscimo da volatilidade das taxas para horizontes de tempos mais extensos, tal fato era esperado, pois, quanto maior o prazo, menor é o impacto de novas notícias na definição da mesma. Em outros termos, é provável a oscilação de curto prazo em resposta a acontecimentos relevantes, notícias e ações de governo, mas não é comum que os investidores alterem suas projeções de longuíssimo prazo a cada nova informação. Um exemplo de aplicação de tal fato são os choques aplicados nas curvas de juros no capital padrão do modelo Solvência II que é decrescente de acordo com o prazo.

Para o estudo de excesso de curtose, foi utilizado o estimador do coeficiente de excesso de curtose KR3. Tal coeficiente foi apresentado por Hogg (1972, 1974) e defendido por Kim e White (2004) como alternativa ao coeficiente de excesso de curtose simples baseado nos momentos,  $K = E(X - \mu)^4 / \sigma^4 - 3$ . Tal opção foi adotada porque os autores demonstram a maior robustez desse coeficiente e, com base nos artigos apresentados, concluem que o coeficiente simples tende a superestimar a curtose de séries financeiras, especialmente quando são observados valores extremos na amostra. Desta forma, como complementou White, pode ser difícil em algumas situações interpretar altos valores de curtose, pois não se sabe se os valores altos são realmente corretos ou se foram influenciados por *outliers*.

Considerando o exposto acima, em regra geral não se verificou um excesso de curtose muito acentuado nas séries, embora o elevado nível de curtose seja um fato estilizado de séries financeiras (Tsay, 2004). Ressalta-se, contudo, que tal fato é mais comum para séries diárias (maior frequência) e que, conforme aumentam os períodos observados nas séries (mensais, anuais etc.), constata-se uma diminuição do excesso de curtose.

## 5.2. Séries de retornos

Na seção acima, foram indicadas as séries estudadas e os motivos de suas seleções, contudo destaca-se que não há interesse nas séries diretamente, mas sim nos retornos (variações)

observados tanto para os índices quanto para as taxas nos vértices escolhidos, maiores detalhes serão apresentados no capítulo 6.

Desta forma foram calculados os log-retornos<sup>29</sup> mensais dos índices através das relações:

$$r_t = \ln(I_t/I_{t-1}) \quad (28)$$

$$r_t = \ln(1 + R_t) \quad (29)$$

Onde:

$I_t$  é o valor do índice no final do mês  $t$

$R_t$  é a taxa mensal com composição discreta no final do mês  $t$

Foi utilizada a equação 29 para a série histórica da TR que já é uma taxa mensal e para as demais séries históricas dos índices a equação 28.

Também foram calculados os log-retornos das taxas para os vértices  $k$ :

$$r_{t,k} = \ln[(1 + i_{t,k})/(1 + i_{t-1,k})] \quad (30)$$

Onde:

$i_{t,k}$  é a taxa de juros anual com composição discreta (com 252 dias úteis) vigente no final do mês  $t$ , a ser incorrida no prazo de  $k$  dias úteis, onde  $k$  assume os valores da Tabela 6 para cada curva.

Como resultado, para os índices, foram obtidas as seguintes séries de retornos retratadas na Figura 13 e Figura 14 a seguir:

---

<sup>29</sup> Foram adotados os log-retornos, ao invés do retorno com capitalização discreta, devido a suas melhores propriedades matemáticas, em especial a propriedade de aditividade.

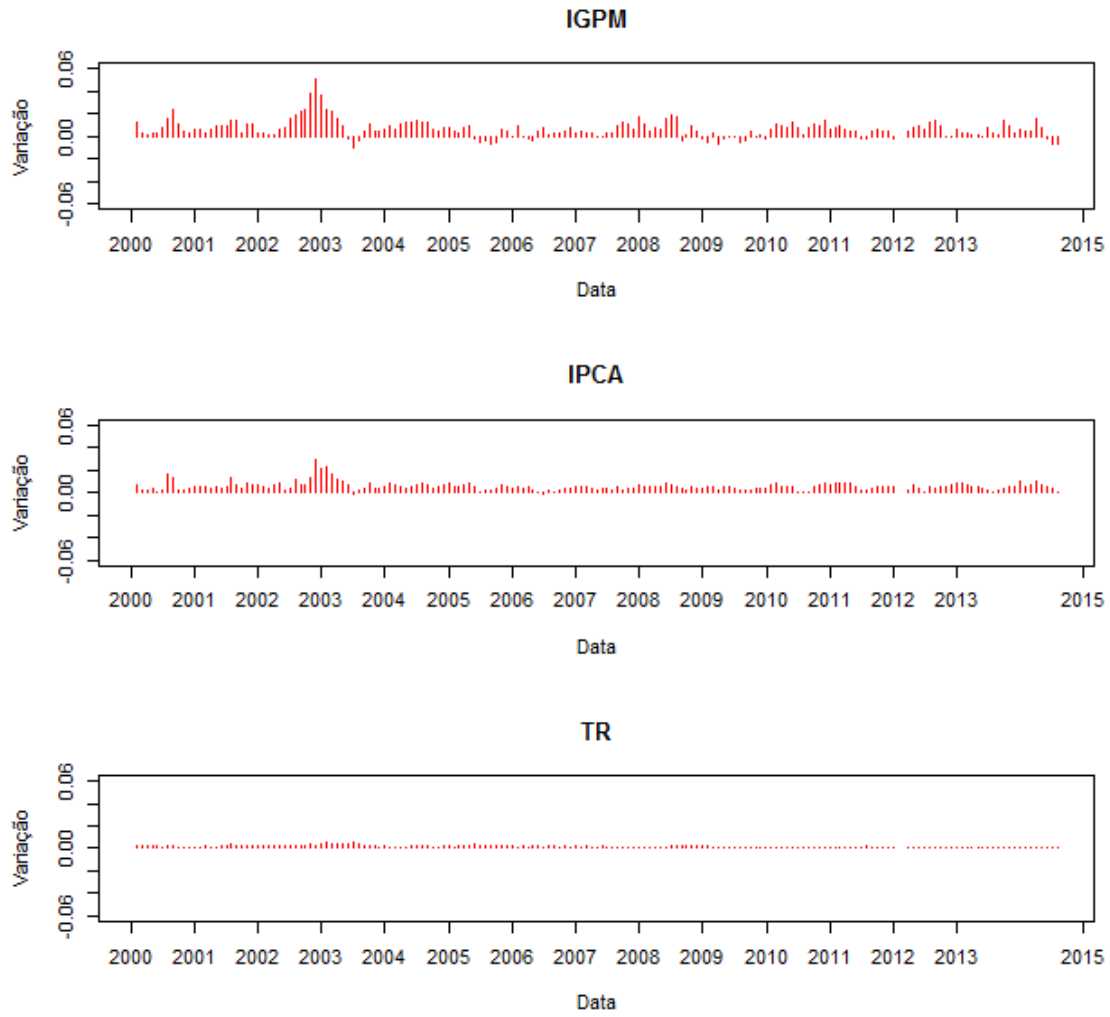
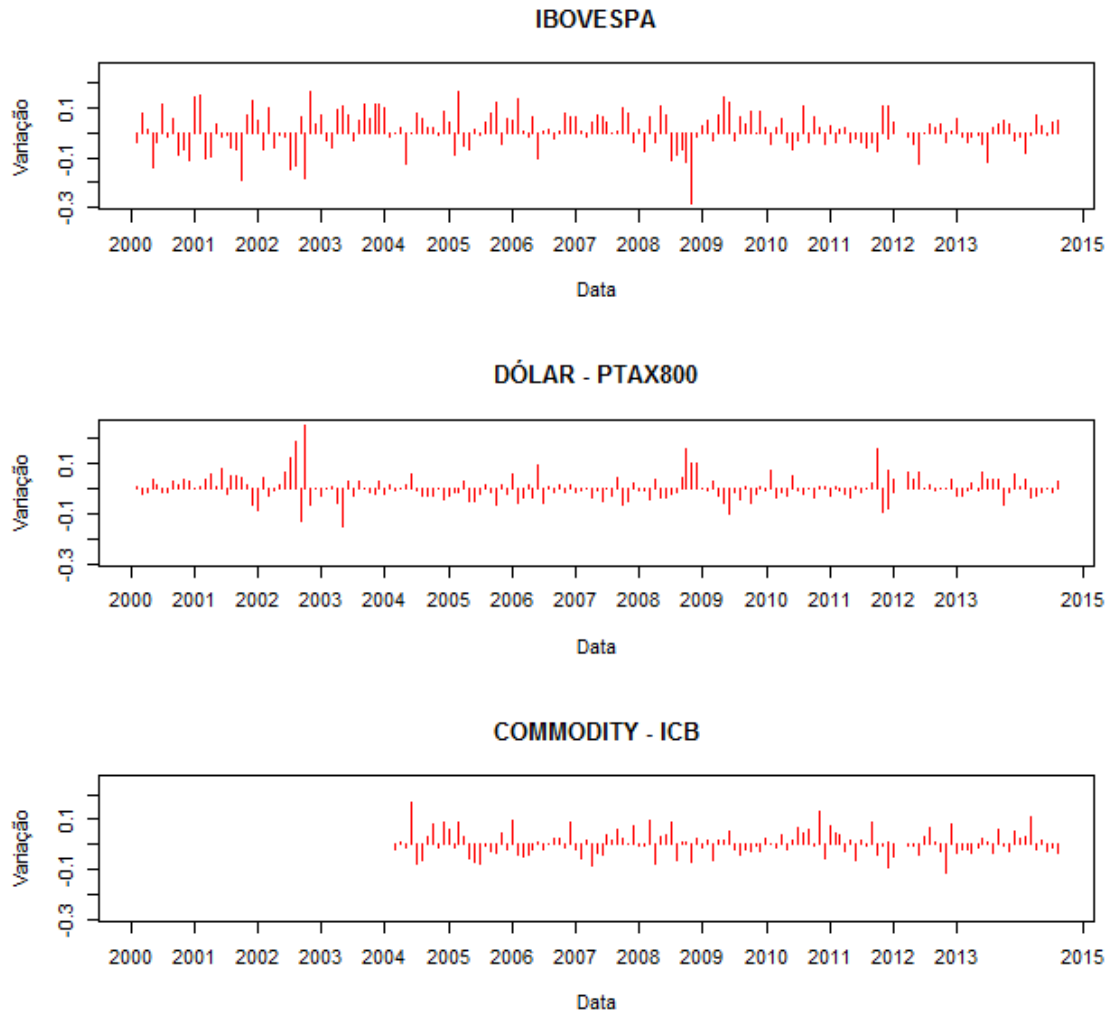


Figura 13: Série Histórica da variação do IGPM, IPCA e TR

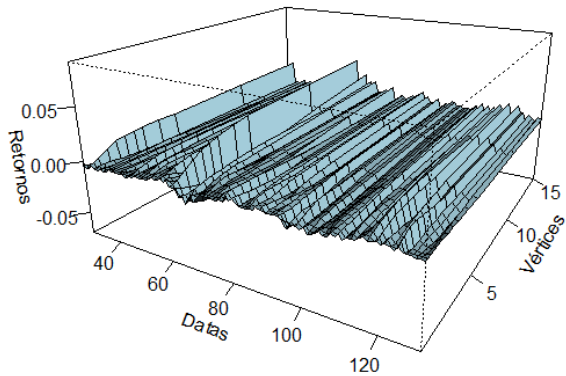


**Figura 14: Série Histórica da variação do Ibovespa, dólar e ICB**

Primeiro destaca-se a diferença de escala dos gráficos, tal diferença foi necessária devido a diferença de grandeza dos retornos. Como era esperado, os retornos observados para as séries de retornos do IPCA, IGPM e TR foram muito menores que os demais índices. Claramente, como também era esperado a série de retornos do Ibovespa apresentou maior volatilidade, acompanhado depois das séries de retornos do dólar e do ICB.

Dando continuidade foram calculados os retornos das taxas de juros, que são apresentados abaixo, da Figura 15 até a Figura 17:

Histórico Retornos ETTJ Pré



Histórico Retornos ETTJ - Cupom de TR

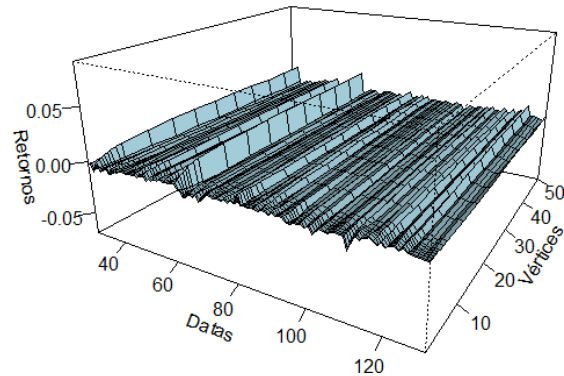
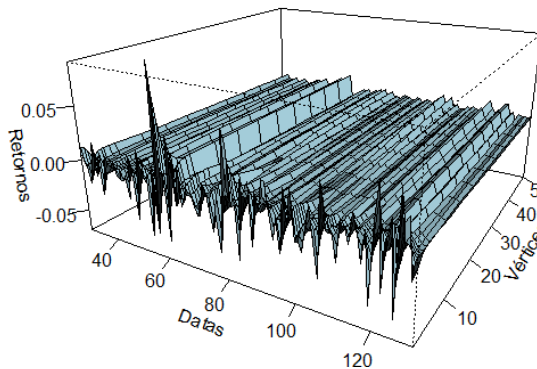


Figura 15: Série Histórica dos Vértices padrão das Curvas Pré-fixada e de Cupom de TR

Histórico Retornos ETTJ - Cupom de IGPM



Histórico Retornos ETTJ - Cupom de IPCA

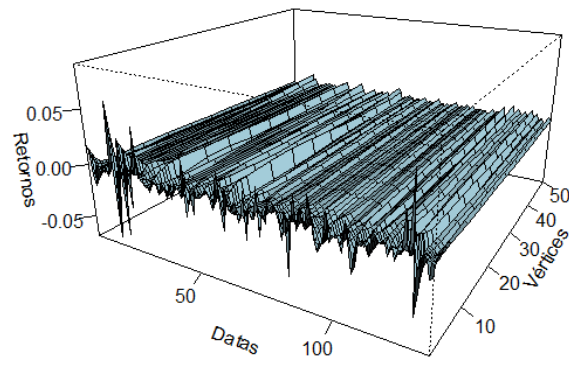


Figura 16: Série Histórica dos Vértices padrão das Curvas de Cupom de IGPM e Cupom de IPCA

Histórico Retornos ETTJ - Cupom Cambial

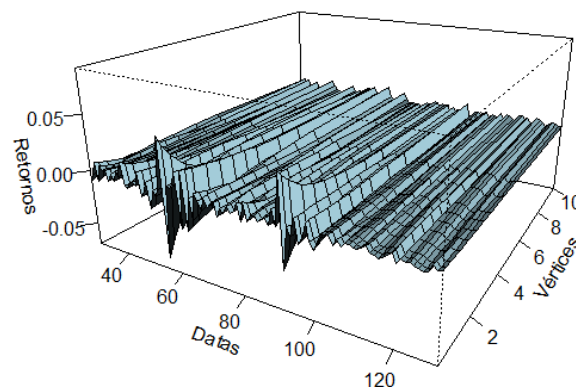


Figura 17: Série Histórica dos Vértices padrão da Curva de Cupom Cambial

Nas figuras indicadas acima o instante zero foi estabelecido como outubro de 2003 para todos os gráficos. Adicionalmente, foram indicados nos gráficos os meses de maio de 2005 ( $t=20$ ), janeiro de 2007 ( $t=40$ ), setembro de 2008 ( $t=60$ ), maio de 2010 ( $t=80$ ), janeiro de 2012 ( $t=100$ ) e julho de 2014 ( $t=130$ ). Pode-se destacar novamente a oscilação no período de crise de 2008.



Novamente, para que fossem melhores analisadas as séries, calculou-se algumas estatísticas descritivas básicas e os resultados foram sintetizados da Tabela 12 até a Tabela 16 abaixo:

Vértices	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Quantil - 1%	Quantil - 99%	Excesso de Curtose
1 mês	-0.00054	0.00318	-0.01143	0.00684	-0.00720	0.00576	0.55585
3 meses	-0.00051	0.00325	-0.01046	0.00741	-0.00859	0.00657	0.52549
6 meses	-0.00048	0.00368	-0.01280	0.00868	-0.00985	0.00748	0.58826
1 ano	-0.00042	0.00454	-0.02025	0.01028	-0.01244	0.00812	0.70394
1,5 ano	-0.00037	0.00515	-0.02382	0.01272	-0.01400	0.01099	0.80119
2 anos	-0.00034	0.00556	-0.02554	0.01692	-0.01426	0.01282	0.85551
2,5 anos	-0.00031	0.00583	-0.02646	0.02029	-0.01409	0.01368	0.90736
3 anos	-0.00029	0.00602	-0.02702	0.02290	-0.01377	0.01410	0.97966
4 anos	-0.00025	0.00624	-0.02769	0.02648	-0.01340	0.01455	1.09568
5 anos	-0.00022	0.00637	-0.02808	0.02866	-0.01410	0.01501	1.14615
10 anos	-0.00012	0.00707	-0.02858	0.03278	-0.01761	0.01823	1.16975
15 anos	-0.00008	0.00803	-0.03110	0.03410	-0.02850	0.02115	1.43497

Tabela 12: Estatísticas Básicas dos Retornos das Taxas dos Vértices da ETTJ prefixada

Vértices	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Quantil - 1%	Quantil - 99%	Excesso de Curtose
3 meses	-0.00050	0.02590	-0.05361	0.10267	-0.05246	0.05960	0.71088
6 meses	-0.00063	0.01665	-0.04001	0.07933	-0.03362	0.03633	0.90189
1 ano	-0.00061	0.00982	-0.02169	0.05108	-0.02137	0.02513	0.95173
1,5 ano	-0.00055	0.00721	-0.02046	0.03576	-0.01569	0.01846	0.73405
2 anos	-0.00049	0.00607	-0.01963	0.02673	-0.01184	0.01315	0.60844
2,5 anos	-0.00045	0.00552	-0.01863	0.02105	-0.01134	0.01288	0.63916
3 anos	-0.00042	0.00521	-0.01756	0.01731	-0.01206	0.01458	0.67610
4 anos	-0.00037	0.00482	-0.01529	0.01589	-0.01229	0.01304	0.79002
5 anos	-0.00034	0.00453	-0.01295	0.01623	-0.01148	0.01098	0.85193
10 anos	-0.00031	0.00397	-0.01004	0.01649	-0.00956	0.00855	0.89728
15 anos	-0.00032	0.00409	-0.00946	0.01656	-0.00931	0.00922	0.99484
20 anos	-0.00034	0.00430	-0.00954	0.01659	-0.00928	0.00980	0.95254
25 anos	-0.00034	0.00451	-0.01100	0.01661	-0.01021	0.01020	0.94014
30 anos	-0.00035	0.00470	-0.01199	0.01662	-0.01111	0.01047	0.94295
35 anos	-0.00035	0.00486	-0.01271	0.01663	-0.01175	0.01066	0.93902
40 anos	-0.00036	0.00499	-0.01324	0.01663	-0.01224	0.01080	0.95431
45 anos	-0.00036	0.00510	-0.01366	0.01664	-0.01261	0.01102	0.99209
50 anos	-0.00036	0.00519	-0.01399	0.01664	-0.01292	0.01137	1.02151

Tabela 13: Estatísticas Básicas dos Retornos das Taxas dos Vértices da ETTJ de Cupom de IGPM

Vértices	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Quantil - 1%	Quantil - 99%	Excesso de Curtose
3 meses	-0.00029	0.01690	-0.06233	0.06356	-0.05297	0.05723	1.54524
6 meses	-0.00032	0.00853	-0.03654	0.03663	-0.02217	0.02438	0.95675
1 ano	-0.00033	0.00513	-0.01384	0.02036	-0.01137	0.01434	0.62435
1,5 ano	-0.00034	0.00464	-0.01481	0.01605	-0.01135	0.01500	0.82061
2 anos	-0.00035	0.00440	-0.01457	0.01262	-0.01260	0.01188	0.68413

Vértices	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Quantil - 1%	Quantil - 99%	Excesso de Curtose
2,5 anos	-0.00035	0.00424	-0.01469	0.01071	-0.01280	0.00905	0.52712
3 anos	-0.00034	0.00413	-0.01526	0.00988	-0.01221	0.00956	0.55963
4 anos	-0.00033	0.00398	-0.01541	0.01082	-0.01101	0.01000	0.69821
5 anos	-0.00032	0.00383	-0.01471	0.01129	-0.01010	0.01023	0.73977
10 anos	-0.00028	0.00321	-0.01013	0.01228	-0.00836	0.00967	0.94501
15 anos	-0.00028	0.00291	-0.01149	0.01211	-0.00739	0.00878	1.21255
20 anos	-0.00028	0.00279	-0.01260	0.01037	-0.00738	0.00821	1.34941
25 anos	-0.00028	0.00276	-0.01345	0.00818	-0.00702	0.00787	1.23784
30 anos	-0.00028	0.00281	-0.01408	0.00786	-0.00643	0.00694	1.04315
35 anos	-0.00028	0.00295	-0.01455	0.00764	-0.00719	0.00697	0.87667
40 anos	-0.00028	0.00318	-0.01491	0.00749	-0.00861	0.00732	0.81292
45 anos	-0.00028	0.00349	-0.01518	0.00841	-0.01026	0.00829	0.85661
50 anos	-0.00028	0.00388	-0.01541	0.01126	-0.01177	0.00938	0.94379

Tabela 14: Estatísticas Básicas dos Retornos das Taxas dos Vértices da ETTJ de Cupom de IPCA

Vértices	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Quantil - 1%	Quantil - 99%	Excesso de Curtose
3 meses	-0.00039	0.00276	-0.01082	0.00838	-0.00803	0.00483	1.26234
6 meses	-0.00037	0.00277	-0.01019	0.00846	-0.00755	0.00501	1.16282
1 ano	-0.00034	0.00280	-0.00807	0.00842	-0.00773	0.00471	0.99224
1,5 ano	-0.00031	0.00285	-0.00927	0.00824	-0.00753	0.00658	0.88578
2 anos	-0.00030	0.00293	-0.01023	0.00829	-0.00743	0.00799	0.92590
2,5 anos	-0.00028	0.00301	-0.01086	0.00971	-0.00726	0.00777	1.00998
3 anos	-0.00027	0.00309	-0.01128	0.01089	-0.00707	0.00756	1.08073
4 anos	-0.00026	0.00323	-0.01177	0.01265	-0.00734	0.00813	1.20036
5 anos	-0.00025	0.00332	-0.01201	0.01384	-0.00756	0.00909	1.29893
10 anos	-0.00024	0.00357	-0.01222	0.01638	-0.00811	0.01155	1.57332
15 anos	-0.00024	0.00370	-0.01221	0.01724	-0.00852	0.01252	1.69179
20 anos	-0.00025	0.00380	-0.01220	0.01766	-0.00875	0.01301	1.76204
25 anos	-0.00025	0.00386	-0.01220	0.01792	-0.00890	0.01330	1.79008
30 anos	-0.00025	0.00391	-0.01219	0.01809	-0.00899	0.01350	1.78880
35 anos	-0.00025	0.00395	-0.01219	0.01822	-0.00906	0.01364	1.78528
40 anos	-0.00025	0.00399	-0.01219	0.01831	-0.00911	0.01375	1.77731
45 anos	-0.00025	0.00401	-0.01218	0.01838	-0.00915	0.01383	1.77116
50 anos	-0.00025	0.00403	-0.01218	0.01844	-0.00918	0.01390	1.76629

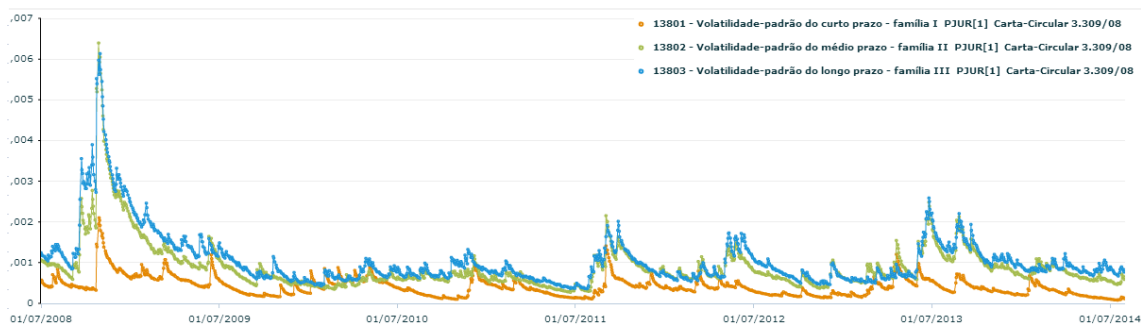
Tabela 15: Estatísticas Básicas dos Retornos das Taxas dos Vértices da ETTJ de Cupom de TR

Vértices	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Quantil - 1%	Quantil - 99%	Excesso de Curtose
1 mês	-0.00041	0.01194	-0.05883	0.04620	-0.03606	0.04212	2.40874
3 meses	-0.00040	0.01016	-0.04689	0.03672	-0.02926	0.03632	2.33985
6 meses	-0.00038	0.00817	-0.03254	0.02948	-0.02524	0.02569	2.12810
1 ano	-0.00034	0.00586	-0.02136	0.01999	-0.01644	0.01737	1.59382
1,5 ano	-0.00032	0.00486	-0.01790	0.01531	-0.01443	0.01429	1.23002
2 anos	-0.00030	0.00445	-0.01483	0.01364	-0.01342	0.01096	0.96046
2,5 anos	-0.00029	0.00426	-0.01262	0.01232	-0.01210	0.00942	0.75080
3 anos	-0.00028	0.00417	-0.01191	0.01131	-0.00993	0.00896	0.58103
4 anos	-0.00026	0.00408	-0.01083	0.01003	-0.01045	0.00905	0.39766

Vértices	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Quantil - 1%	Quantil - 99%	Excesso de Curtose
5 anos	-0.00024	0.00410	-0.01010	0.01058	-0.00998	0.00946	0.45807
10 anos	-0.00011	0.00517	-0.01793	0.01348	-0.01532	0.01080	0.95523

**Tabela 16: Estatísticas Básicas dos Retornos das Taxas dos Vértices da ETTJ de Cupom Cambial**

Diferentemente do que foi observado para as séries das taxas, verificou-se, para a maioria dos vértices das curvas, um aumento das volatilidades para prazos mais longos. Tal resultado coincide com a evolução da volatilidade dos retornos das taxas para o modelo de mensuração de risco de mercado para taxas prefixadas do Banco Central do Brasil (BCB) – PJUR[1], apresentado na Figura 18 abaixo. Verifica-se que predominantemente a volatilidade de curto prazo (1 mês, 2 meses e 6 meses), em laranja, é menor que a volatilidade de médio prazo (6 meses, 1 ano e 2 anos), que por sua vez é menor que a volatilidade de longo prazo (3 anos, 4 anos e 5 anos).



**Figura 18: Série Histórica das Volatilidades da parcela PJUR[1] do Modelo Padrão do BCB**

Também se observou um excesso de curtose mais elevado do que observado nas taxas, o que também já era esperado considerando-se que o excesso de curtose é um fato estilizado de séries financeiras (Tsay, 2004), ou seja, é normal empiricamente observarmos valores altos de curtose.

Adicionalmente, verifica-se na Tabela 17 abaixo as séries de retornos dos índices. Nela confirma-se o que já foi mencionado acima sobre a volatilidade ser muito superior para séries do Ibovespa, dólar e ICB. Também como esperado observa-se um considerável excesso de curtose. Destaca-se que empiricamente observam-se graus de curtose ainda maiores para séries de maior frequência, por exemplo, séries diárias.

Índices	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Quantil - 1%	Quantil - 99%	Excesso de Curtose
IGPM	0.00642	0.00799	-0.01005	0.05060	-0.00743	0.03711	0.62719
IPCA	0.00522	0.00387	-0.00210	0.02975	-0.00054	0.02116	1.03726
TR	0.00144	0.00109	0.00000	0.00507	0.00000	0.00483	0.04618
IBOVESPA	0.00677	0.07321	-0.28489	0.16483	-0.18645	0.15035	0.07996
DOLAR	0.00135	0.05001	-0.14870	0.25365	-0.10604	0.16554	0.86795
ICB	0.00381	0.04930	-0.11432	0.16766	-0.09152	0.12865	0.27214

**Tabela 17: Estatísticas Básicas dos Retornos das Séries de Índices**

## 6. Modelo padrão proposto pela SUSEP – base técnica e calibragem dos fatores

Neste capítulo será apresentada a proposta de modelagem para o cálculo do requerimento de capital de risco baseado no risco de mercado para as entidades supervisionadas pela Susep.

### 6.1. Value at Risk para um portfólio

Na estrutura atual de capital, é necessário definir o valor da parcela do Capital de Risco baseado no Risco de Mercado ( $CR_{merc}$ ). Este risco, conforme definido pela IAIS (2004)<sup>30</sup>, surge nas operações de seguros devido a flutuações dos mercados financeiros, que causam mudanças nos valores de ativos e passivos e impactam na avaliação dos portfólios, podendo afetar de forma mais severa ou mais amena as companhias. Este impacto, como será apresentado adiante, será proporcional ao nível de descasamento entre ativos e passivos, tanto com relação a seus fatores de risco como aos seus prazos de vencimento.

Define-se ainda, utilizando a abordagem de Valor em Risco - VaR (do inglês Value at Risk) -, que o valor do capital deverá ser aquele que resguarde as companhias de tal forma que a probabilidade delas incorrerem em uma perda maior do que o capital definido durante um determinado horizonte de tempo seja de  $\alpha\%$ , onde  $\alpha$  é o nível de significância adotado. Como se destacou na seção 4.4, o nível de significância para esta parcela de capital será de 1%. Isto é, o valor da parcela de capital de risco de mercado terá um nível de confiança de 99%. Graficamente ilustra-se com a Figura 19 abaixo:

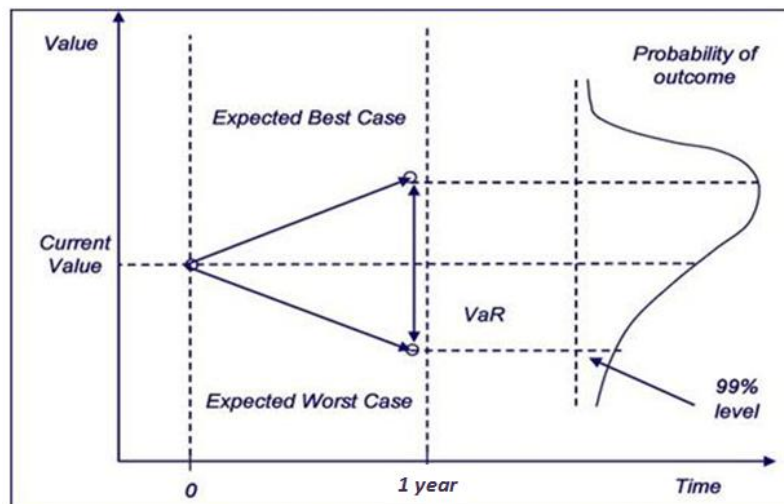


Figura 19: Ilustração do VaR (Fonte: Internet)

Formalmente, pode ser destacado que o valor em risco para um período de tempo qualquer é:

$$VaR^{(\alpha)} = \Delta V_{t+1|t}^{(\alpha)} = V_t \cdot r_{t+1|t}^{(\alpha)} \quad (31)$$

Onde:

<sup>30</sup> International Association of Insurance Supervisors.

$r_{t+1|t}^{(\alpha)}$  é um quantil da distribuição dos retornos de  $r_{t+1}$  conhecida a informação até t

$V_t$  é o valor em t

O comportamento da série financeira de retornos,  $r_t$ , pode ser generalizado por um processo do tipo:

$$r_t = \mu_{t|t-1} + \sigma_{t|t-1} \cdot \epsilon_t \quad (32)$$

Onde:

$\mu_{t|t-1}$  é a média condicional conhecida as informações até t-1, isto é,  $E[r_t|F_{t-1}]$

$\sigma_{t|t-1}^2$  é a variância condicional conhecida as informações até t-1, isto é,  $V[r_t|F_{t-1}]$

$\epsilon_t$  possui distribuição iid com média 0 e variância 1.

O processo acima mencionado pode ser tratado com diferentes modelos de passeios aleatórios que são amplamente utilizados na modelagem de séries financeiras e alguns foram apresentados em Campbell et al.(1997). Os modelos podem ser classificados, por exemplo, em RW1, RW2, DM e RW3, sendo:

- **RW1 (Random Walk 1):** Modelo simplificado onde se adota que  $\epsilon_t$  tem distribuição normal( $0, \sigma^2$ ) e o processo de retorno é um passeio aleatório simples com drift, isto é,  $r_t = \beta + \epsilon_t$ . Por se tratar de um passeio aleatório simples este modelo possui baixo poder de previsão, logo não é de interesse prático.
- **RW2 (Random Walk 2):** Neste modelo é relaxada a premissa de que o processo é identicamente distribuído, e com isso adota-se que  $\epsilon_t$  tem distribuição normal( $0, \sigma_t^2$ ). Destaca-se que o fato da variância variar no tempo é um fato estilizado muito aceito de séries financeiras, pois frequentemente verifica-se a mudança entre momentos de maior variabilidade para momentos de menor dispersão e vice-versa. Ressalta-se ainda que nesse modelo é mantida a premissa de que os retornos são independentes.
- **DM (Diferença de Martingal):** A característica mais marcante de um processo do tipo Martingal é que se sustenta que a melhor expectativa para o retorno no instante "t" é aquele observado em "t-1", isto é,  $E[r_t|F_{t-1}] = r_{t-1}$ . Assim tem-se que um modelo do tipo Diferença de Martingal propõe que  $E[r_t - r_{t-1}|F_{t-1}] = 0$ . Este modelo é amplamente utilizado na modelagem de séries financeiras e adotando-o simplifica-se a equação 32 para:

$$r_t = \sigma_{t|t-1} \cdot \epsilon_t \quad (33)$$

Esta simplificação é muito utilizada na mensuração do VaR e assim como será tratado mais adiante o valor em risco de um portfólio com múltiplos retornos pode ser simplificado definido por:

$$VaR^{(\alpha)} = \sigma_{t|t-1}^{(c)} \cdot \epsilon_t^{(\alpha)} \quad (34)$$

Onde:

$\sigma_{t|t-1}^{(c)}$  é a o desvio padrão da variação da carteira conhecidas as informações até t-1

$\epsilon_t^{(\alpha)}$  é um quantil da distribuição dos resíduos

- RW3 (Random Walk 3): O processo dos resíduos é decorrelatado, isto é,  $Corr(\epsilon_t, \epsilon_{t-k}) = 0$ , mas  $Corr(\epsilon_t^2, \epsilon_{t-k}^2) \neq 0$ , logo há independência linear, mas existe dependência não linear, pois os quadrados dos resíduos são correlacionados.

Os modelos considerados neste relatório serão do tipo DM.

Na proposta de mensuração do capital de risco baseado no risco de mercado, constante deste relatório, utilizamos os conceitos apresentados por Varga (2002). Primeiramente, o autor adotou o embasamento teórico para a definição do VaR apresentado acima, que resultou na equação 34, em seguida tratou cada indexador de uma carteira de títulos indexados como se fosse outra moeda e, no fim calculou a matriz de covariância das diferentes moedas e a aplicou no tradicional conceito de VaR para o cálculo do valor em risco de um portfólio. Resumidamente, o autor demonstrou os seguintes resultados:

$$VaR^{(\alpha)} = z^{(\alpha)}\sqrt{D} \left( \sqrt{\mathbf{V}' \times Cov(\mathbf{S}) \times \mathbf{V}} \right) \quad (35)$$

Onde:

$z^{(\alpha)}$  é o valor do quantil (1-  $\alpha$  %) de uma distribuição normal-padrão;

$D$  é o horizonte de tempo para o cálculo do VaR.

$$\mathbf{V} = \begin{pmatrix} VMTM_1 & VMTM_{1,1} \frac{-P_{1,1}}{252} & \dots & VMTM_{1,k_1} \frac{-P_{1,k_1}}{252} & \dots \\ \dots & VMTM_m & VMTM_{m,1} \frac{-P_{m,1}}{252} & \dots & VMTM_{m,k_m} \frac{-P_{m,k_m}}{252} \end{pmatrix}$$

$Cov(\mathbf{S}) =$

$$\begin{bmatrix} \sigma_1 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_{1,1} & \dots & 0 \\ \vdots & & & \\ 0 & \dots & \sigma_{m,k_m-1} & 0 \\ 0 & \dots & 0 & \sigma_{m,k_m} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & \rho_{1;1,1} & \dots & \rho_{1;m,k_m-1} & \rho_{1;m,k_m} \\ \rho_{1;1,1} & 1 & \dots & \rho_{1;1,m,k_m-1} & \rho_{1;1,m,k_m} \\ \vdots & & & & \\ \rho_{m,k_m-1;1} & \rho_{m,k_m-1;1,1} & \dots & 1 & \rho_{m,k_m-1;m,k_m} \\ \rho_{m,k_m;1} & \rho_{m,k_m;1,1} & \dots & \rho_{m,k_m;m,k_m-1} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_1 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_{1,1} & \dots & 0 \\ \vdots & & & \\ 0 & \dots & \sigma_{m,k_m-1} & 0 \\ 0 & \dots & 0 & \sigma_{m,k_m} \end{bmatrix}$$

Sendo:

$VMTM_i$  é o valor investido na moeda i, com  $i = 1, \dots, m$

$VMTM_{i,j}$  é o valor investido na taxa de juros na moeda i no vértice j, com  $j = 1, \dots, k_m$

$\rho_{i_1,j_1;i_2,j_2}$  é a correlação da  $i_1$ -ésima moeda ou taxa de juros nessa moeda no vértice  $j_1$  com a da  $i_2$ -ésima moeda ou taxa de juros nessa moeda no vértice  $j_2$

$\sigma_i$  é a volatilidade da moeda i

$\sigma_{i,j}$  é a volatilidade da taxa de juros na moeda i no vértice j

$P_{i,j}$  é o prazo referente ao vértice  $j$  da taxa de juros na moeda  $i$

Embora o autor não o faça, pode-se ainda expandir a ideia apresentada para uma carteira composta por ativos expostos a todos os fatores de risco de mercado, e não somente para carteira de títulos indexados.

Através de alguns recursos algébricos pode-se alterar a equação acima, primeiramente:

$$\mathbf{V} = \mathbf{E} \times \mathbf{P} \quad (36)$$

Onde:

$\mathbf{E} = (VMTM_1 \quad VMTM_{1,1} \quad \dots \quad VMTM_{m,k_m-1} \quad VMTM_{m,k_m})$  é o vetor de Exposições Líquidas

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & -P_{1,1}/252 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & & & & \\ 0 & 0 & \dots & -P_{m,k_m-1}/252 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & -P_{m,k_m}/252 \end{bmatrix}$$

é a matriz diagonal com os prazos

Por conveniência adota-se:

$$\mathbf{U} = \begin{bmatrix} \sigma_1 z^{(\alpha)} \sqrt{D} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_{1,1} z^{(\alpha)} \sqrt{D} & \dots & 0 \\ \vdots & 0 & & \vdots \\ 0 & \dots & \sigma_{m,k_m-1} z^{(\alpha)} \sqrt{D} & 0 \\ 0 & \dots & 0 & \sigma_{m,k_m} z^{(\alpha)} \sqrt{D} \end{bmatrix}$$

Verifica-se então que a equação 35 pode ser reescrita:

$$VaR^{(\alpha)} = \sqrt{\mathbf{E}' \times \mathbf{F} \times \mathbf{E}} \quad (37)$$

Onde:

$$\mathbf{F} = \mathbf{P} \times \mathbf{U} \times Corr(\mathbf{S}) \times \mathbf{U}' \times \mathbf{P}' = \mathbf{P} \times \mathbf{U} \times Corr(\mathbf{S}) \times \mathbf{U} \times \mathbf{P} \quad (38)$$

Desta forma,  $\mathbf{F}$  pode ser entendida como sendo a matriz de fatores para o cálculo do capital.

Com isso, resta-nos nas próximas seções estimar as volatilidades que compõem a matriz  $\mathbf{U}$ , assim como estimar a matriz  $Corr(\mathbf{S})$ , de forma a obtermos a estimativa de  $\mathbf{F}$  baseada nas informações de mercado disponíveis.

## 6.2. Premissa de normalidade

Destaca-se que na equação 35, apresentada acima, considerou-se que os retornos possuem distribuição normal, isto é,  $r_t \sim N(\mu_{t|t-1}, \sigma_{t|t-1}^2)$ . Tal procedimento é muito utilizado por

gestores em estudos de risco de portfólios, mesmo empiricamente se observado o contrário, ou seja, que os retornos não possuem distribuição normal.

Esse recurso se justifica porque é possível verificar que, para fins práticos, mesmo não tendo distribuição normal, as séries de retornos apresentam valores aproximados a de uma distribuição normal para determinados quantis (não extremos). Desta forma, se estivéssemos trabalhando com quantis de 99,5%, 99,7% ou 99,9%, provavelmente haveria ganhos muito relevantes em se adotar distribuições mais propícias, tais como GEV e t-student. Entretanto, para o nível de confiança adotado no modelo proposto, entendemos que é adequado adotar uma distribuição normal dos retornos, tal como foi feito pelo BCB na definição da parcela de juros prefixada (PJUR[1]) do capital referente ao risco de mercado para instituições financeiras.

Para ilustrar tal procedimento, sem a pretensão de esgotar o assunto, foi estudada uma série financeira amplamente utilizada no Brasil, a dos retornos da ação preferencial da Petrobras (PETR4) durante o período de 02/01/2007 a 20/08/2012, para a qual definiu-se a variância condicional dos retornos através do ajuste de um modelo do tipo GARCH(1,1). Posteriormente, ao aplicar os testes de normalidade de Jarque-Bera e D'Agostino Pearson, verificou-se que a hipótese de normalidade dos resíduos fora rejeitada. Constatou-se ainda que a série dos resíduos se ajustou bem a uma GEV (Fréchet). Contudo ao definir o VaR e efetuar o teste de falhas proposto por Christoffersen<sup>31</sup>(1998) foram obtidos os resultados da Tabela 18 abaixo:

Modelo	0,01%	0,1%	1%	2,5%	5%	10%
GARCH-GEV	0,8700	0,2482	0,0017	0,0001	0,0495	0,0000
GARCH-NORMAL	0,0000	0,0006	0,3330	0,3414	0,4706	0,2010

**Tabela 18: Teste de Christoffersen**

Analisando a Tabela 18, verifica-se que há evidências para rejeitar, ao nível de significância de 1%, que o modelo  $GARCH(1,1)$  com resíduos normais possui uma cobertura adequada quando se trata de quantis extremos (0,01% e 0,1%). Todavia, o teste apresentou bons resultados para quantis maiores ou iguais a 1%, onde não há indícios de que se deva rejeitar a hipótese nula de que o intervalo estimado seja adequado. Já para os modelos com resíduos sendo ajustados por uma GEV ocorre o inverso. Isso ratifica novamente a vantagem da utilização da Teoria dos Valores Extremos (TVE) no cálculo do VaR. Entretanto, para os quantis maiores ou iguais a 1% o resultado não foi adequado, o que novamente evidencia que o uso da TVE é mais recomendado para os casos em que se estudam quantis extremos.

### 6.3. Alocação nos vértices padrão

A alocação dos fluxos em vértices padrões para os riscos de taxas de juros (apresentados na Tabela 6) será efetuada pela SUSEP após o recebimento dos fluxos enviados pelos entes supervisionados através de quadros estatísticos. O procedimento será o seguinte:

<sup>31</sup> Será detalhado mais detalhadamente o teste na seção 6.5.5



1. Define-se vértice padrão como o prazo  $P_{i,j}$  de  $j$  dias úteis, contados a partir da data-base, em que os fluxos de caixa referentes à  $i$ -ésima ETTJ devem ser alocados, conforme forma estruturada na Tabela 6.
2.  $T_i$  representa o prazo a decorrer até um fluxo, considerando-se os dias úteis a partir da data-base, relativo à  $i$ -ésima ETTJ indicada na Tabela 6.
3.  $P_{i,ult}$  é o último prazo para a  $i$ -ésima ETTJ, conforme estabelecido na Tabela 6.
4.  $P_{i,prim}$  é o primeiro prazo para a  $i$ -ésima ETTJ, conforme estabelecido na Tabela 6.
5. A alocação dos fluxos relativos à  $i$ -ésima ETTJ nos seus vértices padrão deverá ser feita da seguinte forma:
  - a. os fluxos com prazos superiores a  $P_{i,ult}$  dias úteis ( $T_i > P_{i,ult}$ ) serão alocados no vértice de último prazo da curva ( $P_{i,ult}$ ), na proporção correspondente à fração  $T_i / P_{i,ult}$  do seu valor;
  - b. os fluxos com prazos inferiores a  $P_{i,prim}$  dias úteis ( $T_i < P_{i,prim}$ ) serão alocados no primeiro vértice da curva ( $P_{i,prim}$ ), na proporção correspondente à fração  $T_i / P_{i,prim}$  do seu valor;
  - c. os fluxos com prazos ( $T_i$ ) iguais aos dos vértices predefinidos ( $P_{i,j}$ ), ou seja,  $T_i = P_{i,j}$ , devem ser totalmente alocados nos mesmos;
  - d. os fluxos compreendidos entre os prazos de  $P_{i,prim}$  e  $P_{i,ult}$  dias úteis, e que não coincidam com nenhum dos vértices predefinidos, ou seja,  $T_i \neq P_{i,j}$ , devem ser alocados nos vértices imediatamente anterior ( $P_{i,j}$ ) e imediatamente posterior ( $P_{i,j+1}$ ), de acordo com os seguintes critérios:
    - i. no vértice  $P_{i,j}$  deve ser alocada a fração  $(P_{i,j+1} - T_i)/(P_{i,j+1} - P_{i,j})$  do valor de mercado do fluxo;
    - ii. no vértice  $P_{i,j+1}$  deve ser alocada a fração  $(T_i - P_{i,j})/(P_{i,j+1} - P_{i,j})$  do valor de mercado do fluxo.

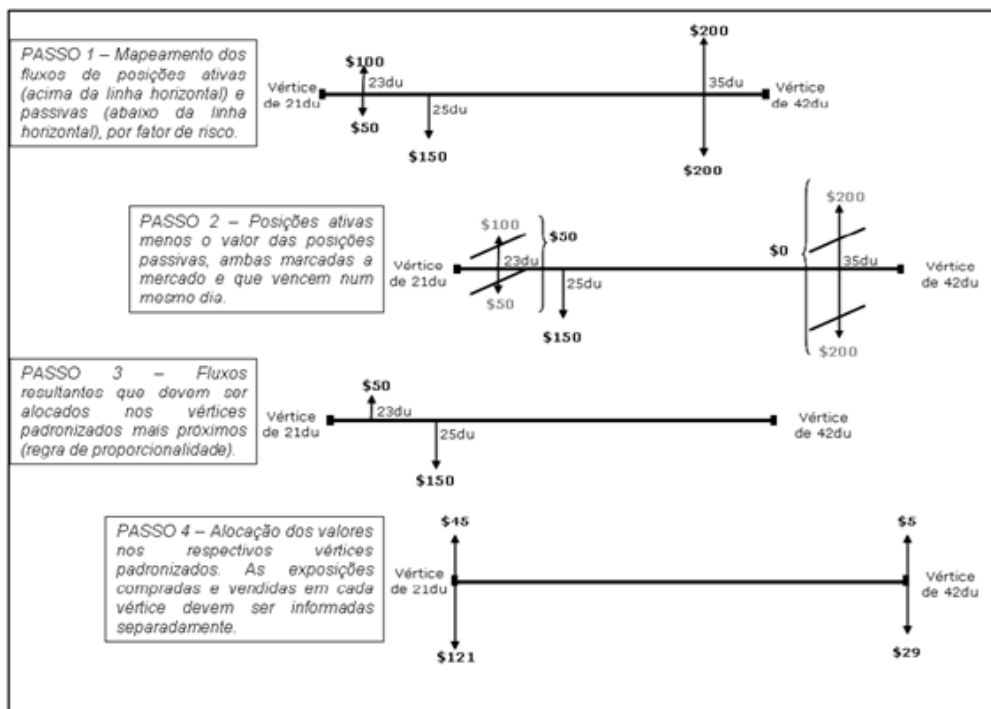


Figura 20: Exemplo de mapeamento dos fluxos (Fonte: Anexo da Carta-Circular 3.376/09 – Banco Central do Brasil)

#### 6.4. Modelos de estimação da volatilidade

Um dos principais pontos para a determinação do requerimento de capital para o risco de mercado é a determinação das volatilidades às quais estão sujeitos os preços dos diferentes ativos e passivos. Para isso existem na literatura diversos métodos de estimação da volatilidade, todos eles buscam prever da maneira mais realista possível o comportamento dos preços e retornos dos diversos ativos existentes no mercado financeiro. Entre eles se destacam os modelos heteroscedásticos condicionais autorregressivos generalizados (GARCH) e a metodologia Riskmetrics, que utiliza o conceito EWMA (exponentially weighted moving average), que é um método de alisamento exponencial.

#### 6.4.1. Alisamento exponencial (EWMA)

O método de alisamento exponencial surgiu como uma alternativa ao método de média móvel simples. A sua melhoria baseia-se na presunção amplamente aceita de que observações mais recentes possuem uma maior influência sobre o preço atual do ativo. Para essa afirmativa ser considerada é utilizado um fator de decaimento ( $\lambda$ ), o qual é definido no intervalo  $[0,1]$ , que define os pesos das observações na estimativa de acordo com o tempo de ocorrência. Assim, comparativamente, temos:

	Média	Desvio Padrão
Média Móvel Simples	$\bar{r} = \frac{\sum_{t=1}^T r_t}{T}$	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (r_t - \bar{r})^2}{T}}$
EWMA	$\bar{r} = \frac{\sum_{t=1}^T \lambda^{t-1} r_t}{\sum_{t=1}^T \lambda^{t-1}}$	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T \lambda^{t-1} (r_t - \bar{r})^2}{\sum_{t=1}^T \lambda^{t-1}}}$

Tabela 19: Comparação entre os métodos de média móvel simples e EWMA

Como destaca Arcoverde (2000), neste método são assumidas as hipóteses de variâncias heteroscedásticas e autocorrelacionadas e, por simplicidade, que a média dos retornos diários é igual a zero. Adicionalmente, de acordo com o que foi demonstrado na documentação técnica do Riskmetrics (1996), demonstra-se que, assumindo a premissa de que as séries de retornos disponíveis tende para infinito ( $T \rightarrow \infty$ ), como resultado o somatório  $\sum_{t=1}^T \lambda^{t-1}$  tende para  $1/(1-\lambda)$ . Logo com as premissas adotadas acima e a utilização de transformações algébricas, se tem o método recursivo de cálculo da volatilidade dos retornos:

$$\sigma_{t+1|r}^2 = (1-\lambda) \sum_{i=0}^{\infty} \lambda^i r_{t-i}^2$$

$$\sigma_{t+1|r}^2 = (1-\lambda)(r_t^2 + \lambda r_{t-1}^2 + \lambda^2 r_{t-2}^2 + \dots)$$

$$\sigma_{t+1|r}^2 = (1-\lambda)r_t^2 + \lambda(1-\lambda)(r_{t-1}^2 + r_{t-2}^2 + r_{t-3}^2)$$

$$\sigma_{t+1|t}^2 = \lambda \sigma_{t|t-1}^2 + (1-\lambda)r_t^2$$

$$\sigma_{t+1|t} = \sqrt{\lambda \sigma_{t|t-1}^2 + (1-\lambda)r_t^2} \tag{39}$$

Onde:

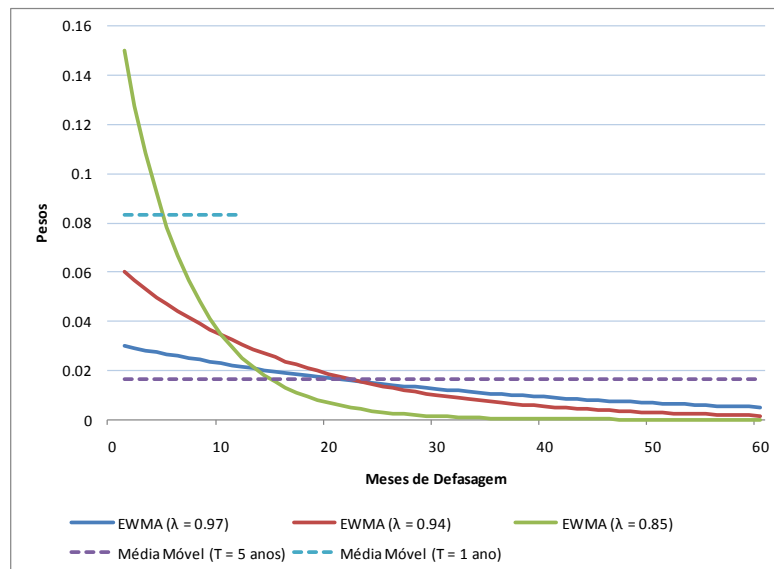
$\sigma_{t+1|t}$  = a volatilidade estimada para t+1 dado as informações que possuímos até t;

$\sigma_{t|t-1}$  = a volatilidade estimada para t dado as informações que possuímos até t-1; e

O fator de decaimento  $\lambda$  é definido no intervalo [0,1]

#### 6.4.1.1. Definição do fator de decaimento ( $\lambda$ )

A escolha do fator de decaimento ( $\lambda$ ) é um importante passo desta metodologia. Fatores maiores atribuem maior peso para os dados mais antigos, ao passo que se o fator for reduzido maior será o peso para dados recentes. Diversos valores são comumente utilizados, a documentação técnica do Riskmetrics indica como fator o valor 0,94 para dados diários e 0,97 para dados mensais. O Banco Central do Brasil, na estimação da volatilidade diária das taxas de juros pré-fixadas utiliza uma metodologia que se baseia na escolha do valor do lambda que maximiza a função de cálculo da volatilidade, os valores atualmente utilizados para a comparação são: 0,85 e 0,94. Para melhor visualizar a diferença entre estes fatores, a Figura 21 abaixo compara os pesos atribuídos para diferentes fatores na metodologia EWMA com pesos utilizando-se a média móvel simples:



**Figura 21: Comparação entre os pesos de acordo com o fator de decaimento**

#### 6.4.1.2. A escolha do melhor fator de decaimento

O banco JPMorgan, no Riskmetrics, identificou uma solução estatística viável para a seleção do melhor fator. A estimativa da variância do retorno do ativo no instante t+1 é dada por

$E_t[r_{t+1}^2] = \sigma_{t+1|t}^2$ , ou seja, o valor esperado do retorno ao quadrado no instante t. Desta forma, se for definido o erro de estimação da variância como sendo  $\varepsilon_{t+1|t} = r_{t+1}^2 - \sigma_{t+1|t}^2$ , pode-se obter a minimização deste erro ao identificar o menor valor da raiz do erro médio quadrático, através da equação:

$$RMSE_t = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_{t+1}^2 - \sigma_{t+1|t}^2(\lambda))^2} \quad (40)$$

#### 6.4.2. Modelos heteroscedásticos condicionais autorregressivos generalizados (GARCH)

Os modelos da família GARCH surgiram como uma opção mais sofisticada para o cálculo de volatilidades. Estes modelos, diferentemente dos demais comumente utilizados, admitem a hipótese de que os retornos ocorrem devido a um processo estocástico com a alteração da volatilidade ao longo do tempo. Assim, ao invés de se utilizar modelos adotando somente uma distribuição de probabilidade não-condicional, estes modelos utilizam hipóteses mais sofisticadas sobre as distribuições condicionais dos retornos. Estas distribuições condicionais são mutáveis ao longo do tempo, sendo assim a variância condicional um processo autorregressivo (Alexander, 2005).

Na extensa literatura existente, diversos modelos GARCH são utilizados para o ajuste de séries financeiras. Entre eles, se destacam os modelos GARCH(p,q), EGARCH(p,q) e TGARCH(p,q). Estes modelos demonstraram-se eficientes na previsão da série de retornos diários do índice IBOVESPA em diversos trabalhos, dos quais destacamos a utilização do modelo EGARCH(1,1) por Souza - Sobrinho (2001) e TGARCH(1,1) por Otuki et al. (2008).

##### 6.4.2.1. Modelos GARCH (p,q)

Os modelos GARCH(p,q) foram apresentados por Bollerslev (1986) como uma generalização de um processo ARCH(p) que foi proposto por Engle (1982). Este último define que a variância condicional no instante t é igual à média ponderada dos quadrados dos retornos não-esperados (inovações) até t. Desta forma, o modelo ARCH(p) pode ser descrito como:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (41)$$

Onde:

$\sigma_t^2$  = a variância condicional estimada em t;

$\omega$  = uma constante positiva não-nula;

$\alpha_i$  = o parâmetro ponderador do erro do instante t-i contido no intervalo  $[0, \infty]$ ;

$\varepsilon_{t-i}$  = o erro observado no instante t-i;

$\varepsilon_t | I_t \sim N(0, \sigma_t^2)$ ; e

$$\sum_{i=1}^p \alpha_i < 1$$

O modelo GARCH(p,q) ao generalizar o modelo ARCH(p) adiciona q parâmetros auto-regressivos e com isso tem-se que a variância condicional é definida por:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (42)$$

Onde:

$\sigma_t^2$  = a variância condicional estimada em t;

$\omega$  = uma constante positiva não-nula;

$\alpha_i$  = o parâmetro ponderador do erro do instante t-i contido no intervalo  $[0, \infty]$ ;

$\varepsilon_{t-i}$  = o erro observado no instante t-i;

$\beta_j$  = o parâmetro ponderador da variância condicional no instante t-j contido no intervalo  $[0, \infty]$ ; e

$$\sum_{i=1}^p \alpha_i + \sum_{j=1}^q \beta_j < 1$$

Logo, tem-se que o modelo GARCH(1,1) é definido por:

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (43)$$

#### 6.4.2.2. Modelos EGARCH (p,q)

Os modelos EGARCH (exponencial GARCH) foram evoluções dos já conhecidos modelos GARCH(p,q). Tais inovações foram necessárias, pois ao passar do tempo observou-se um efeito identificado por Black(1976) e conhecido como *leverage*. Como define Otuki et al.(2008), tal efeito ocorre, pois, em períodos de choques negativos na série, foi constatada uma maior volatilidade, ao passo que em períodos de choques positivos de mesma magnitude a volatilidade foi menor. O modelo GARCH(p,q) é conhecido por sua simetria, tendo em vista que a variância e os erros observados ao quadrado serão sempre positivos, logo este efeito não pode ser capturado. Desta forma, os modelos EGARCH(p,q) inovaram ao capturar tal distorção e definiram a variância condicional como sendo:

$$\ln(\sigma_t^2) = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i \left| \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \right| + \sum_{j=1}^q \beta_j \ln(\sigma_{t-j}^2) + \sum_{i=1}^p \lambda_i \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \quad (44)$$

Onde:

$\sigma_t^2$  = a variância condicional estimada em t;

$\omega$  = uma constante;

$\alpha_i$  = o parâmetro ponderador do termo  $|\varepsilon_{t-i}/\sigma_{t-i}|$ ;

$\varepsilon_{t-i}$  = o erro observado no instante t-i;

$\beta_j$  = o parâmetro ponderador do logaritmo neperiano da variância condicional no instante t-j;

e

$\lambda_i$  = o parâmetro ponderador do termo  $\varepsilon_{t-i}/\sigma_{t-i}$ .

Logo, tem-se que o modelo EGARCH(1,1) é definido por:

$$\ln(\sigma_t^2) = \omega + \alpha_1 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| + \beta_1 \ln(\sigma_{t-1}^2) + \lambda_1 \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \quad (45)$$

#### 6.4.2.3. Modelos TGARCH (p,q)

Os modelos TGARCH(p,q), assim como os modelos EGARCH(p,q), foram criados com o objetivo de se capturar a assimetria das volatilidades. Para isso foi adicionada mais uma parcela ao modelo GARCH simétrico, contendo uma variável *dummy*, o que resulta numa maior variância na ocorrência de choques negativos. Assim, com estes modelos as variâncias condicionais são obtidas através da equação:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^p \gamma_i \varepsilon_{t-i}^2 I_{t-i}^- \quad (46)$$

Onde:

$\sigma_t^2$  = a variância condicional estimada em t;

$\omega$  = uma constante;

$\alpha_i$  = o parâmetro ponderador do quadrado do erro observado no instante t-i;

$\varepsilon_{t-i}$  = o erro observado no instante t-i;

$\beta_j$  = o parâmetro ponderador da variância condicional no instante t-j;

$\gamma_i$  = o parâmetro ponderador do quadrado do erro observado no instante t-i multiplicado por uma variável *dummy*; e

$I_{t-i}^-$  = uma variável *dummy*, sendo  $I_{t-i}^- = 1$ , se  $\varepsilon_{t-i} < 0$  e  $I_{t-i}^- = 0$  caso contrário;

Logo, tem-se que o modelo TGARCH(1,1) é definido por:

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \gamma_1 \varepsilon_{t-1}^2 I_{t-1}^- \quad (47)$$

Os métodos apresentados foram avaliados e utilizados para cálculo das volatilidades utilizadas na nossa proposta de modelo de mensuração do risco de mercado.

#### 6.5. Estimação das volatilidades

Na equação 38 acima, verifica-se que, para o cálculo do capital, são necessários os valores da volatilidade (desvio padrão) das séries históricas já enumeradas nas seções anteriores. Para isso, foram considerados alguns métodos: EWMA com parâmetros estimados, EWMA com parâmetros fixados de acordo com valores de referência e o modelo GARCH.

### 6.5.1. EWMA com parâmetros estimados

Como já apresentado, foi adotada a metodologia de alisamento exponencial EWMA que consiste no cálculo das volatilidades de acordo com a equação:

$$\sigma_{t+1|t} = \sqrt{\lambda\sigma_{t|t-1}^2 + (1-\lambda)r_t^2} \quad (48)$$

Onde:

$\sigma_{t+1|t}$  é a volatilidade estimada para t+1 dado as informações que possuímos até t

$\sigma_{t|t-1}$  é a volatilidade estimada para t dado as informações que possuímos até t-1

$\lambda$  é o fator de decaimento e é definido no intervalo [0,1]

Destaca-se que a equação 48 é um caso particular do estimador ponderado do desvio padrão, ao adotar a média nula ( $\bar{r} = 0$ ) e considerar que a série de retornos disponíveis tende para infinito ( $T \rightarrow \infty$ ):

$$\sigma_{t+1|t} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^T \lambda^{i-1} (r_i - \bar{r})^2}{\sum_{i=1}^T \lambda^{i-1}}} \quad (49)$$

Para estimar os valores do fator de decaimento  $\lambda$  foi adotada a proposta apresentada pelo banco JPMorgan no relatório Riskmetrics (1994). Como já abordado na seção 6.4.1, nessa proposta, utiliza-se o fato de que a estimativa da variância do retorno do ativo no instante t+1, dado as informações que possuímos até t, é dada por  $E[r_{t+1}^2 | F_t] = \sigma_{t+1|t}^2$ , ou seja, o valor esperado do retorno ao quadrado no instante t. Desta forma, definindo-se o erro de estimação da variância como sendo  $\varepsilon_{t+1|t} = r_{t+1}^2 - \sigma_{t+1|t}^2$ , pode-se obter a minimização deste erro ao identificar o menor valor da raiz do erro médio quadrático, através da equação:

$$RMSE_t = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_{t+1}^2 - \sigma_{t+1|t}^2(\lambda))^2} \quad (50)$$

Adicionalmente, para utilizar o mesmo fator para todas as séries de retornos dos vértices de cada ETTJ utilizada, adotou-se o procedimento também indicado no Riskmetrics:

- 1) Calculou-se, para cada ETTJ considerada, o somatório  $\Pi$  de todos os mínimos RMSE's,  $\tau_j$ 's, calculados para a série de retornos de cada vértice j:

$$\Pi = \sum_{j=1}^N \tau_j \quad (51)$$

- 2) Definiu-se a medida de erro relativo:

$$\theta_j = \tau_j / \Pi \quad (52)$$

3) Definiu-se o peso  $\phi_i$  para cada mínimo:

$$\phi_j = \theta_j^{-1} / \sum_{j=1}^N \theta_j^{-1} \quad (53)$$

4) Definiu-se o fator de decaimento ótimo:

$$\hat{\lambda} = \sum_{j=1}^N \hat{\lambda}_j \phi_j \quad (54)$$

Adotando os procedimentos acima foram obtidos os fatores de decaimento enumerados na Tabela 20 abaixo:

Séries de Retornos	Fator de decaimento ( $\lambda$ )
Taxas prefixadas	0,91
Taxas de cupom de IGP-M	0,86
Taxas de cupom de IPCA	0,95
Taxas de cupom de TR	0,92
Taxas de cupom cambial	0,73
IGP-M	0,97
IPCA	0,96
TR	0,97
Ibovespa	0,96
Dólar	0,96
ICB	0,98

Tabela 20: Fatores de decaimento do modelo EWMA

### 6.5.2. EWMA com parâmetros fixados de acordo com valores de referência

Em complemento aos valores das volatilidades estimadas utilizando a metodologia EWMA com os parâmetros ( $\lambda$ ) enumerados na Tabela 20 acima, também para fins comparativos foram elaboradas as séries históricas das volatilidades adotando outros parâmetros de referência: 0,94 e 0,97 (valores de referência do Riskmetrics para séries diárias e mensais respectivamente).

### 6.5.3. Modelo GARCH(1,1)

Como já apresentado, o modelo GARCH(p,q) generaliza o modelo ARCH(p) ao adicionar q parâmetros autorregressivos. Com isso, tem-se que a variância condicional é definida por:

$$\sigma_{t|t-1}^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (55)$$

Onde:

$\sigma_{t|t-1}^2$  é a variância condicional estimada em t

$\omega$  é uma constante positiva não nula



$\alpha_i$  é o parâmetro ponderador do erro do instante t-i contido no intervalo  $[0, \infty]$

$\varepsilon_{t-i}$  é o erro observado no instante t-i

$\beta_j$  é o parâmetro ponderador da variância condicional no instante t-j contido no intervalo  $[0, \infty]$

$$\sum_{i=1}^p \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_j < 1$$

Logo, tem-se que o modelo GARCH(1,1) é definido por:

$$\sigma_{t|t-1}^2 = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (56)$$

Ao permitir que  $\sum_{i=1}^p \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_j = 1$ , tem-se um modelo do tipo IGARCH(p,q), particularmente para um IGARCH(1,1) teria:  $\alpha_1 + \beta_1 = 1 \rightarrow \alpha_1 = 1 - \beta_1$

$$\sigma_{t|t-1}^2 = \omega + (1 - \beta_1) \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (57)$$

E caso  $\omega = 0$ , conclui-se que nesta situação que o EWMA é um caso particular de um modelo IGARCH.

Tal comparação é importante para mercados voláteis como o Brasil, pois, nesses mercados, observa-se empiricamente um nível de persistência alto para séries financeiras e, por isso, é muito comum utilizar valores altos para  $\alpha + \beta$ , muito próximos ao limite superior de 1, quando considerado o modelo GARCH(1,1), comumente utilizado.

Adicionalmente, o valor  $\omega$  pode ser interpretado como o peso de informações de longuíssimo prazo para a definição da volatilidade e, considerando a variabilidade das séries financeiras de mercados emergentes, é comum que esse peso seja pequeno. Logo, é normal  $\omega$  ser muito próximo de 0.

Por esses e outros motivos, justifica-se a utilização, até hoje, da metodologia EWMA no cálculo de volatilidade de séries financeiras, pois a mesma produz bons resultados e dificilmente há ganhos significativos em adotar o modelo GARCH(p,q). A sua utilização é observada na gestão de fundos de investimentos, em diversos softwares financeiros e até mesmo na elaboração de modelos padrão (por exemplo, BCB). Sendo assim, considerando a ampla utilização da metodologia EWMA, sua eficácia e a simplicidade de implementação e replicação pelo mercado, esse método foi o utilizado como padrão para cálculo da volatilidade das séries financeiras consideradas na definição do modelo.

Contudo foram estimados os valores das volatilidades utilizando o modelo GARCH(1,1) e o resultado pode ser comparado nas figuras abaixo. Nas figuras, a linha contínua vermelha indica o valor estimado utilizando o EWMA com os parâmetros estimados indicados na Tabela 20, a linha tracejada azul indica o valor estimado utilizando o EWMA com o fator de decaimento igual a 0,97, a linha tracejada verde indica o valor estimado utilizando o EWMA com o fator de decaimento igual a 0,94, a linha tracejada amarela indica o valor estimado utilizando o modelo GARCH e a linha tracejada preta indica o valor estimado do desvio padrão incondicional.

Destaca-se que as séries de volatilidades alternativas utilizando EWMA ( $\lambda = 0,97$  e  $0,94$ ) abordadas nessa seção foram estimadas com o objetivo de serem utilizadas como valores de comparação nos diagnósticos documentados nas próximas seções.

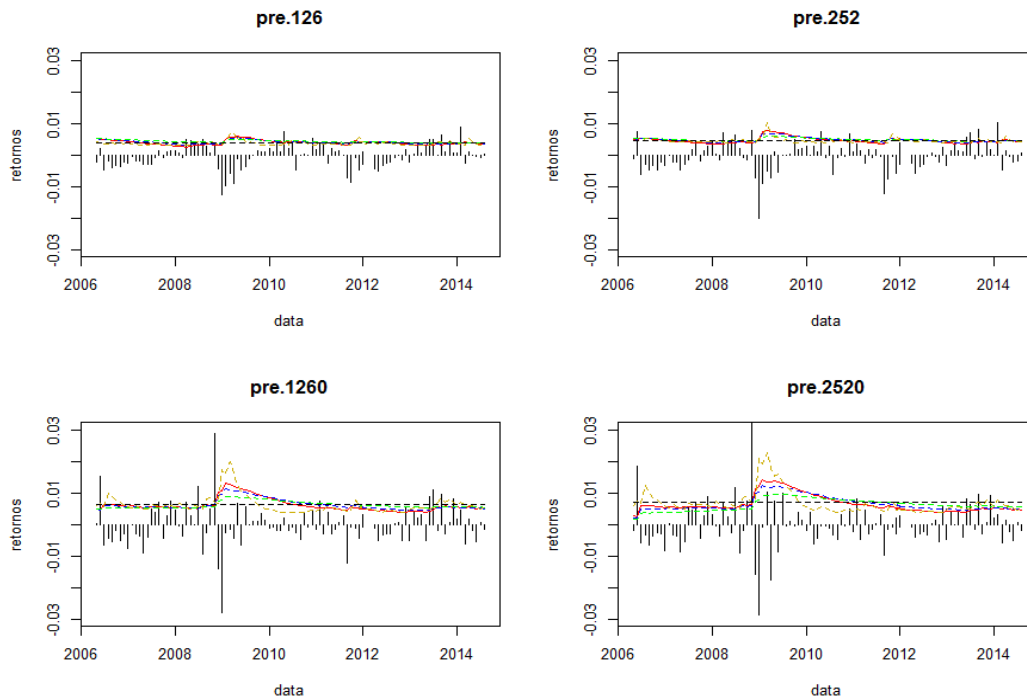


Figura 22<sup>32</sup>: Volatilidades dos retornos dos vértices prefixados de 6 meses, 1, 5 e 10 anos

<sup>32</sup> Para essa análise e para as outras nas demais seções, somente foram indicados, para exemplificação, os gráficos referente às séries de retornos dos vértices de 6 meses, 1 ano, 5 anos e 10 anos das cinco curvas de juros, retornos do Ibovespa, retornos do dólar e retornos do ICB.

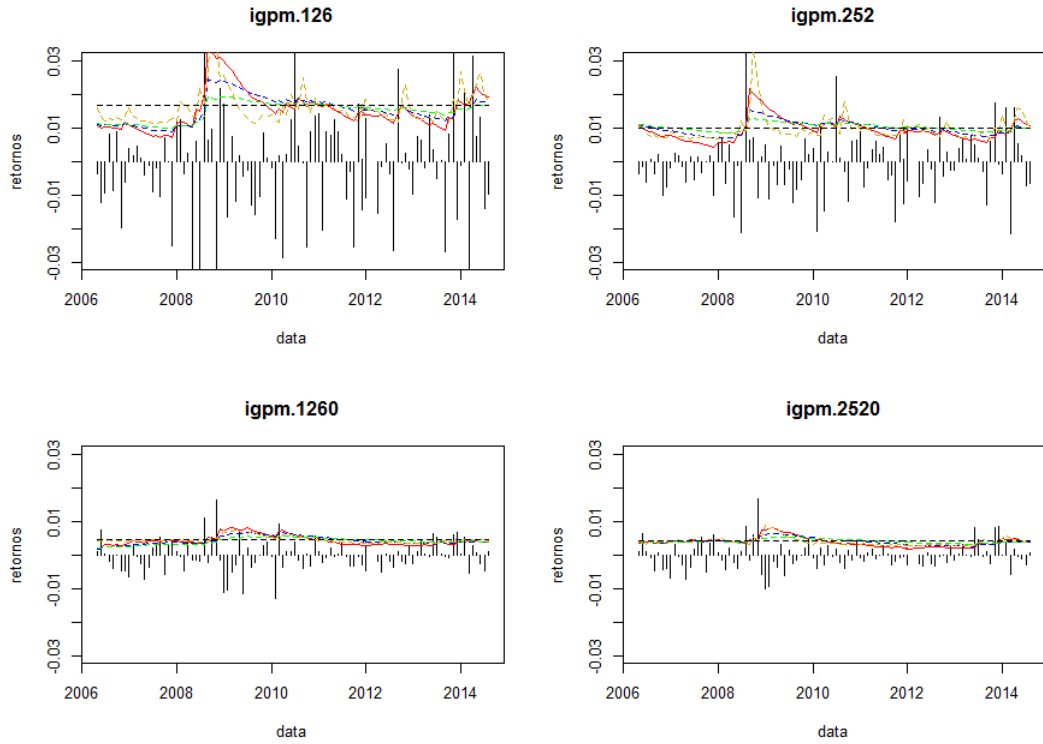


Figura 23: Volatilidades dos retornos dos vértices de cupom de IGPM de 6 meses, 1, 5 e 10 anos

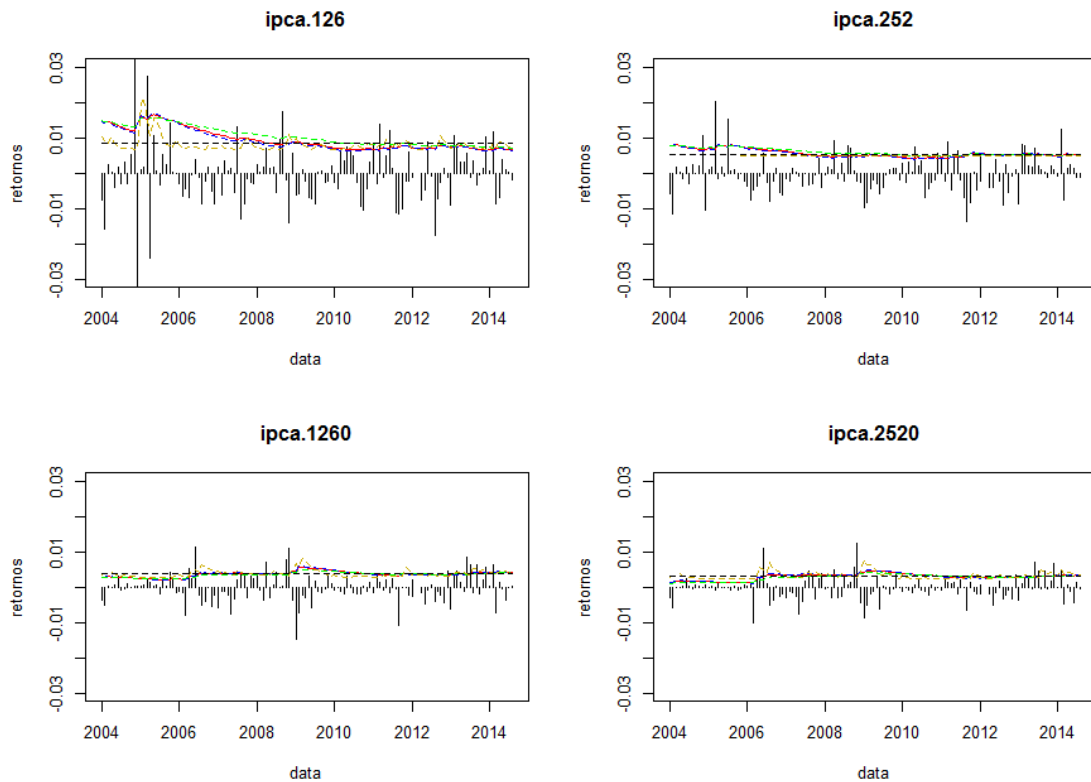


Figura 24: Volatilidades dos retornos dos vértices de cupom de IPCA de 6 meses, 1, 5 e 10 anos

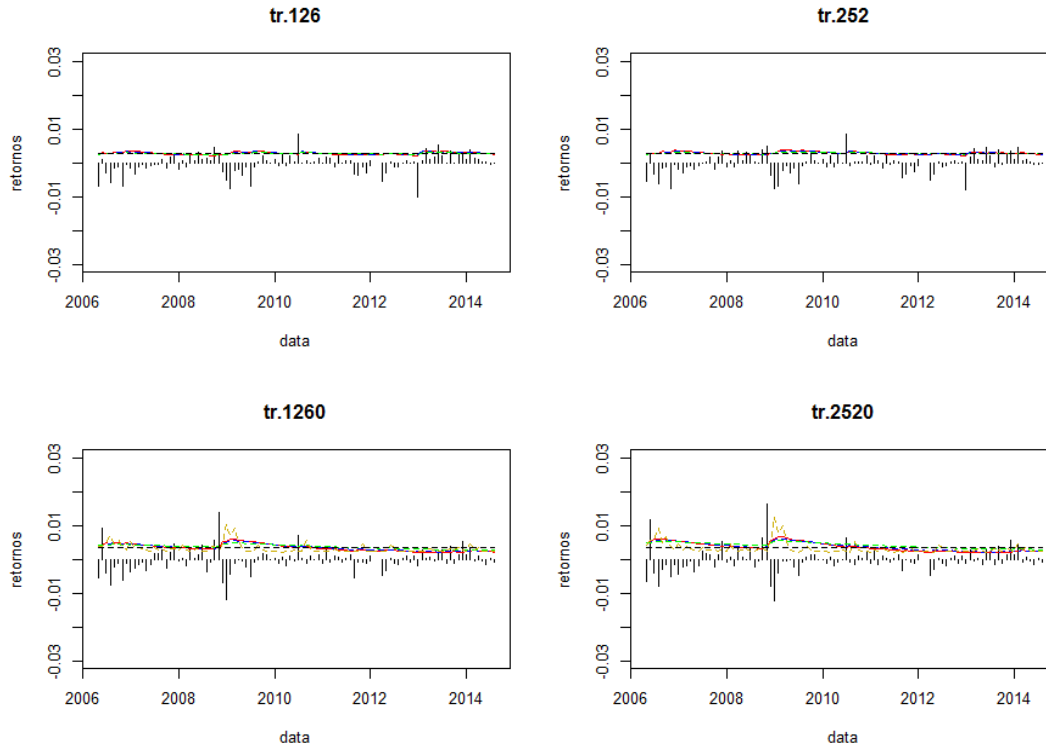


Figura 25: Volatilidades dos retornos dos vértices de cupom de TR de 6 meses, 1, 5 e 10 anos

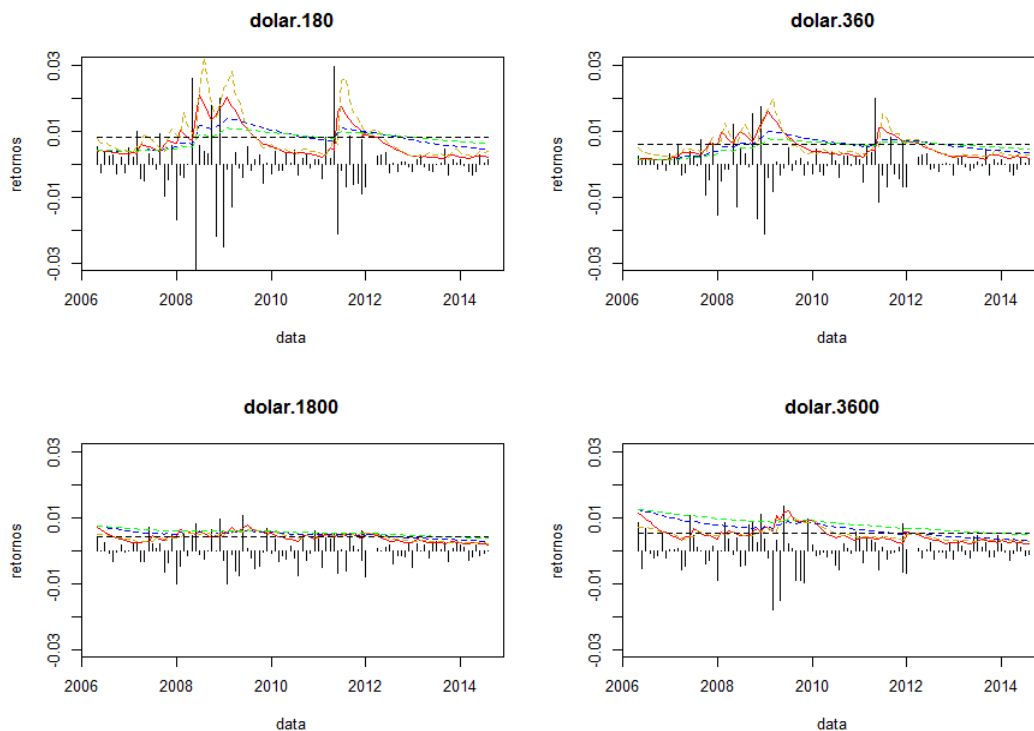
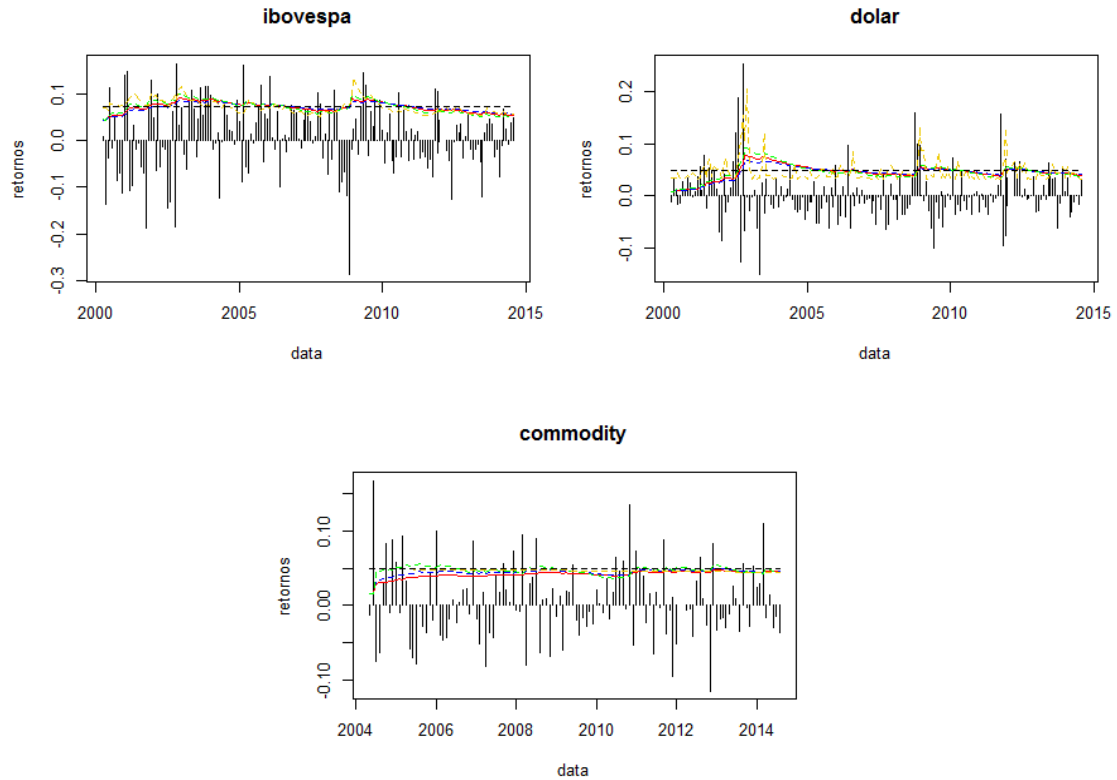


Figura 26<sup>33</sup>: Volatilidades dos retornos dos vértices de dólar de 6 meses, 1, 5 e 10 anos

<sup>33</sup> Indicou-se os prazos em dias corridos, pois é um padrão para os cupons cambiais, contudo, para fins de cálculo dos fatores, utilizou-se as taxas equivalentes para o padrão dias úteis e capitalização exponencial.



**Figura 27: Volatilidades dos retornos do IBOVESPA, dólar e ICB**

Como pode ser verificado acima, todos os métodos, EWMA com fatores de decaimento  $\lambda$  estimados, EWMA ( $\lambda = 0,97$  e  $0,94$ ) e GARCH produziram valores de volatilidade semelhantes. Na Tabela 21 abaixo foram indicadas as volatilidades estimadas pelo método EWMA, utilizando os parâmetros enumerados na Tabela 20, tendo julho de 2014 como o mês de referência das séries. Além disso, na Tabela 22 foram indicadas as volatilidades dos índices.

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
1 mês	0.0024				0.0022
3 meses	0.0026	0.0293	0.0189	0.0024	0.0021
6 meses	0.0031	0.0180	0.0063	0.0024	0.0019
1 ano	0.0039	0.0101	0.0048	0.0023	0.0016
1,5 ano	0.0043	0.0071	0.0049	0.0022	0.0014
2 anos	0.0045	0.0057	0.0048	0.0021	0.0013
2,5 anos	0.0046	0.0049	0.0045	0.0021	0.0013
3 anos	0.0047	0.0045	0.0044	0.0021	0.0013
4 anos	0.0047	0.0039	0.0041	0.0021	0.0014
5 anos	0.0046	0.0036	0.0038	0.0020	0.0015
10 anos	0.0043	0.0034	0.0031	0.0021	0.0017
15 anos	0.0043	0.0036	0.0029	0.0022	
20 anos		0.0037	0.0029	0.0024	
25 anos		0.0038	0.0029	0.0026	
30 anos		0.0039	0.0031	0.0027	
35 anos		0.0040	0.0032	0.0028	
40 anos		0.0040	0.0034	0.0029	

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
45 anos		0.0040	0.0036	0.0030	
50 anos		0.0041	0.0039	0.0031	

**Tabela 21: Volatilidades estimadas em Julho de 2014**

Índices	IGPM	IPCA	TR	Ibovespa	Dólar	ICB
Volatilidades	0.0058	0.0024	0.0005	0.0530	0.0395	0.0449

**Tabela 22: Volatilidades dos Índices Estimadas em Julho de 2014**

Destaca-se primeiramente que as volatilidades das séries dos retornos dos índices de IGPM, IPCA e TR foram calculadas utilizando a equação 49 e não a simplificação adotada pelo Riskmetrics na equação 48. Tal procedimento diferenciado foi identificado como necessário, pois a adoção das premissas que devem ser consideradas para se utilizar a equação 48 resultou em volatilidades superestimadas devido às características das três séries.

Outro ponto importante que merece destaque é que, embora possam ser indicadas as séries de retornos de todos os vértices necessários para a definição do modelo, algumas destas séries são resultados de um processo de extrapolação. Tal procedimento é necessário, pois, seguindo os critérios para estimação das curvas de juros pela SUSEP, os últimos valores utilizados na construção das curvas são atualmente:

- Curva prefixada: Contratos com vencimento de aproximadamente 10 anos
- Curva de cupom de IPCA: Títulos NTN-B com vencimentos em aproximadamente 35 anos
- Curva de cupom IGPM: Contratos com vencimento de aproximadamente 10 anos
- Curva de cupom TR: Contratos com vencimento de aproximadamente 10 anos
- Curva de cupom cambial: Contratos com vencimento de aproximadamente 10 anos

Diante disso, utilizar pontos que excedam os prazos indicados acima pode adicionar uma volatilidade espúria o que poderia maximizar a parcela do capital. Desta forma, seguiu-se procedimento semelhante ao BCB e Solvência II. Nestes modelos, foram incluídas somente as volatilidades de vértices diretamente observados (negociados). Para maiores detalhes vide documentos de calibração CEIOPS (2010a) e Carta-Circular nº 3.498 do BCB.

Desta forma as volatilidades utilizadas no modelo padrão são:

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
1 mês	0.0024				0.0022
3 meses	0.0026	0.0293	0.0189	0.0024	0.0021
6 meses	0.0031	0.0180	0.0063	0.0024	0.0019
1 ano	0.0039	0.0101	0.0048	0.0023	0.0016
1,5 ano	0.0043	0.0071	0.0049	0.0022	0.0014
2 anos	0.0045	0.0057	0.0048	0.0021	0.0013

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
2,5 anos	0.0046	0.0049	0.0045	0.0021	0.0013
3 anos	0.0047	0.0045	0.0044	0.0021	0.0013
4 anos	0.0047	0.0039	0.0041	0.0021	0.0014
5 anos	0.0046	0.0036	0.0038	0.0020	0.0015
10 anos	0.0043	0.0034	0.0031	0.0021	0.0017
15 anos	0.0043	0.0034	0.0029	0.0021	
20 anos		0.0034	0.0029	0.0021	
25 anos		0.0034	0.0029	0.0021	
30 anos		0.0034	0.0031	0.0021	
35 anos		0.0034	0.0032	0.0021	
40 anos		0.0034	0.0032	0.0021	
45 anos		0.0034	0.0032	0.0021	
50 anos		0.0034	0.0032	0.0021	

Tabela 23: Volatilidades Estimadas em Julho de 2014 Considerando os Vértices Observados

Os valores indicados acima são as estimativas das volatilidades das séries mensais de retornos. Contudo, são necessárias para o cálculo do capital para o horizonte de três meses as estimativas trimestrais das volatilidades. Para isso, adotou-se a premissa dos resíduos serem independentes e identicamente distribuídos (iid) e, com isso, a relação:

$$\sigma^{(trimestral)} = \sigma^{(mensal)}\sqrt{3} \quad (58)$$

Como resultado as seguintes volatilidades trimestrais serão utilizadas:

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
1 mês	0.0042				0.0038
3 meses	0.0045	0.0507	0.0327	0.0042	0.0036
6 meses	0.0054	0.0312	0.0109	0.0042	0.0033
1 ano	0.0068	0.0175	0.0083	0.0040	0.0028
1,5 ano	0.0074	0.0123	0.0085	0.0038	0.0024
2 anos	0.0078	0.0099	0.0083	0.0036	0.0023
2,5 anos	0.0080	0.0085	0.0078	0.0036	0.0023
3 anos	0.0081	0.0078	0.0076	0.0036	0.0023
4 anos	0.0081	0.0068	0.0071	0.0036	0.0024
5 anos	0.0080	0.0062	0.0066	0.0035	0.0026
10 anos	0.0074	0.0059	0.0054	0.0036	0.0029
15 anos	0.0074	0.0059	0.0050	0.0036	
20 anos		0.0059	0.0050	0.0036	
25 anos		0.0059	0.0050	0.0036	
30 anos		0.0059	0.0054	0.0036	
35 anos		0.0059	0.0055	0.0036	
40 anos		0.0059	0.0055	0.0036	
45 anos		0.0059	0.0055	0.0036	
50 anos		0.0059	0.0055	0.0036	

Tabela 24: Volatilidades Anualizadas estimadas em Julho de 2014 considerando os vértices líquidos

Índices	IGPM	IPCA	TR	Ibovespa	Dólar	ICB
Volatilidades	0.0100	0.0042	0.0009	0.0918	0.0684	0.0778

Tabela 25: Volatilidades Anualizadas dos Índices Estimadas em Julho de 2014

#### 6.5.4. Análises dos resíduos

É de suma importância, após a estimação de um modelo, verificar se ainda há alguma relação linear na série temporal dos resíduos gerados pelo modelo. Adicionalmente, convém verificar se também não há qualquer relação não linear nos mesmos. Para o estudo das relações lineares utilizou-se o procedimento comum de analisar os gráficos das funções de autocorrelação (FAC) e para a análise das relações não lineares estudou-se a FAC dos quadrados dos resíduos. Para isso, utilizando as premissas descritas acima e a equação 33, foram definidos os seguintes valores para os resíduos estimados:

$$\hat{\epsilon}_t = r_t / \hat{\sigma}_t |_{t-1}. \quad (59)$$

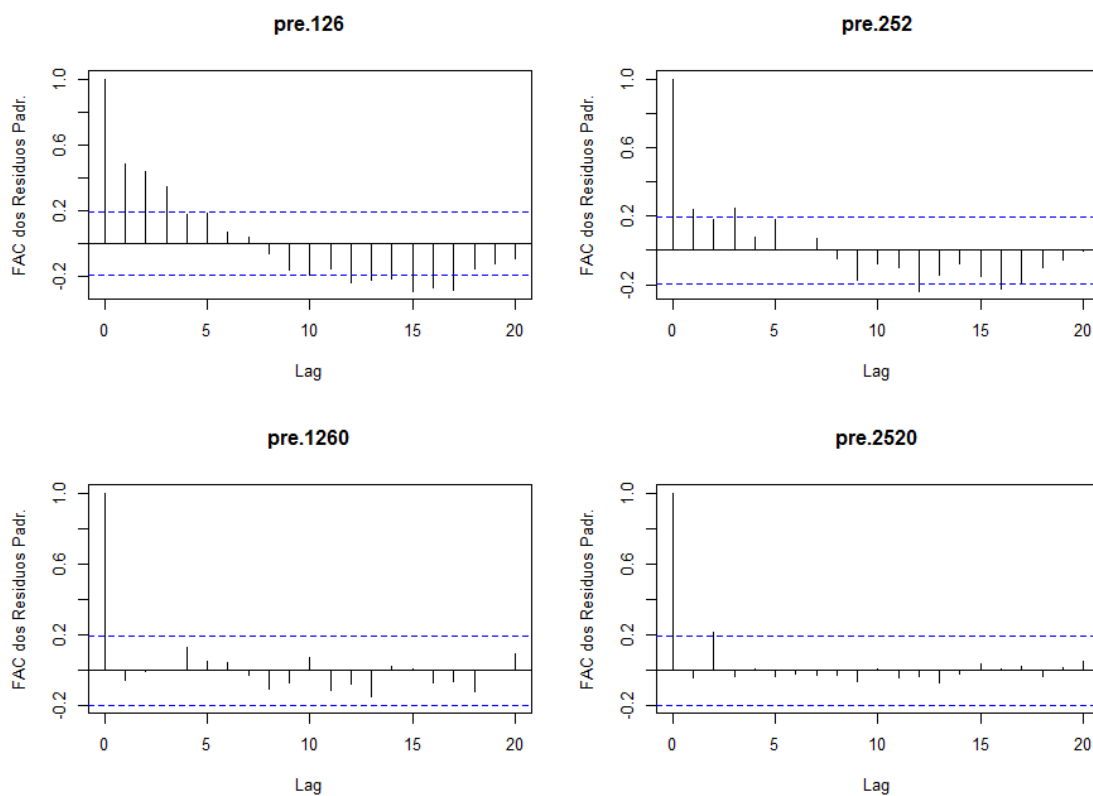
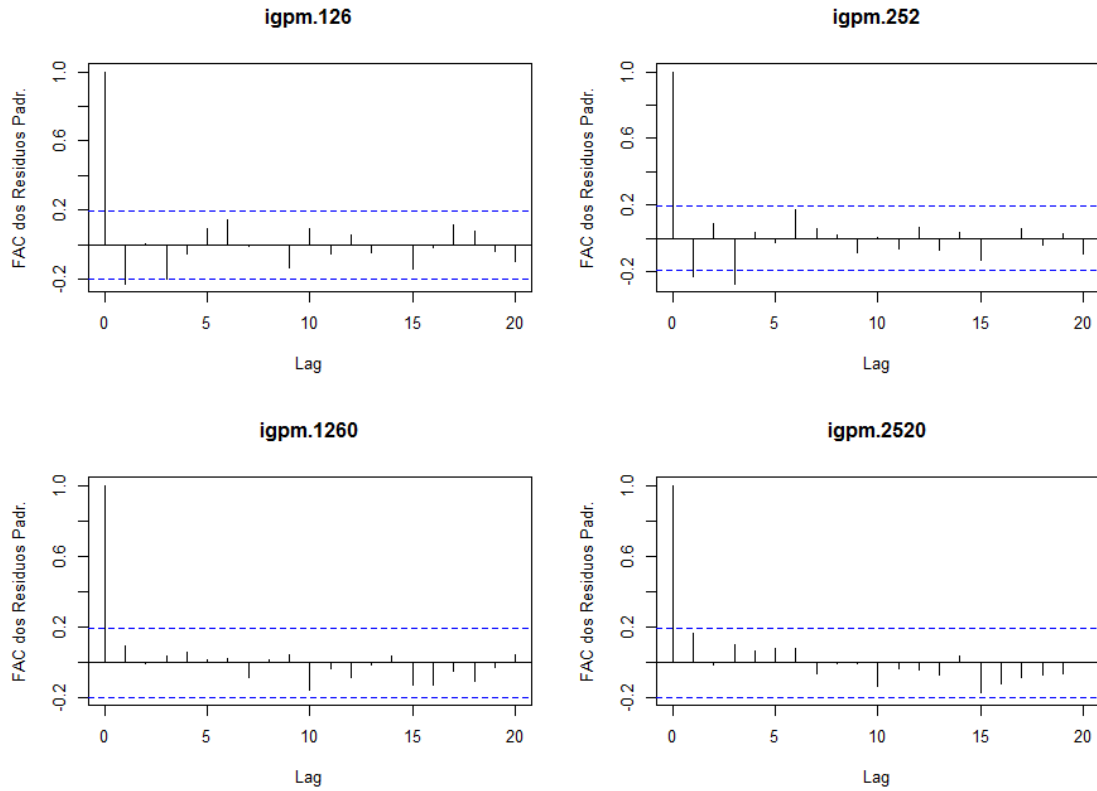
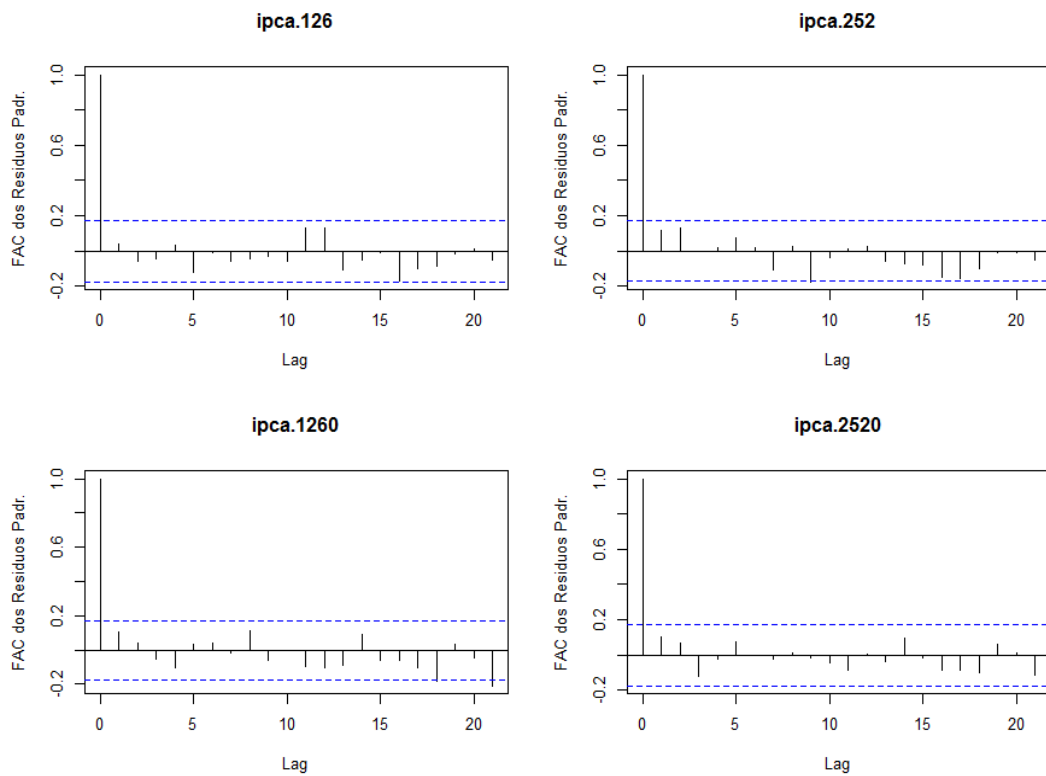


Figura 28: FAC dos Resíduos Padronizados dos vértices prefixados de 6 meses, 1, 5 e 10 anos





**Figura 29: FAC dos Resíduos Padronizados dos vértices de cupom de IGPM de 6 meses, 1, 5 e 10 anos**



**Figura 30: FAC dos Resíduos Padronizados dos vértices de cupom de IPCA de 6 meses, 1, 5 e 10 anos**

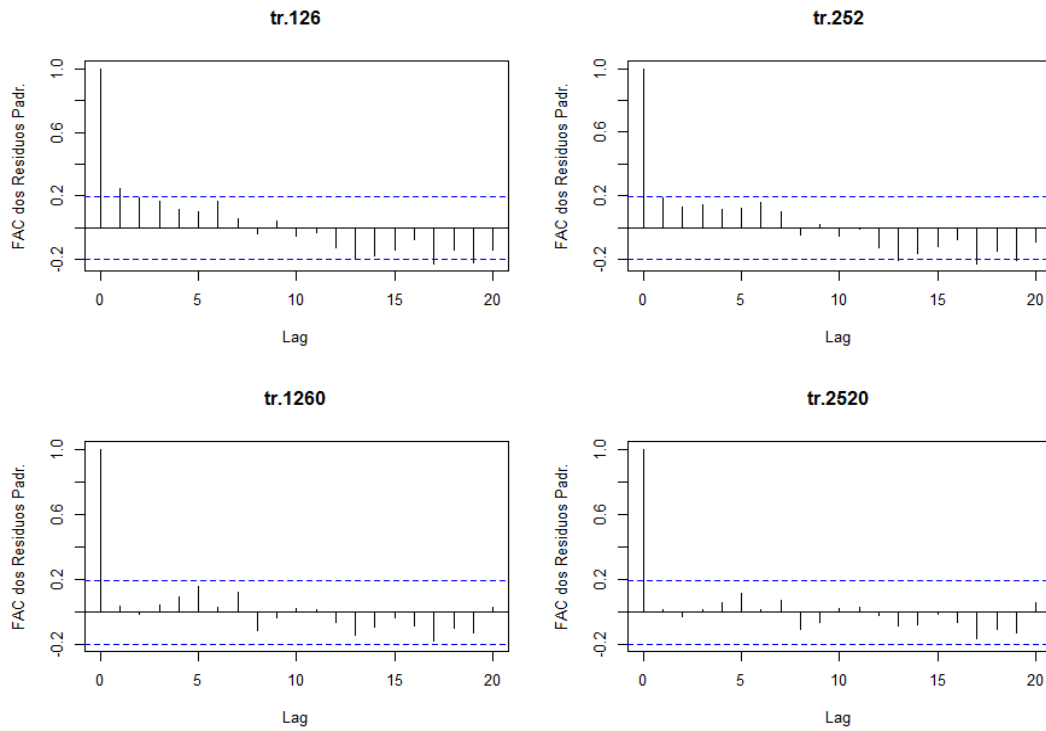


Figura 31: FAC dos Resíduos Padronizados dos vértices de cupom de TR de 6 meses, 1, 5 e 10 anos

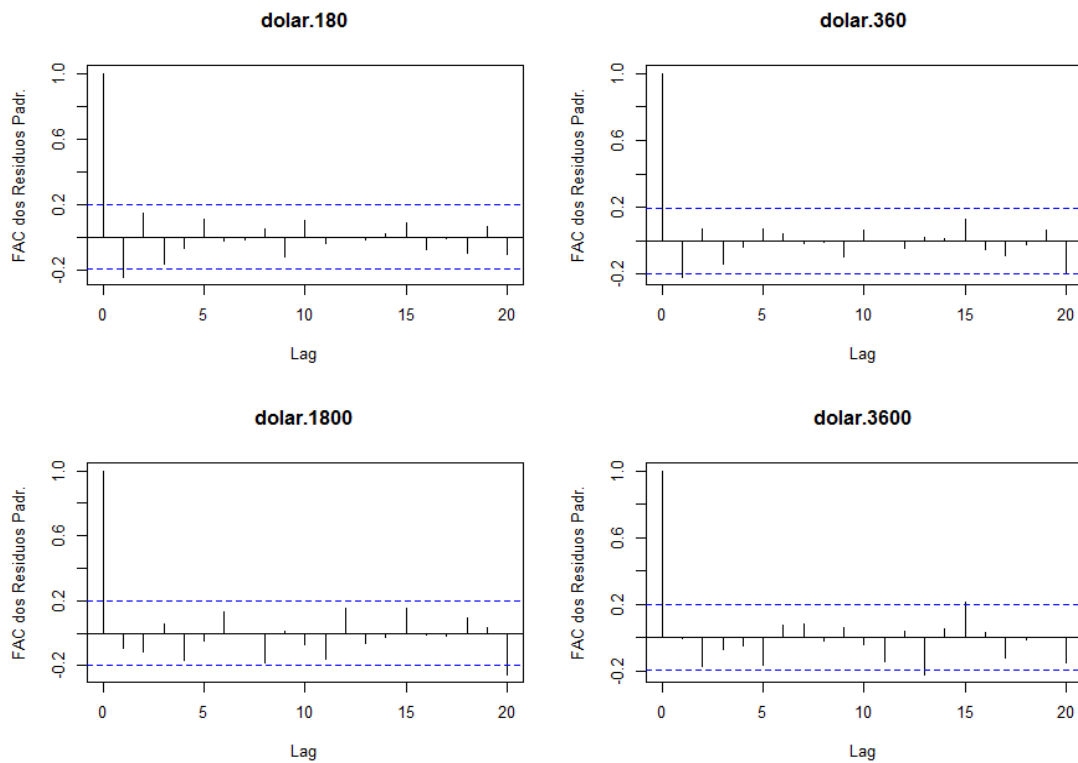


Figura 32: FAC dos Resíduos Padronizados dos vértices de cupom de dólar de 6 meses, 1, 5 e 10 anos

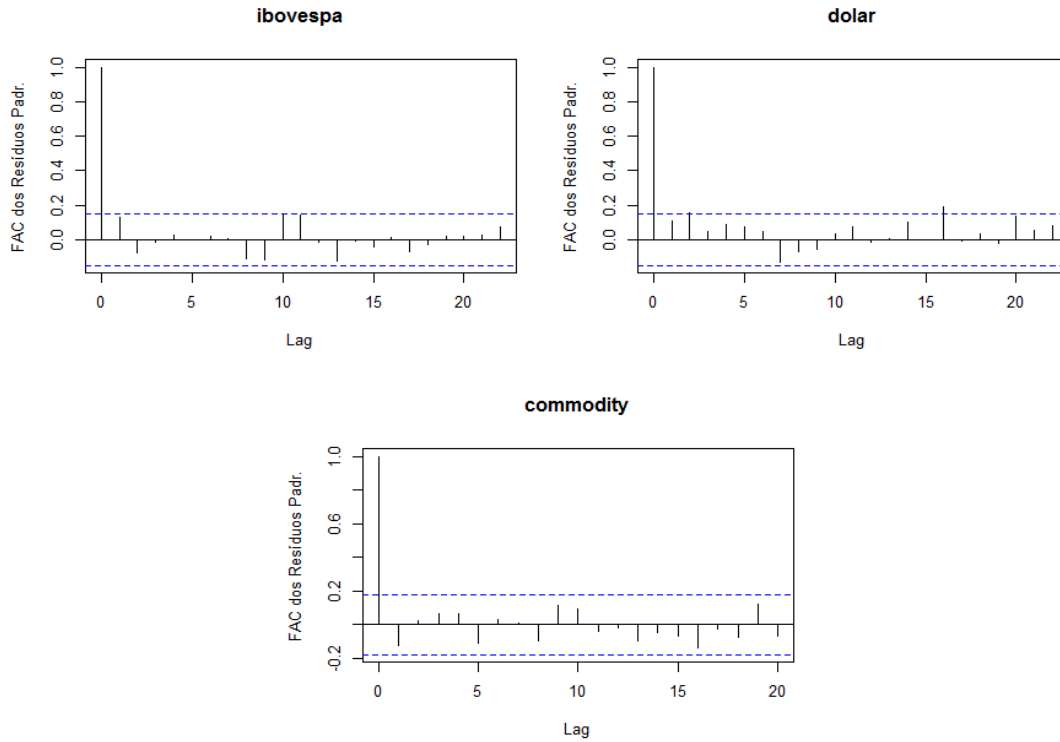


Figura 33: FAC dos Resíduos Padronizados do IBOVESPA, dólar e ICB

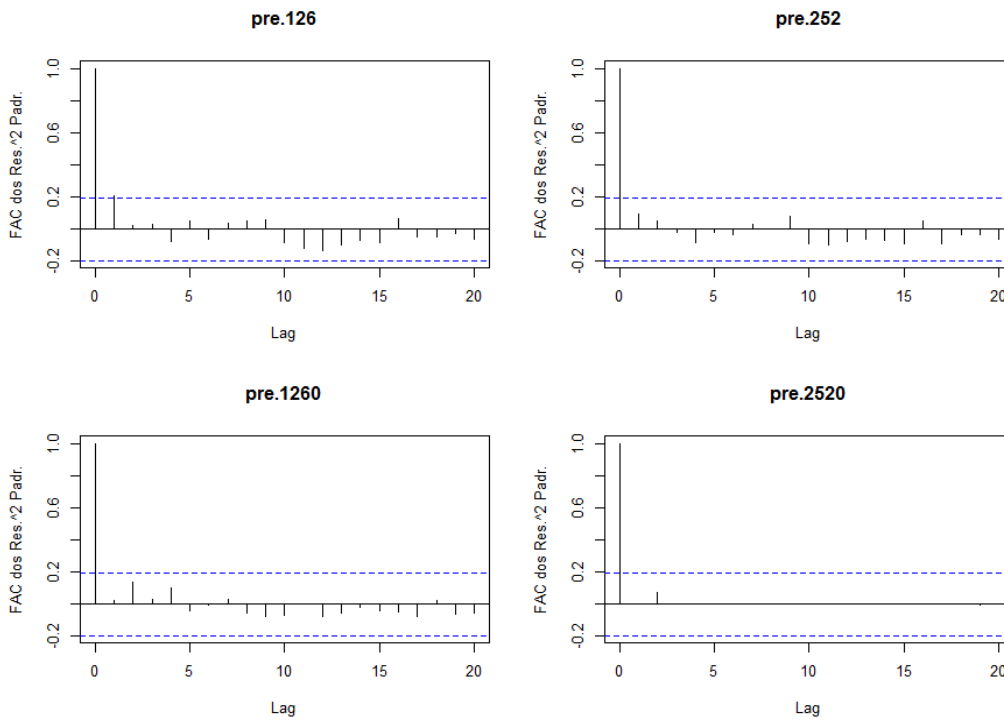
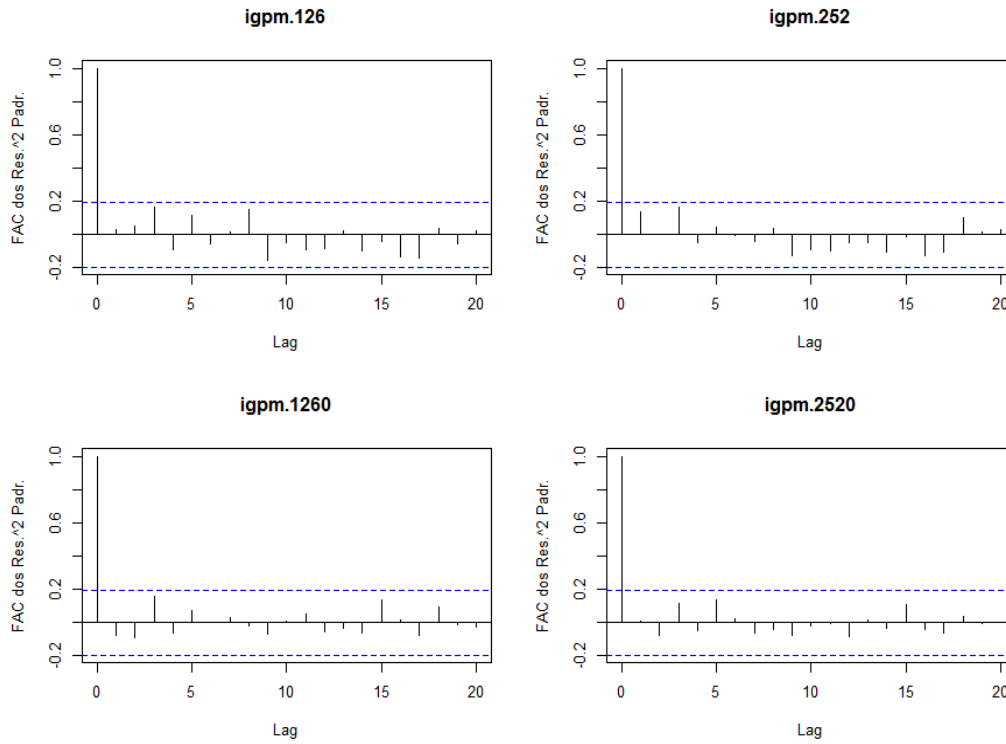
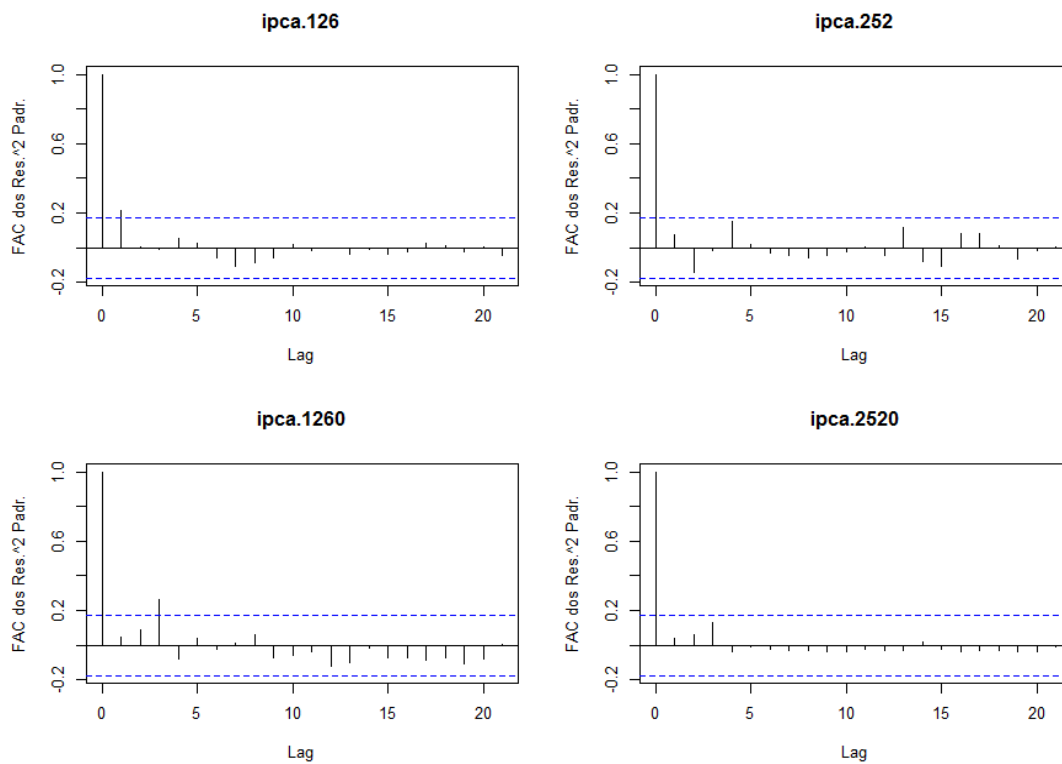


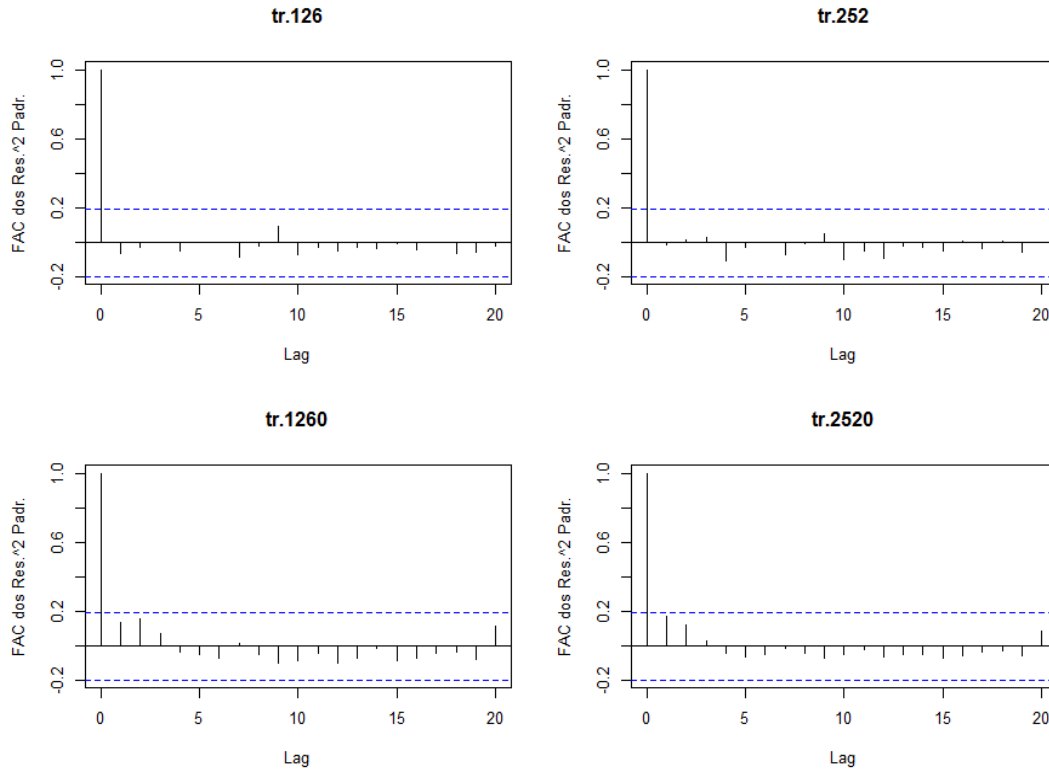
Figura 34: FAC dos Quadrados dos Resíduos Padronizados dos vértices prefixados de 6 meses, 1, 5 e 10 anos



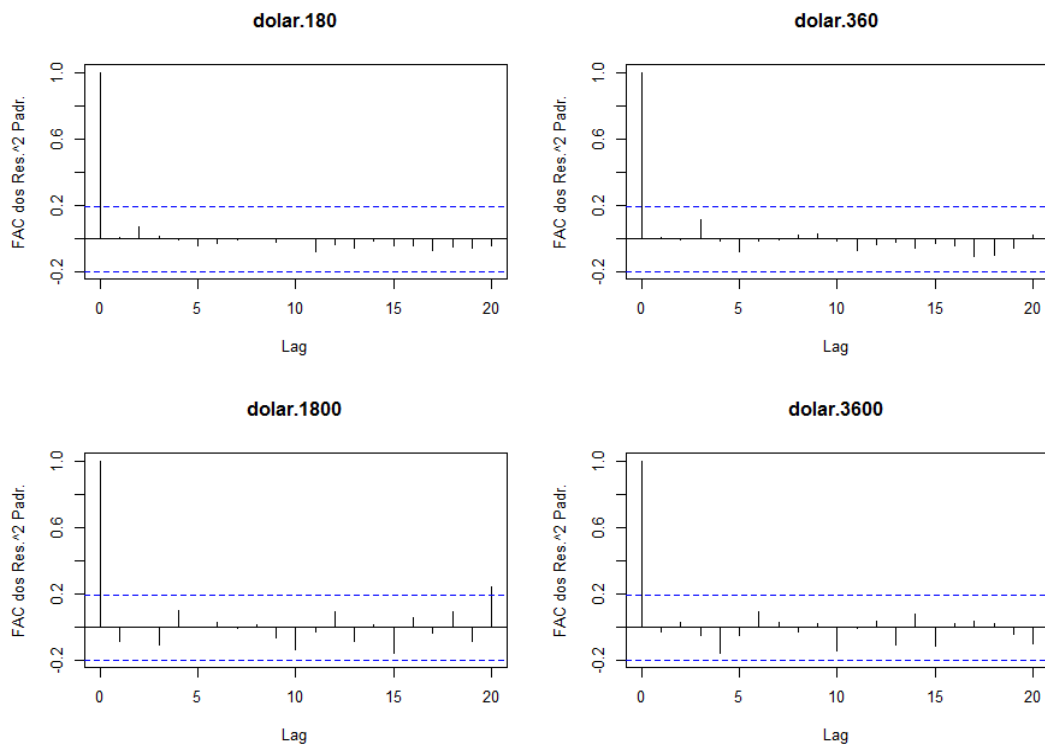
**Figura 35: FAC dos Quadrados dos Resíduos Padronizados dos vértices de cupom de IGPM de 6 meses, 1, 5 e 10 anos**



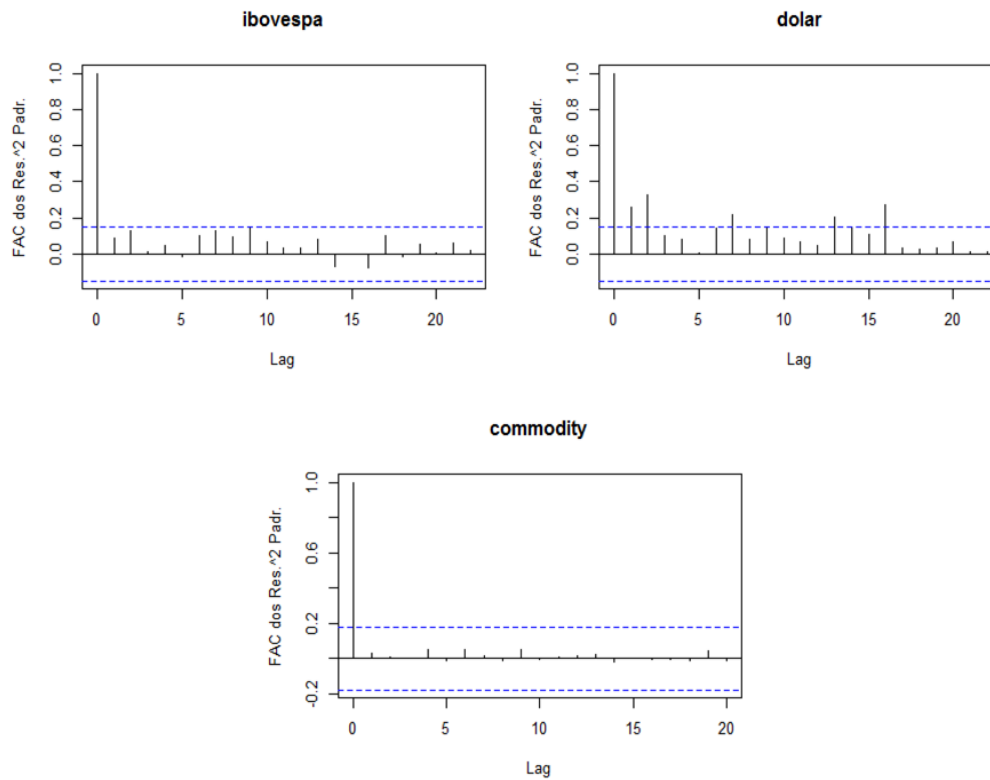
**Figura 36: FAC dos Quadrados dos Resíduos Padronizados dos vértices de cupom de IPCA de 6 meses, 1, 5 e 10 anos**



**Figura 37: FAC dos Quadrados dos Resíduos Padronizados dos vértices de cupom de TR de 6 meses, 1, 5 e 10 anos**



**Figura 38: FAC dos Quadrados dos Resíduos Padronizados dos vértices de cupom de dólar de 6 meses, 1, 5 e 10 anos**



**Figura 39: FAC dos Quadrados dos Resíduos Padronizados do IBOVESPA, dólar e ICB**

Os gráficos das funções de autocorrelações das séries em geral não evidenciam uma estrutura de dependência temporal linear ou não linear dos retornos. Com exceção somente para os resíduos gerados pela série do retorno do dólar. Contudo, na maioria das séries considera-se um bom resultado, pois não há evidências que novas estruturas de dependências precisam ser tratadas.

Outro importante procedimento de verificação de dependência temporal é o teste de Ljung-Box. Tal teste possui as seguintes hipóteses:

- Hipótese Nula ( $H_0$ ):  $p(1) = \dots p(m) = 0$ , isto é, a série trata-se de um ruído branco – RW1.
- Hipótese Alternativa ( $H_a$ ): Pelo menos um  $p(i) \neq 0$

Para avaliar as hipóteses o teste utiliza a seguinte estatística de teste:

$$LB(m) = T(T + 2) \sum_{k=1}^m \frac{\hat{p}(k)^2}{T-k} \quad (60)$$

Demonstra-se que sob  $H_0$  a estatística acima possui distribuição qui-quadrada com  $m$  graus de liberdade. Diante do exposto efetuou-se o teste de Ljung-box com o objetivo de verificar a hipótese nula de independência dos resíduos e dos quadrados dos resíduos. O resultado foi consolidado nas tabelas abaixo:

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
1 mês	0.0000				0.0107
3 meses	0.0000	0.1778	0.0244	0.0074	0.0104
6 meses	0.0000	0.0229	0.6645	0.0129	0.0127
1 ano	0.0141	0.0190	0.1869	0.0537	0.0284
1,5 ano	0.2095	0.0698	0.1069	0.1499	0.2154
2 anos	0.5642	0.2970	0.0005	0.2854	0.1006
2,5 anos	0.8885	0.9926	0.0196	0.4192	0.1062
3 anos	0.8840	0.9055	0.0685	0.5263	0.1243
4 anos	0.6506	0.6119	0.1612	0.6565	0.1897
5 anos	0.5530	0.3369	0.2260	0.7182	0.3384
10 anos	0.6504	0.0972	0.2251	0.8571	0.9342
15 anos	0.0972	0.1892	0.2845	0.9404	
20 anos		0.4387	0.5478	0.7337	
25 anos		0.6951	0.7083	0.5797	
30 anos		0.9005	0.8766	0.4759	
35 anos		0.9462	0.8786	0.4060	
40 anos		0.8344	0.5689	0.3574	
45 anos		0.7523	0.3045	0.3223	
50 anos		0.6908	0.1542	0.2959	

Tabela 26: Teste de Ljung-Box nos Resíduos das Curvas de Juros

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
1 mês	0.1239				0.8769
3 meses	0.0605	0.9727	0.1121	0.4154	0.9369
6 meses	0.0370	0.7569	0.0143	0.5134	0.9648
1 ano	0.3594	0.1611	0.3865	0.8798	0.9524
1,5 ano	0.7093	0.4590	0.9813	0.6868	0.8817
2 anos	0.8627	0.9068	0.0002	0.4458	0.9957
2,5 anos	0.8655	0.9969	0.2725	0.3410	0.8096
3 anos	0.8202	0.4988	0.6926	0.2849	0.9136
4 anos	0.7693	0.3663	0.7035	0.2140	0.4892
5 anos	0.7995	0.4100	0.5813	0.1672	0.3762
10 anos	0.9870	0.9586	0.6410	0.0846	0.7653
15 anos	0.8322	0.9672	0.9312	0.0799	
20 anos		0.9442	0.9199	0.0993	
25 anos		0.9970	0.9425	0.1239	
30 anos		0.9130	0.9650	0.1447	
35 anos		0.8453	0.9705	0.1600	
40 anos		0.8032	0.9544	0.1710	
45 anos		0.7795	0.9928	0.1788	
50 anos		0.7665	0.7505	0.1845	

Tabela 27: Teste de Ljung-Box nos Quadrados dos Resíduos das Curvas de Juros

	IGPM	IPCA	TR	Ibovespa	Dólar	ICB
Resíduos	0.0000	0.0000	0.0000	0.0803	0.1466	0.1574
Resíduos <sup>2</sup>	0.0000	0.0000	0.0000	0.2295	0.0006	0.7037

Tabela 28: Teste de Ljung-Box nos Resíduos dos índices

Como se verifica nas tabelas acima, na maioria das séries não se rejeita a hipótese dos resíduos serem linearmente (e não linearmente) independentes. Das 83 séries de resíduos, somente 8 séries apresentaram indícios de relação linear ao nível de 1% de significância (18 ao nível de 5%). Adicionalmente, verificou-se que somente 5 séries de resíduos apresentaram indícios de relação não linear ao nível de 1% de significância (7 ao nível de 5%). Considerando a adoção de um critério de modelagem único para todas as séries estudadas, de forma que o modelo padrão fosse o mais parcimonioso possível (somente um parâmetro), pode-se considerar que o resultado é satisfatório, pois a grande maioria das séries de resíduos não indicam a existência de qualquer relação de dependência temporal linear ou não linear. Resultados semelhantes foram obtidos utilizando-se EWMA (0,94), EWMA(0,97) e GARCH(1,1,). Com isso poderiam ser testados outros métodos de estimação, mas isso exigiria mais parâmetros e outras estruturas para o modelo, o que tornaria a abordagem padrão altamente complexa e provavelmente sem ganhos significativos na determinação do requerimento de capital.

#### 6.5.5. Procedimentos de validação do nível de cobertura (Back Testing)

Segundo Christoffersen (1998), a partir de uma amostra de uma série temporal  $Y_t$  e de uma sequência de intervalos de previsão fora dessa amostra, é possível definir a seguinte variável indicadora:

$$I_t = \begin{cases} 1 & \text{se } y_t \in [L_{t/t-1}(p), U_{t/t-1}(p)] \quad (r_t \geq r_t^{(\alpha)}) \\ 0 & \text{se } y_t \notin [L_{t/t-1}(p), U_{t/t-1}(p)] \quad (r_t \leq r_t^{(\alpha)}) \end{cases}, t = 1, \dots, T \quad (61)$$

Onde:

$L_{t/t-1}(p)$  e  $U_{t/t-1}(p)$  são, respectivamente, os limites inferior e superior para um intervalo de previsão para o tempo  $t$  feito no tempo  $t - 1$ , considerando uma probabilidade de cobertura  $p$ .

Assim, interpreta-se que se  $I_t = 1$ , houve cobertura com probabilidade  $p$  ou houve violação com probabilidade  $1 - p$ . Em contrapartida, se  $I_t = 0$ , não houve cobertura com probabilidade  $p$  ou não houve violação com probabilidade  $1 - p$ .

Outra definição útil é a de que uma sequência de intervalos de previsão é dita eficiente em relação à amostra observada até  $t - 1$  se  $E[I_t/F_{t-1}] = p$  para todo  $t$ . Esta definição permite formar testes de intervalo de previsão sem assumir uma distribuição a priori, o que é muito importante no cálculo do VaR.



A partir das definições apresentadas, podem-se estabelecer testes que têm o objetivo de verificar se ocorre ou não violação. Estes testes serão apresentados a seguir de acordo com Christoffersen (1998).

### 6.5.5.1. Teste de Kupiec

O teste de Kupiec testa a cobertura incondicional de uma sequência  $I_t$  considerando-a como sendo independente e identicamente distribuída, onde  $I_t \sim \text{Bernoulli}(p)$  com  $t = 1, \dots, T$ . Assim têm-se as seguintes hipóteses para o teste:

$H_0: E[I_t] = p$ , i.e., o nível de cobertura é correto

$H_1: E[I_t] \neq p$ , i.e., o nível de cobertura não é correto

Neste caso a função de verossimilhança sob  $H_0$  é dada por:

$$L(p; I_1, I_2, \dots, I_T) = (1 - p)^{n_0} p^{n_1} \quad (62)$$

Onde:

$n_0$  e  $n_1$  são o número de não violações e de violações, respectivamente.

E sob  $H_1$ :

$$L(\pi; I_1, I_2, \dots, I_T) = (1 - \pi)^{n_0} \pi^{n_1} \quad (63)$$

Assim, a estatística de teste, seguindo o conceito de testes de razão de verossimilhança irrestrita e restrita, é definida por:

$$LR_{uc} = -2 \log \left[ \frac{L(p; I_1, I_2, \dots, I_T)}{L(\hat{\pi}; I_1, I_2, \dots, I_T)} \right] \sim \chi_{(s-1)}^2 = \chi_{(1)}^2 \quad (64)$$

Onde:

$\hat{\pi} = \frac{n_1}{(n_0 + n_1)}$  é o estimador de máxima verossimilhança de  $\pi$ ,  $s = 2$  é o número de resultados possíveis da sequência e  $n_0 + n_1 = T$ .

Vale lembrar que o teste de Kupiec possui uma deficiência, pois não leva em consideração a possível existência de dependência entre as sequências de violações. Assim, em casos de dependência, como na série de retornos, o teste torna-se não confiável e a fim de solucionar esse problema propõem-se outros testes como veremos a seguir.

Realizando o teste de Kupiec os resultados para os métodos foram:

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
1 mês	0.1047				0.3763
3 meses	0.0228	0.0006	0.0533	0.0041	0.3763
6 meses	0.1047	0.0041	0.5545	0.0041	1.0000
1 ano	0.3763	0.0006	0.7959	0.1047	0.3763
1,5 ano	0.3763	0.3763	0.1931	0.0228	0.0228
2 anos	0.3763	0.3763	0.0533	0.1047	0.1047
2,5 anos	0.3763	1.0000	0.0533	0.3763	0.1047
3 anos	0.3763	1.0000	0.5545	0.3763	0.0228
4 anos	0.3763	1.0000	0.1931	0.3763	0.0228
5 anos	0.3763	1.0000	0.1931	1.0000	0.3763
10 anos	1.0000	0.1563	0.0121	0.1563	0.3763
15 anos	0.1563	0.1563	0.0121	1.0000	
20 anos		0.3763	0.0121	1.0000	
25 anos		0.3763	0.1931	1.0000	
30 anos		0.3763	0.1931	1.0000	
35 anos		0.3763	0.0533	0.1563	
40 anos		0.3763	0.1931	0.1563	
45 anos		0.3763	0.0533	0.1563	
50 anos		0.3763	0.0533	0.1563	

Tabela 29: Teste de Kupiec dos Retornos das Curvas de Juros – EWMA (fatores  $\lambda$  estimados)

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
1 mês	0.3763				0.1047
3 meses	0.1047	0.0001	0.5545	0.0041	0.1047
6 meses	0.3763	0.1047	0.5545	0.0041	0.3763
1 ano	0.3763	0.1047	0.7959	0.1047	0.0228
1,5 ano	0.3763	0.3763	0.1931	0.1047	0.1047
2 anos	0.3763	1.0000	0.0533	0.3763	0.1047
2,5 anos	0.3763	0.0228	0.0533	0.3763	0.3763
3 anos	0.3763	0.3763	0.5545	0.3763	0.3763
4 anos	0.3763	0.3763	0.1931	1.0000	1.0000
5 anos	1.0000	0.3763	0.1931	1.0000	0.1563
10 anos	1.0000	0.1563	0.0121	0.1563	1.0000
15 anos	0.3763	0.1563	0.0121	0.1563	
20 anos		0.1563	0.0121	0.1563	
25 anos		0.1563	0.1931	0.1563	
30 anos		1.0000	0.1931	0.1563	
35 anos		1.0000	0.1931	0.1563	
40 anos		1.0000	0.0533	0.1563	
45 anos		1.0000	0.0533	0.1563	
50 anos		1.0000	0.0533	0.1563	

Tabela 30: Teste de Kupiec dos Retornos das Curvas de Juros – EWMA ( $\lambda = 0,94$ )

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
1 mês	0.1047				0.3763
3 meses	0.1047	0.0001	0.0533	0.0001	0.1047
6 meses	1.0000	0.1047	0.7959	0.0006	0.0228
1 ano	0.3763	0.3763	0.7959	0.0041	0.0041
1,5 ano	0.3763	0.3763	0.1931	0.1047	0.0041

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
2 anos	0.3763	0.0228	0.0533	0.3763	0.1047
2,5 anos	0.3763	0.0041	0.0533	1.0000	0.1047
3 anos	0.3763	0.0041	0.1931	1.0000	0.3763
4 anos	1.0000	0.0041	0.1931	1.0000	1.0000
5 anos	1.0000	0.0228	0.1931	1.0000	0.1563
10 anos	1.0000	0.1563	0.0533	1.0000	0.1563
15 anos	0.3763	0.1563	0.0121	0.1563	
20 anos		0.1563	0.0121	0.1563	
25 anos		0.1563	0.0121	0.1563	
30 anos		0.1563	0.5545	0.1563	
35 anos		0.1563	0.1931	0.1563	
40 anos		0.1563	0.5545	0.1563	
45 anos		0.1563	0.1931	0.1563	
50 anos		0.1563	0.1931	0.1563	

Tabela 31: Teste de Kupiec dos Retornos das Curvas de Juros – EWMA ( $\lambda = 0,97$ )

	IGPM	IPCA	TR	Ibovespa	Dólar	ICB
EWMA (fatores $\lambda$ estimados)	0.0622	0.0622	0.0622	0.3795	0.8404	0.5287
EWMA ( $\lambda = 0,94$ )	0.0622	0.0622	0.0622	0.1384	0.5447	0.8226
EWMA ( $\lambda = 0,97$ )	0.0622	0.0622	0.0622	0.1384	0.3795	0.8226

Tabela 32: Teste de Kupiec dos Retornos dos índices

Observando as tabelas acima, verificam-se resultados semelhantes tanto para o método EWMA com fatores de decaimento estimados quanto para o método EWMA com os valores de referência (0,94 e 0,97). De acordo com as tabelas, rejeita-se a hipótese nula ( $H_0$ ) ao nível de significância de 1% em 5, 3 e 9 séries, respectivamente para os métodos EWMA com valores estimados, EWMA(0,94) e EWMA(0,97). Caso o nível de significância adotado para avaliação seja 5%, rejeita-se  $H_0$  em 13, 8 e 15 séries, respectivamente. Contudo, como será visto mais adiante nesta mesma seção, o método EWMA com fatores estimados, embora possua um nível de cobertura proporcionalmente semelhante, gerou um menor excesso de cobertura.

### 6.5.5.2. Teste de Independência das transações entre violação e não-violação (via cadeia de Markov)

Este teste busca verificar a independência de  $\{I_t\}_{t=1}^T$  a partir de uma de cobertura condicional com as seguintes hipóteses:

$H_0$ : A sequência de violações  $\{I_t\}_{t=1}^T$  é independente

$H_1$ : A sequência de violações  $\{I_t\}_{t=1}^T$  não é independente

Seja uma cadeia de Markov com 2 estados  $I_t$  (0 e 1) e matriz de transição de probabilidades dada por:

$$\Pi_1 = \begin{bmatrix} 1 - \pi_{01} & \pi_{01} \\ 1 - \pi_{11} & \pi_{11} \end{bmatrix} \quad (65)$$

Onde:

$\pi_{ij} = \Pr(I_t = j | I_{t-1} = i)$ , isto é, a probabilidade de se verificar um estado  $j$  em  $t$  partindo do estado  $i$  em  $t - 1$ .

Assim a função de verossimilhança aproximada sob  $H_1$  é dada por:

$$L(\Pi_1; I_1, I_2, \dots, I_T) = (1 - \pi_{01})^{n_{00}} \pi_{01}^{n_{01}} (1 - \pi_{11})^{n_{11}} \pi_{11}^{n_{11}} \quad (66)$$

E assim a partir dos estimadores de MV temos

$$\hat{\Pi}_1 = \begin{bmatrix} \frac{n_{00}}{n_{00}+n_{01}} & \frac{n_{01}}{n_{00}+n_{01}} \\ \frac{n_{10}}{n_{10}+n_{11}} & \frac{n_{11}}{n_{10}+n_{11}} \end{bmatrix} \quad (67)$$

Sob  $H_0$ ,

$$\Pi_2 = \begin{bmatrix} 1 - \pi_2 & \pi_2 \\ 1 - \pi_2 & \pi_2 \end{bmatrix} \quad (68)$$

E a função de verossimilhança é dada por:

$$L(\Pi_2; I_1, I_2, \dots, I_T) = (1 - \pi_2)^{(n_{00}+n_{10})} \pi_2^{(n_{01}+n_{11})} \quad (69)$$

$$\hat{\Pi}_2 = \hat{\pi}_2 = \frac{(n_{00}+n_{11})}{(n_{00}+n_{10}+n_{01}+n_{11})} \quad (70)$$

Assim, a estatística de teste é dada por:

$$LR_{ind} = -2 \log \left[ \frac{L(\hat{\Pi}_1; I_1, I_2, \dots, I_T)}{L(\hat{\Pi}_2; I_1, I_2, \dots, I_T)} \right] \sim \chi_{((s-1)^2)}^2 = \chi_{(1)}^2 \quad (71)$$

Através do teste de Kupiec, verificou-se a adequabilidade do quantil calculado, porém na utilização do mesmo é suposto que as violações são independentes, o que pode não ocorrer. Assim, de forma a testar a independência das violações, foi realizado o teste de independência das transições entre violação e não violação (via Cadeia de Markov). O resultado pode ser visto nas tabelas abaixo:

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
1 mês	0.6650				0.7740
3 meses	0.1235	0.3788	0.6100	0.5152	0.7740
6 meses	0.0569	0.4657	0.8003	0.5152	0.8864
1 ano	0.7740	0.3788	0.8997	0.6650	0.7740
1,5 ano	0.7740	0.7740	0.7032	0.5616	0.5616
2 anos	0.7740	0.7740	0.0629	0.6650	0.6650
2,5 anos	0.7740	0.8864	0.0629	0.7740	0.6650
3 anos	0.7740	0.8864	0.8003	0.7740	0.5616

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
4 anos	0.7740	0.8864	0.7032	0.7740	0.5616
5 anos	0.7740	0.8864	0.7032	0.8864	0.7740
10 anos	0.8864	1.0000	0.1234	1.0000	0.7740
15 anos	1.0000	1.0000	0.1234	0.8864	
20 anos		0.7740	0.1234	0.8864	
25 anos		0.7740	0.7032	0.8864	
30 anos		0.7740	0.7032	0.8864	
35 anos		0.7740	0.6100	1.0000	
40 anos		0.7740	0.7032	1.0000	
45 anos		0.7740	0.6100	1.0000	
50 anos		0.7740	0.6100	1.0000	

Tabela 33: Teste de Independência das Transições para os Retornos das Curvas de Juros – EWMA (fatores  $\lambda$  estimados)

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
1 mês	0.7740				0.6650
3 meses	0.6650	0.3018	0.8003	0.5152	0.6650
6 meses	0.7740	0.6650	0.8003	0.5152	0.7740
1 ano	0.7740	0.6650	0.8997	0.6650	0.5616
1,5 ano	0.7740	0.7740	0.7032	0.6650	0.6650
2 anos	0.7740	0.8864	0.0629	0.7740	0.6650
2,5 anos	0.7740	0.1235	0.0629	0.7740	0.7740
3 anos	0.7740	0.7740	0.8003	0.7740	0.7740
4 anos	0.7740	0.7740	0.7032	0.8864	0.8864
5 anos	0.8864	0.7740	0.7032	0.8864	1.0000
10 anos	0.8864	1.0000	0.1234	1.0000	0.8864
15 anos	0.7740	1.0000	0.1234	1.0000	
20 anos		1.0000	0.1234	1.0000	
25 anos		1.0000	0.7032	1.0000	
30 anos		0.8864	0.7032	1.0000	
35 anos		0.8864	0.7032	1.0000	
40 anos		0.8864	0.6100	1.0000	
45 anos		0.8864	0.6100	1.0000	
50 anos		0.8864	0.6100	1.0000	

Tabela 34: Teste de Indep. das Transições para os Retornos das Curvas de Juros – EWMA ( $\lambda=0,94$ )

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
1 mês	0.7243				0.7740
3 meses	0.6650	0.4884	0.6100	0.3404	0.6650
6 meses	0.8864	0.6650	0.8997	0.4230	0.5616
1 ano	0.7740	0.7740	0.8997	0.2187	0.4657
1,5 ano	0.7740	0.7740	0.7032	0.6650	0.4657
2 anos	0.7740	0.1235	0.0629	0.7740	0.6650

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
2,5 anos	0.7740	0.0121	0.0629	0.8864	0.6650
3 anos	0.7740	0.0121	0.7032	0.8864	0.7740
4 anos	0.8864	0.4657	0.7032	0.8864	0.8864
5 anos	0.8864	0.5616	0.7032	0.8864	1.0000
10 anos	0.8864	1.0000	0.0629	0.8864	1.0000
15 anos	0.7740	1.0000	0.1234	1.0000	
20 anos		1.0000	0.1234	1.0000	
25 anos		1.0000	0.1234	1.0000	
30 anos		1.0000	0.8003	1.0000	
35 anos		1.0000	0.7032	1.0000	
40 anos		1.0000	0.8003	1.0000	
45 anos		1.0000	0.7032	1.0000	
50 anos		1.0000	0.7032	1.0000	

Tabela 35: Teste de Indep. das Transições para os Retornos das Curvas de Juros – EWMA ( $\lambda=0,97$ )

	IGPM	IPCA	TR	Ibovespa	Dólar	ICB
EWMA (fatores $\lambda$ estimados)	1.0000	1.0000	1.0000	0.7441	0.0093	0.7971
EWMA ( $\lambda = 0,94$ )	1.0000	1.0000	1.0000	0.6625	0.9139	0.8981
EWMA ( $\lambda = 0,97$ )	1.0000	1.0000	1.0000	0.6625	0.0302	0.8981

Tabela 36: Teste de Independência das Transições para os Retornos dos Índices

Observando as tabelas acima, verificam-se resultados semelhantes tanto para o método EWMA com fatores de decaimento estimados quanto para o método EWMA com os valores de referência (0,94 e 0,97). Ao se utilizar EWMA(0,97),  $H_0$  é rejeitada somente 3 vezes ao nível de significância de 5%, enquanto adotando-se os fatores estimados verifica-se apenas 1 rejeição da hipótese nula. Logo, no geral não há indícios de dependência entre as violações. Contudo, como será visto mais adiante nesta mesma seção, o método EWMA com fatores estimados, embora possua um nível de cobertura proporcionalmente semelhante, gerou um menor excesso de cobertura.

### 6.5.5.3. Teste de Christoffersen

O procedimento de backtesting via teste de Christoffersen é mais completo do que o teste de Kupiec e o teste de independência entre as transições das ocorrências de violações e não violações (via cadeia de Markov), pois é capaz de testar a independência de  $\{I_t\}_{t=1}^T$  e se o nível de cobertura  $\alpha$  é correto. Desta forma, o teste de Christoffersen é uma combinação dos dois testes acima descritos, sendo assim mais robusto, pois verifica se o quantil foi corretamente ajustado bem como se a estrutura de dependência é adequada.

Suas hipóteses são:

$H_0$ : o nível da cobertura  $\alpha$  é correto e a sequência de violações é independente

$H_1$ : o nível da cobertura  $\alpha$  não é correto ou a sequência de violações é dependente

A estatística de teste é dada por:

$$LR_{cc} = -2 \log \left[ \frac{L(p; I_1, I_2, \dots, I_T)}{L(\hat{\pi}_1; I_1, I_2, \dots, I_T)} \right] \sim \chi^2_{(s-1)} = \chi^2_{(1)} \quad (72)$$

Os resultados do teste de Christoffersen podem ser observados nas tabelas abaixo:

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
1 mês	0.2442				0.6488
3 meses	0.0229	0.0019	0.1357	0.0130	0.6488
6 meses	0.0438	0.0123	0.8133	0.0130	0.9898
1 ano	0.6488	0.0019	0.9595	0.2442	0.6488
1,5 ano	0.6488	0.6488	0.3987	0.0633	0.0633
2 anos	0.6488	0.6488	0.0274	0.2442	0.2442
2,5 anos	0.6488	0.9898	0.0274	0.6488	0.2442
3 anos	0.6488	0.9898	0.8133	0.6488	0.0633
4 anos	0.6488	0.9898	0.3987	0.6488	0.0633
5 anos	0.6488	0.9898	0.3987	0.9898	0.6488
10 anos	0.9898	0.3660	0.0131	0.3660	0.6488
15 anos	0.3660	0.3660	0.0131	0.9898	
20 anos		0.6488	0.0131	0.9898	
25 anos		0.6488	0.3987	0.9898	
30 anos		0.6488	0.3987	0.9898	
35 anos		0.6488	0.1357	0.3660	
40 anos		0.6488	0.3987	0.3660	
45 anos		0.6488	0.1357	0.3660	
50 anos		0.6488	0.1357	0.3660	

Tabela 37: Teste de Christoffersen dos Retornos das Curvas de Juros – EWMA (fatores  $\lambda$  estimados)

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
1 mês	0.6488				0.2442
3 meses	0.2442	0.0002	0.8133	0.0130	0.2442
6 meses	0.6488	0.2442	0.8133	0.0130	0.6488
1 ano	0.6488	0.2442	0.9595	0.2442	0.0633
1,5 ano	0.6488	0.6488	0.3987	0.2442	0.2442
2 anos	0.6488	0.9898	0.0274	0.6488	0.2442
2,5 anos	0.6488	0.0229	0.0274	0.6488	0.6488
3 anos	0.6488	0.6488	0.8133	0.6488	0.6488
4 anos	0.6488	0.6488	0.3987	0.9898	0.9898
5 anos	0.9898	0.6488	0.3987	0.9898	0.3660
10 anos	0.9898	0.3660	0.0131	0.3660	0.9898
15 anos	0.6488	0.3660	0.0131	0.3660	
20 anos		0.3660	0.0131	0.3660	
25 anos		0.3660	0.3987	0.3660	
30 anos		0.9898	0.3987	0.3660	
35 anos		0.9898	0.3987	0.3660	
40 anos		0.9898	0.1357	0.3660	
45 anos		0.9898	0.1357	0.3660	
50 anos		0.9898	0.1357	0.3660	

Tabela 38: Teste de Christoffersen dos Retornos das Curvas de Juros – EWMA ( $\lambda = 0,94$ )

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
1 mês	0.2520				0.6488
3 meses	0.2442	0.0003	0.1357	0.0003	0.2442
6 meses	0.9898	0.2442	0.9595	0.0020	0.0633
1 ano	0.6488	0.6488	0.9595	0.0076	0.0123
1,5 ano	0.6488	0.6488	0.3987	0.2442	0.0123
2 anos	0.6488	0.0229	0.0274	0.6488	0.2442
2,5 anos	0.6488	0.0007	0.0274	0.9898	0.2442
3 anos	0.6488	0.0007	0.3987	0.9898	0.6488
4 anos	0.9898	0.0123	0.3987	0.9898	0.9898
5 anos	0.9898	0.0633	0.3987	0.9898	0.3660
10 anos	0.9898	0.3660	0.0274	0.9898	0.3660
15 anos	0.6488	0.3660	0.0131	0.3660	
20 anos		0.3660	0.0131	0.3660	
25 anos		0.3660	0.0131	0.3660	
30 anos		0.3660	0.8133	0.3660	
35 anos		0.3660	0.3987	0.3660	
40 anos		0.3660	0.8133	0.3660	
45 anos		0.3660	0.3987	0.3660	
50 anos		0.3660	0.3987	0.3660	

Tabela 39: Teste de Christoffersen dos Retornos das Curvas de Juros – EWMA ( $\lambda = 0,97$ )

	IGPM	IPCA	TR	Ibovespa	Dólar	ICB
EWMA (fatores $\lambda$ estimados)	0.1757	0.1757	0.1757	0.6444	0.0334	0.7934
EWMA ( $\lambda = 0,94$ )	0.1757	0.1757	0.1757	0.3033	0.8276	0.9672
EWMA ( $\lambda = 0,97$ )	0.1757	0.1757	0.1757	0.3033	0.0649	0.9672

Tabela 40: Teste de Christoffersen dos Retornos dos Índices

Observando as tabelas acima, verificam-se resultados semelhantes tanto para o método EWMA com fatores de decaimentos estimados quanto para o método EWMA com os valores de referência (0,94 e 0,97). De acordo com as tabelas, rejeita-se a hipótese nula ( $H_0$ ) ao nível de 1% em 2, 1 e 6 séries, respectivamente para os métodos EWMA com valores estimados, EWMA(0,94) e EWMA(0,97). Caso o nível de significância adotado para avaliação seja 5%, rejeita-se  $H_0$  em 13, 9 e 16 séries, respectivamente. Contudo, como será visto mais adiante nesta mesma seção, o método EWMA com fatores estimados, embora possua um nível de cobertura proporcionalmente semelhante, gerou um menor excesso de cobertura.

#### 6.5.5.4. Avaliação dos Excessos

Além de verificar se o nível de cobertura está de acordo com o nível desejado para as séries estudadas, também é importante verificar se o volume da cobertura está de acordo. Ou seja, verificar se, embora o nível de cobertura esteja de acordo, a que custo isso é feito. Pois não convém ter níveis de cobertura adequados ao custo de uma sobra grande de margem de cobertura. Com isso buscou-se verificar qual método gerou uma cobertura adequada, como se viu acima, mas gerando um menor excesso de cobertura. Para isso verificou-se, para os instantes de não violação, a mediana dos excessos e os resultados foram detalhados nas tabelas abaixo:



	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
1 mês	0.0076				0.0153
3 meses	0.0081	0.0538	0.0376	0.0064	0.0134
6 meses	0.0089	0.0329	0.0209	0.0064	0.0105
1 ano	0.0106	0.0207	0.0132	0.0064	0.0080
1,5 ano	0.0124	0.0158	0.0105	0.0066	0.0073
2 anos	0.0133	0.0128	0.0096	0.0068	0.0070
2,5 anos	0.0137	0.0119	0.0097	0.0069	0.0067
3 anos	0.0140	0.0109	0.0097	0.0070	0.0069
4 anos	0.0141	0.0099	0.0090	0.0071	0.0076
5 anos	0.0141	0.0095	0.0090	0.0072	0.0085
10 anos	0.0144	0.0080	0.0070	0.0080	0.0096
15 anos	0.0156	0.0085	0.0063	0.0080	
20 anos		0.0091	0.0060	0.0081	
25 anos		0.0107	0.0058	0.0086	
30 anos		0.0113	0.0058	0.0089	
35 anos		0.0116	0.0060	0.0089	
40 anos		0.0121	0.0066	0.0089	
45 anos		0.0124	0.0072	0.0088	
50 anos		0.0125	0.0081	0.0088	

Tabela 41: Excessos para os Retornos das Curvas de Juros – EWMA (fatores  $\lambda$  estimados)

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
1 mês	0.0074				0.0254
3 meses	0.0085	0.0526	0.0369	0.0065	0.0209
6 meses	0.0091	0.0352	0.0204	0.0066	0.0166
1 ano	0.0108	0.0233	0.0130	0.0066	0.0120
1,5 ano	0.0126	0.0164	0.0106	0.0068	0.0101
2 anos	0.0135	0.0131	0.0099	0.0070	0.0091
2,5 anos	0.0144	0.0118	0.0096	0.0072	0.0088
3 anos	0.0148	0.0112	0.0099	0.0074	0.0086
4 anos	0.0150	0.0105	0.0091	0.0075	0.0102
5 anos	0.0153	0.0100	0.0089	0.0077	0.0111
10 anos	0.0151	0.0094	0.0069	0.0084	0.0140
15 anos	0.0166	0.0102	0.0061	0.0088	
20 anos		0.0109	0.0058	0.0087	
25 anos		0.0120	0.0057	0.0088	
30 anos		0.0127	0.0058	0.0089	
35 anos		0.0134	0.0059	0.0092	
40 anos		0.0139	0.0064	0.0093	
45 anos		0.0141	0.0070	0.0094	
50 anos		0.0144	0.0081	0.0094	

Tabela 42: Excessos para os Retornos das Curvas de Juros – EWMA ( $\lambda= 0,94$ )

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
1 mês	0.0070				0.0273
3 meses	0.0086	0.0467	0.0407	0.0063	0.0222
6 meses	0.0095	0.0341	0.0244	0.0064	0.0173

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
1 ano	0.0113	0.0238	0.0147	0.0066	0.0119
1,5 ano	0.0128	0.0164	0.0102	0.0069	0.0101
2 anos	0.0139	0.0123	0.0090	0.0073	0.0091
2,5 anos	0.0149	0.0110	0.0091	0.0078	0.0089
3 anos	0.0153	0.0105	0.0091	0.0080	0.0090
4 anos	0.0159	0.0102	0.0089	0.0084	0.0109
5 anos	0.0154	0.0096	0.0088	0.0087	0.0128
10 anos	0.0148	0.0093	0.0067	0.0095	0.0177
15 anos	0.0166	0.0119	0.0059	0.0100	
20 anos		0.0136	0.0059	0.0101	
25 anos		0.0151	0.0059	0.0102	
30 anos		0.0159	0.0060	0.0103	
35 anos		0.0167	0.0061	0.0104	
40 anos		0.0173	0.0067	0.0105	
45 anos		0.0178	0.0074	0.0106	
50 anos		0.0181	0.0082	0.0106	

Tabela 43: Excessos para os Retornos das Curvas de Juros – EWMA ( $\lambda= 0,97$ )

Métodos	IGPM	IPCA	TR	Ibovespa	Dólar	ICB
EWMA (fatores $\lambda$ estimados)	0.0126	0.0039	0.0010	0.1565	0.1132	0.0977
EWMA ( $\lambda = 0,94$ )	0.0159	0.0089	0.0028	0.1545	0.1106	0.1097
EWMA ( $\lambda = 0,97$ )	0.0190	0.0099	0.0031	0.1576	0.1144	0.1055

Tabela 44: Excessos para os Retornos dos Índices

Para facilitar a comparação, foram apresentadas abaixo tabelas que mostram a diferença da mediana dos excessos utilizando o método EWMA com os fatores estimados *versus* o método EWMA com os fatores de referência. Os valores sinalizados em vermelho indicam uma piora em mudar para o método concorrente, e os em verde uma melhora:

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
1 mês	-2.63%				66.01%
3 meses	4.94%	-2.23%	-1.86%	1.56%	55.97%
6 meses	2.25%	6.99%	-2.39%	3.13%	58.10%
1 ano	1.89%	12.56%	-1.52%	3.13%	50.00%
1,5 ano	1.61%	3.80%	0.95%	3.03%	38.36%
2 anos	1.50%	2.34%	3.13%	2.94%	30.00%
2,5 anos	5.11%	-0.84%	-1.03%	4.35%	31.34%
3 anos	5.71%	2.75%	2.06%	5.71%	24.64%
4 anos	6.38%	6.06%	1.11%	5.63%	34.21%
5 anos	8.51%	5.26%	-1.11%	6.94%	30.59%
10 anos	4.86%	17.50%	-1.43%	5.00%	45.83%
15 anos	6.41%	20.00%	-3.17%	10.00%	
20 anos		19.78%	-3.33%	7.41%	
25 anos		12.15%	-1.72%	2.33%	
30 anos		12.39%	0.00%	0.00%	
35 anos		15.52%	-1.67%	3.37%	
40 anos		14.88%	-3.03%	4.49%	
45 anos		13.71%	-2.78%	6.82%	

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
50 anos		15.20%	0.00%	6.82%	

Tabela 45: Comparação dos Excessos para os Retornos das Curvas de Juros – EWMA ( $\lambda = 0,94$ )

	Prefixada	Cupom de IGPM	Cupom de IPCA	Cupom de TR	Cupom Cambial
1 mês	-7.89%				78.43%
3 meses	6.17%	-13.20%	8.24%	-1.56%	65.67%
6 meses	6.74%	3.65%	16.75%	0.00%	64.76%
1 ano	6.60%	14.98%	11.36%	3.13%	48.75%
1,5 ano	3.23%	3.80%	-2.86%	4.55%	38.36%
2 anos	4.51%	-3.91%	-6.25%	7.35%	30.00%
2,5 anos	8.76%	-7.56%	-6.19%	13.04%	32.84%
3 anos	9.29%	-3.67%	-6.19%	14.29%	30.43%
4 anos	12.77%	3.03%	-1.11%	18.31%	43.42%
5 anos	9.22%	1.05%	-2.22%	20.83%	50.59%
10 anos	2.78%	16.25%	-4.29%	18.75%	84.38%
15 anos	6.41%	40.00%	-6.35%	25.00%	
20 anos		49.45%	-1.67%	24.69%	
25 anos		41.12%	1.72%	18.60%	
30 anos		40.71%	3.45%	15.73%	
35 anos		43.97%	1.67%	16.85%	
40 anos		42.98%	1.52%	17.98%	
45 anos		43.55%	2.78%	20.45%	
50 anos		44.80%	1.23%	20.45%	

Tabela 46: Comparação dos Excessos para os Retornos das Curvas de Juros – EWMA ( $\lambda = 0,97$ )

	IGPM	IPCA	TR	Ibovespa	Dólar	ICB
EWMA ( $\lambda = 0,94$ )	26.19%	128.21%	180.00%	-1.28%	-2.30%	12.28%
EWMA ( $\lambda = 0,97$ )	50.79%	153.85%	210.00%	0.70%	1.06%	7.98%

Tabela 47: Comparação dos Excessos para os Retornos dos Índices

Verifica-se que, como era esperado, o modelo ajustado demonstrou um menor excesso de cobertura (destaques em vermelho), mesmo apresentando resultados semelhantes nos testes de nível de cobertura. Isso é importante, pois, embora o nível de cobertura seja semelhante, deve-se buscar utilizar o método que gere uma cobertura adequada a um menor custo. Isso possibilitará que o capital calculado forneça a segurança necessária sem estar superestimado.

Vale ressaltar que as análises apresentadas poderiam ser mais completas se, ao invés de ser estudada cada série isoladamente, fossem utilizadas as carteiras dos entes supervisionados e os critérios de agregação indicados na próxima seção. Contudo, não há disponibilidade dessas séries históricas das carteiras para que se possa realizar tal estudo.

## 6.6. Estimação da matriz de correlações entre os fatores de risco

Nosso objetivo final é a estimação da matriz de fatores do modelo padrão proposto, ou seja, a matriz  $F$ , definida pela equação 38. Com base nos resultados da seção 6.5, podemos estabelecer a matriz  $U$ . Já a matriz  $P$  é definida pelos prazos padrões assumidos. Assim, resta-

nos estimar a matriz de correlações entre os fatores de risco  $Corr(S)$  para que possamos, finalmente, estimarmos a matriz de fatores  $F$ .

A seguir é apresentada a matriz de correlação estimada. Para facilitar a visualização, a mesma foi informada abaixo particionada, para se ajustar a este relatório.

A	B	C	D
E	F	G	H

**Tabela 48: Matriz de Correlação**

	pre.21	pre.63	pre.126	pre.252	pre.378	pre.504	pre.630	pre.756	pre.1008	pre.1260	pre.2520	pre.3780	igpm.63	igpm.126	igpm.252	igpm.378	igpm.504	igpm.630	igpm.756	igpm.1008
pre.21	1.00000	0.91945	0.74678	0.51510	0.39109	0.31861	0.27230	0.24064	0.20158	0.18078	0.16154	0.16223	0.16793	0.24388	0.33232	0.36889	0.37072	0.35946	0.34753	0.33459
pre.63	0.91945	1.00000	0.93632	0.74790	0.61567	0.52894	0.47018	0.42881	0.37629	0.34606	0.28967	0.26402	0.16623	0.24198	0.35543	0.42581	0.45706	0.46622	0.46686	0.46450
pre.126	0.74678	0.93632	1.00000	0.92070	0.81675	0.73472	0.67430	0.62997	0.57189	0.53699	0.45393	0.40283	0.09045	0.17023	0.31774	0.43342	0.50409	0.54001	0.55678	0.56879
pre.252	0.51510	0.74790	0.92070	1.00000	0.97217	0.92517	0.88125	0.84495	0.79286	0.75904	0.65806	0.57955	-0.08542	-0.00649	0.17647	0.35115	0.47681	0.55107	0.59133	0.62554
pre.378	0.39109	0.61567	0.81675	0.97217	1.00000	0.98743	0.96414	0.94034	0.90115	0.87310	0.77234	0.68217	-0.21050	-0.13988	0.05325	0.25771	0.41433	0.51174	0.56723	0.61795
pre.504	0.31861	0.52894	0.73472	0.92517	0.98743	1.00000	0.99371	0.98127	0.95501	0.93327	0.83648	0.74038	-0.28500	-0.22300	-0.02775	0.19226	0.36621	0.47728	0.54232	0.60440
pre.630	0.27230	0.47018	0.67430	0.88125	0.96414	0.99371	1.00000	0.99658	0.98135	0.96533	0.87322	0.77381	-0.32619	-0.27136	-0.07626	0.15241	0.33638	0.45559	0.52654	0.59612
pre.756	0.24064	0.42881	0.62997	0.84495	0.94034	0.98127	0.99658	1.00000	0.99368	0.98260	0.89589	0.79499	-0.34783	-0.29873	-0.10447	0.12921	0.31911	0.44325	0.51787	0.59235
pre.1008	0.20158	0.37629	0.57189	0.79286	0.90115	0.95501	0.98135	0.99368	1.00000	0.99689	0.92428	0.82513	-0.36295	-0.32224	-0.13042	0.10760	0.30297	0.43175	0.50998	0.58972
pre.1260	0.18078	0.34606	0.53699	0.75904	0.87310	0.93327	0.96533	0.98260	0.99689	1.00000	0.94600	0.85382	-0.36316	-0.32832	-0.13970	0.09858	0.29497	0.42483	0.50409	0.58596
pre.2520	0.16154	0.28967	0.45393	0.65806	0.77234	0.83648	0.87322	0.89589	0.92428	0.94600	1.00000	0.97392	-0.32316	-0.30504	-0.14434	0.06835	0.24432	0.36093	0.43291	0.51115
pre.3780	0.16223	0.26402	0.40283	0.57955	0.68217	0.74038	0.77381	0.79499	0.82513	0.85382	0.97392	1.00000	-0.27874	-0.26852	-0.13706	0.04311	0.19260	0.29187	0.35375	0.42357
igpm.63	0.16793	0.16623	0.09045	-0.08542	-0.21050	-0.28500	-0.32619	-0.34783	-0.36295	-0.36316	-0.32316	-0.27874	1.00000	0.94973	0.81781	0.66531	0.51916	0.40386	0.32053	0.21781
igpm.126	0.24388	0.24198	0.17023	-0.00649	-0.13988	-0.22300	-0.27136	-0.29873	-0.32224	-0.32832	-0.30504	-0.26852	0.94973	1.00000	0.92949	0.78518	0.63533	0.51539	0.42932	0.32594
igpm.252	0.33232	0.35543	0.31774	0.17647	0.05325	-0.02775	-0.07626	-0.10447	-0.13042	-0.13970	-0.14434	-0.13706	0.81781	0.92949	1.00000	0.94815	0.84159	0.73611	0.65232	0.54488
igpm.378	0.36889	0.42581	0.43342	0.35115	0.25771	0.19226	0.15241	0.12921	0.10760	0.09858	0.06835	0.04311	0.66531	0.78518	0.94815	1.00000	0.96656	0.90156	0.83726	0.74147
igpm.504	0.37072	0.45706	0.50409	0.47681	0.41433	0.36621	0.33638	0.31911	0.30297	0.29497	0.24432	0.19260	0.51916	0.63533	0.84159	0.96656	1.00000	0.98129	0.94521	0.87526
igpm.630	0.35946	0.46622	0.54001	0.55107	0.51174	0.47728	0.45559	0.44325	0.43175	0.42483	0.36093	0.29187	0.40386	0.51539	0.73611	0.90156	0.98129	1.00000	0.98997	0.94836
igpm.756	0.34753	0.46686	0.55678	0.59133	0.56723	0.54232	0.52654	0.51787	0.50998	0.50409	0.43291	0.35375	0.32053	0.42932	0.65232	0.83726	0.94521	0.98997	1.00000	0.98289
igpm.1008	0.33459	0.46450	0.56879	0.62554	0.61795	0.60440	0.59612	0.59235	0.58972	0.58596	0.51115	0.42357	0.21781	0.32594	0.54488	0.74147	0.87526	0.94836	0.98289	1.00000
igpm.1260	0.33468	0.46552	0.57380	0.63930	0.64035	0.63350	0.62995	0.62944	0.63075	0.62924	0.55796	0.46879	0.15937	0.26908	0.48427	0.68152	0.82386	0.90896	0.95550	0.99260
igpm.2520	0.36363	0.47557	0.57694	0.65259	0.67409	0.68394	0.69174	0.69890	0.71028	0.71658	0.67666	0.59901	0.03443	0.13751	0.33711	0.52600	0.66892	0.76000	0.81572	0.87837
igpm.3780	0.35703	0.46234	0.55811	0.63472	0.66316	0.67788	0.68795	0.69593	0.70787	0.71530	0.68881	0.62080	-0.01002	0.07671	0.25792	0.43923	0.57725	0.66365	0.71520	0.77393
igpm.5040	0.33938	0.44514	0.53967	0.61673	0.64743	0.66298	0.67260	0.67959	0.68969	0.69627	0.67366	0.61063	-0.02636	0.04827	0.21608	0.39206	0.52652	0.60915	0.65677	0.70908
igpm.6300	0.32206	0.42937	0.52393	0.60134	0.63274	0.64802	0.65667	0.66249	0.67063	0.67613	0.65474	0.59477	-0.03251	0.03371	0.19179	0.36353	0.49509	0.57481	0.61941	0.66633
igpm.7560	0.30747	0.41602	0.51078	0.58837	0.61994	0.63473	0.64246	0.64728	0.65382	0.65841	0.63749	0.57969	-0.03493	0.02529	0.17606	0.34428	0.47341	0.55085	0.59319	0.63599
igpm.8820	0.29575	0.40510	0.49998	0.57763	0.60917	0.62346	0.63044	0.63448	0.63979	0.64368	0.62301	0.56686	-0.03592	0.01987	0.16506	0.33037	0.45747	0.53311	0.57374	0.61345
igpm.10080	0.28642	0.39626	0.49118	0.56879	0.60023	0.61412	0.62051	0.62395	0.62831	0.63165	0.61116	0.55629	-0.03635	0.01612	0.15696	0.31987	0.44530	0.51952	0.55883	0.59619
igpm.11340	0.27897	0.38910	0.48398	0.56153	0.59285	0.60640	0.61233	0.61530	0.61894	0.62186	0.60149	0.54765	-0.03652	0.01337	0.15078	0.31172	0.43576	0.50883	0.54711	0.58264
igpm.12600	0.27295	0.38325	0.47806	0.55552	0.58673	0.60000	0.60556	0.60817	0.61123	0.61382	0.59356	0.54054	-0.03658	0.01128	0.14592	0.30523	0.42811	0.50025	0.53770	0.57179
ipca.63	0.22990	0.25596	0.22577	0.15358	0.10727	0.07680	0.05513	0.03906	0.01768	0.00484	-0.02312	-0.03520	0.21905	0.22806	0.25004	0.23980	0.21688	0.19792	0.18565	0.17339
ipca.126	0.42147	0.45815	0.39890	0.24244	0.13507	0.07068	0.03219	0.00817	-0.01944	-0.03591	-0.07910	-0.09345	0.39546	0.39152	0.40215	0.38259	0.34304	0.30546	0.27674	0.24035
ipca.252	0.47076	0.64173	0.71052	0.64307	0.54303	0.46504	0.40973	0.37060	0.32024	0.28819	0.19012	0.13205	0.38141	0.42522	0.50411	0.55154	0.56294	0.55396	0.53818	0.50744
ipca.378	0.41580	0.63258	0.77395	0.80360	0.75280	0.69769	0.65226	0.61708	0.56872	0.53718	0.43228	0.35447	0.23478	0.29434	0.41725	0.52445	0.59140	0.62221	0.63213	0.62936
ipca.504	0.38189	0.60288	0.76929	0.85121	0.83698	0.80416	0.77194	0.74473	0.70492	0.67798	0.57904	0.49447	0.12270	0.18225	0.32175	0.46199	0.56374	0.62185	0.65093	0.67121
ipca.630	0.36339	0.57803	0.75162	0.86188	0.87264	0.85712	0.83619	0.81633	0.78487	0.76233	0.66951	0.58200	0.04748	0.10408	0.25030	0.40970	0.53310	0.60892	0.65084	0.68702
ipca.756	0.35119	0.55669	0.72982	0.85542	0.88318	0.88062	0.86865	0.85489	0.83053	0.81167	0.72363	0.63469	-0.00258	0.05095	0.20027	0.37133	0.50832	0.59543	0.64561	0.69208
ipca.1008	0.33440	0.52180	0.68621	0.82342	0.87063	0.88467	0.88506	0.88012	0.86641	0.85305	0.77123	0.68106	-0.05936	-0.01046	0.14240	0.32632	0.47784	0.57685	0.63559	0.69253
ipca.1260	0.32289	0.49539	0.64954	0.78787	0.84422	0.86751	0.87547	0.87628	0.86994	0.86048	0.78248	0.69175	-0.08812	-0.04204	0.11430	0.30567	0.46443	0.56883	0.63116	0.69220
ipca.2520	0.28702	0.41447	0.53795	0.66503	0.73180	0.77009	0.79234	0.80521	0.81595	0.81650	0.75190	0.66418	-0.14883	-0.11002	0.05997	0.27063	0.44302	0.55437	0.61963	0.68286
ipca.3780	0.25445	0.36107	0.47205	0.59404	0.66340	0.70544	0.73103	0.74658	0.76101	0.76384	0.70693	0.62631	-0.17920	-0.15146	0.01469	0.22603	0.39737	0.50623	0.56883	0.62807

**Tabela 49: Matriz de Correlação – Partição A**

	igpm.1260	igpm.2520	igpm.3780	igpm.5040	igpm.6300	igpm.7560	igpm.8820	igpm.10080	igpm.11340	igpm.12600	ipca.63	ipca.126	ipca.252	ipca.378	ipca.504	ipca.630	ipca.756	ipca.1008	ipca.1260	ipca.2520	ipca.3780
pre.21	0.33468	0.36363	0.35703	0.33938	0.32026	0.30747	0.29575	0.28642	0.27897	0.27295	0.22990	0.42147	0.47076	0.41580	0.38189	0.36339	0.35119	0.33440	0.32289	0.28702	0.25445
pre.63	0.46552	0.47557	0.46234	0.44514	0.42937	0.41602	0.40510	0.39626	0.38910	0.38325	0.25596	0.45815	0.64173	0.63258	0.60288	0.57803	0.55669	0.52180	0.49539	0.41447	0.36107
pre.126	0.57380	0.57694	0.55811	0.53967	0.52393	0.51078	0.49998	0.49118	0.48398	0.47806	0.22577	0.39890	0.71052	0.77395	0.76929	0.75162	0.72982	0.68621	0.64954	0.53795	0.47205
pre.252	0.63930	0.65259	0.63472	0.61673	0.60134	0.58837	0.57763	0.56879	0.56153	0.55552	0.15358	0.24244	0.64307	0.80360	0.85121	0.86188	0.85542	0.82342	0.78787	0.66503	0.59404
pre.378	0.64035	0.67409	0.66316	0.64743	0.63274	0.61994	0.60917	0.60023	0.59285	0.58673	0.10727	0.13507	0.54303	0.75280	0.83698	0.87264	0.88318	0.87063	0.84422	0.73180	0.66340
pre.504	0.63350	0.68394	0.67788	0.66298	0.64802	0.63473	0.62346	0.61412	0.60640	0.60000	0.07680	0.07068	0.46504	0.69769	0.80416	0.85712	0.88062	0.88467	0.86751	0.77009	0.70544
pre.630	0.62995	0.69174	0.68795	0.67260	0.65667	0.64246	0.63044	0.62051	0.61233	0.60556	0.05513	0.03219	0.40973	0.65226	0.77194	0.83619	0.86865	0.88506	0.87547	0.79234	0.73103
pre.756	0.62944	0.69890	0.69593	0.67959	0.66249	0.64728	0.63448	0.62395	0.61530	0.60817	0.03906	0.00817	0.37060	0.61708	0.74473	0.81633	0.85489	0.88012	0.87628	0.80521	0.74658
pre.1008	0.63075	0.71028	0.70787	0.68969	0.67063	0.65382	0.63979	0.62831	0.61894	0.61123	0.01768	-0.01944	0.32024	0.56872	0.70492	0.78487	0.83053	0.86641	0.86994	0.81595	0.76101
pre.1260	0.62924	0.71658	0.71530	0.69627	0.67613	0.65841	0.64368	0.63165	0.62186	0.61382	0.00484	-0.03591	0.28819	0.53718	0.67798	0.76233	0.81167	0.85305	0.86048	0.81650	0.76384
pre.2520	0.55796	0.67666	0.68881	0.67366	0.65474	0.63749	0.62301	0.61116	0.60149	0.59356	-0.02312	-0.07910	0.19012	0.43228	0.57904	0.66951	0.72363	0.77123	0.78248	0.75190	0.70693
pre.3780	0.46879	0.59901	0.62080	0.61063	0.59477	0.57969	0.56686	0.55629	0.54765	0.54054	-0.03520	-0.09345	0.13205	0.35447	0.49447	0.58200	0.63469	0.68106	0.69175	0.66418	0.62631
igpm.63	0.15937	0.03443	-0.01002	-0.02636	-0.03251	-0.03493	-0.03592	-0.03635	-0.03652	-0.03658	0.21905	0.39546	0.38141	0.23478	0.12270	0.04748	-0.00258	-0.05936	-0.08812	-0.14883	-0.17920
igpm.126	0.26908	0.13751	0.07671	0.04827	0.03371	0.02529	0.01987	0.01612	0.01337	0.01128	0.22806	0.39152	0.42522	0.29434	0.18225	0.10408	0.05095	-0.01046	-0.04204	-0.11002	-0.15146
igpm.252	0.48427	0.33711	0.25792	0.21608	0.19179	0.17606	0.16506	0.15696	0.15078	0.14592	0.25004	0.40215	0.50411	0.41725	0.32175	0.25030	0.20027	-0.14240	-0.11430	-0.05997	0.01469
igpm.378	0.68152	0.52600	0.43923	0.39206	0.36353	0.34428	0.33037	0.31987	0.31172	0.30523	0.23980	0.38259	0.55154	0.52445	0.46199	0.40970	0.37133	0.32632	0.30567	0.27063	0.22603
igpm.504	0.82386	0.66892	0.57725	0.52652	0.49509	0.47341	0.45747	0.44530	0.43576	0.42811	0.21688	0.34304	0.56294	0.59140	0.56374	0.53310	0.50832	0.47784	0.46443	0.44302	0.39737
igpm.630	0.90896	0.76000	0.66365	0.60915	0.57481	0.55085	0.53311	0.51952	0.50883	0.50025	0.19792	0.30546	0.55396	0.62221	0.62185	0.60892	0.59543	0.57685	0.56883	0.55437	0.50623
igpm.756	0.95550	0.81572	0.71520	0.65677	0.61941	0.59319	0.57374	0.55883	0.54711	0.53770	0.18565	0.27674	0.53818	0.63213	0.65093	0.65084	0.64561	0.63559	0.63116	0.61963	0.56883
igpm.1008	0.99260	0.87837	0.77393	0.70908	0.66633	0.63599	0.61345	0.59619	0.58264	0.57179	0.17339	0.24035	0.50744	0.62936	0.67121	0.68702	0.69208	0.69253	0.69220	0.68286	0.62807
igpm.1260	1.00000	0.91862	0.81762	0.74975	0.70338	0.66997	0.64500	0.62585	0.61083	0.59880	0.16787	0.21844	0.48436	0.62158	0.67701	0.70237	0.71364	0.72041	0.72262	0.71588	0.65893
igpm.2520	0.91862	1.00000	0.97025	0.92546	0.88563	0.85315	0.82729	0.80675	0.79032	0.77702	0.15307	0.15264	0.41516	0.58901	0.67466	0.72105	0.74644	0.76947	0.78076	0.79707	0.74111
igpm.3780	0.81762	0.97025	1.00000	0.98838	0.96749	0.94530	0.92812	0.91269	0.89994	0.89398	0.13623	0.11035	0.37402	0.55902	0.65005	0.69997	0.72733	0.75357	0.76798	0.79692	0.74533
igpm.5040	0.74975	0.92546	0.98838	1.00000	0.99449	0.98630	0.97271	0.96248	0.95358	0.94599	0.12097	0.08295	0.35041	0.53939	0.63048	0.67812	0.70386	0.72843	0.74266	0.77520	0.72662
igpm.6300	0.70338	0.88563	0.96749	0.99449	1.00000	0.99718	0.99156	0.98542	0.97961	0.97440	0.10871	0.06423	0.33501	0.52542	0.61470	0.65982	0.68342	0.70541	0.71857	0.75141	0.70489
igpm.7560	0.66997	0.85315	0.94653	0.98390	0.99718	1.00000	0.99849	0.99539	0.99189	0.98848	0.09920	0.05094	0.32384	0.51450	0.60188	0.64474	0.66645	0.68610	0.69815	0.73031	0.68529
igpm.8820	0.64500	0.82729	0.92812	0.97271	0.99156	0.99849	1.00000	0.99916	0.99737	0.99529	0.09188	0.04124	0.31531	0.50569	0.59140	0.63241	0.65262	0.67038	0.68149	0.71279	0.66892
igpm.10080	0.62585	0.80675	0.91269	0.96248	0.98542	0.99539	0.99916	1.00000	0.99951	0.99843	0.08623	0.03399	0.30863	0.49852	0.58282	0.62238	0.64140	0.65768	0.66803	0.69854	0.65557
igpm.11340	0.61083	0.79032	0.88994	0.93558	0.97961	0.99189	0.99737	0.99951	1.00000	0.99970	0.08181	0.02845	0.30330	0.49264	0.57579	0.61417	0.63227	0.64740	0.65714	0.68697	0.64472
igpm.12600	0.59880	0.77702	0.89938	0.94599	0.97440	0.98848	0.99529	0.99843	0.99970	1.00000	0.07830	0.02411	0.29900	0.48779	0.56997	0.60743	0.62478	0.63899	0.64825	0.67752	0.63584
ipca.63	0.16787	0.15307	0.13623	0.12097	0.10871	0.09920	0.09188	0.08623	0.08181	0.07830	1.00000	0.71069	0.45850	0.38094	0.31286	0.26158	0.22568	0.18478	0.16585	0.14349	0.13879
ipca.126	0.21844	0.15264	0.11035	0.08295	0.06423	0.05094	0.04124	0.03399	0.02845	0.02411	0.71069	1.00000	0.76605	0.50845	0.37329	0.30398	0.26681	0.23341	0.21918	0.17066	0.13485
ipca.252	0.48436	0.41516	0.37402	0.35041	0.33501	0.32384	0.31531	0.30863	0.30330	0.29900	0.45850	0.76605	1.00000	0.91312	0.80895	0.73119	0.67428	0.60036	0.55600	0.44237	0.37063
ipca.378	0.62158	0.58901	0.55902	0.53939	0.52542	0.51450	0.50569	0.49852	0.49264	0.48779	0.38094	0.50845	0.91312	1.00000	0.97333	0.92707	0.88041	0.80393	0.75079	0.62277	0.55018
ipca.504	0.67701	0.67466	0.65055	0.63048	0.61470	0.60188	0.59140	0.58282	0.57579	0.56997	0.31286	0.37329	0.80895	0.97333	1.00000	0.98691	0.96016	0.90177	0.85396	0.72593	0.65286
ipca.630	0.70237	0.72105	0.69997	0.67812	0.65982	0.64474	0.63241	0.62238	0.61417	0.60743	0.26158	0.30398	0.73119	0.92707	0.98691	1.00000	0.99224	0.95596	0.91805	0.79504	0.71928
ipca.756	0.71364	0.74644	0.72733	0.70386	0.68342	0.66645	0.65262	0.64140	0.63227	0.62478	0.22568	0.26681	0.67428	0.88041	0.96016	0.99224	1.00000	0.98432	0.95732	0.84301	0.76147
ipca.1008	0.72041	0.76947	0.75357	0.72843	0.70541	0.68610	0.67038	0.65768	0.64740	0.63899	0.18478	0.23341	0.60036	0.80393	0.90177	0.95596	0.98432	1.00000	0.99260	0.90269	0.82020
ipca.1260	0.72262	0.78076	0.76798	0.74266	0.71857	0.69815	0.68149	0.66803	0.65714	0.64825	0.16585	0.21918	0.55600	0.75079	0.85396	0.91805	0.95732	0.99260	1.00000	0.93855	0.85729
ipca.2520	0.71588	0.79707	0.79692	0.77520	0.75141	0.73031	0.71279	0.69854	0.68697	0.67752	0.14349	0.17066	0.44237	0.62277	0.72593	0.79504	0.84301	0.90269	0.93855	1.00000	0.97128
ipca.3780	0.65893	0.74111	0.74533	0.72662	0.70489	0.68529	0.66892	0.65557	0.64472	0.63584	0.13879	0.13485	0.37063	0.50188	0.65286	0.71928	0.76417	0.82020	0.85729	0.97128	1.00000

Tabela 50: Matriz de Correlação – Partição B

	ipca.5040	ipca.6300	ipca.7560	ipca.8820	ipca.10080	ipca.11340	ipca.12600	tr.63	tr.126	tr.252	tr.378	tr.504	tr.630	tr.756	tr.1008	tr.1260	tr.2520	tr.3780	tr.5040	tr.6300	tr.7560
pre.21	0.23936	0.24274	0.25437	0.26510	0.27056	0.27035	0.26586	0.74968	0.71203	0.63773	0.57716	0.52760	0.48856	0.45826	0.41598	0.38877	0.33312	0.31039	0.29900	0.29171	0.28664
pre.63	0.33607	0.33134	0.33361	0.33413	0.32991	0.32151	0.31059	0.72723	0.71416	0.71397	0.67284	0.63002	0.59174	0.55960	0.51180	0.48000	0.41865	0.40157	0.39292	0.38278	0.38322
pre.126	0.43721	0.42099	0.41055	0.39900	0.38479	0.36894	0.35290	0.65243	0.71181	0.74723	0.73916	0.71414	0.68528	0.65797	0						

	tr.820	tr.10080	tr.11340	tr.12600	dolar.30	dolar.90	dolar.180	dolar.360	dolar.540	dolar.720	dolar.900	dolar.1080	dolar.1440	dolar.1800	dolar.3600	lgpm	ipca	tr	ibovespa	dolar	commodity
pre.21	0.28293	0.28010	0.27788	0.27609	0.09802	0.10175	0.10773	0.11907	0.12670	0.13170	0.13615	0.14013	0.14356	0.13831	0.05207	0.30399	0.19161	-0.09108	-0.25385	0.08072	0.19301
pre.63	0.38017	0.37780	0.37591	0.37438	0.12167	0.12403	0.12850	0.13776	0.14320	0.14553	0.14707	0.14804	0.14560	0.13532	0.04076	0.34891	0.23863	-0.17738	-0.25705	0.04293	0.15045
pre.126	0.48178	0.47943	0.47754	0.47599	0.10345	0.10531	0.10924	0.11877	0.12591	0.12960	0.13100	0.13027	0.12119	0.10255	-0.01461	0.36048	0.25269	-0.24710	-0.25002	0.03174	0.08237
pre.252	0.59534	0.59217	0.58964	0.58757	0.05296	0.05544	0.06059	0.07411	0.08629	0.09325	0.09502	0.09229	0.07571	0.04920	-0.07287	0.30968	0.21419	-0.27132	-0.24621	0.06129	0.04157
pre.378	0.65749	0.65349	0.65030	0.64769	0.01358	0.01640	0.02252	0.03998	0.05768	0.06932	0.07394	0.07259	0.05670	0.03052	-0.08045	0.25008	0.17927	-0.25069	-0.26539	0.10965	0.04469
pre.504	0.69500	0.69039	0.68672	0.68374	-0.01251	-0.00972	-0.00332	0.01620	0.03758	0.05295	0.06051	0.06140	0.04893	0.02581	-0.07218	0.20517	0.15803	-0.22514	-0.28815	0.15133	0.04861
pre.630	0.71940	0.71441	0.71044	0.70722	-0.02856	-0.02591	-0.01956	0.00080	0.02423	0.04199	0.05169	0.05441	0.04514	0.02499	-0.06263	0.17472	0.14514	-0.20281	-0.30802	0.18179	0.04700
pre.756	0.73625	0.73104	0.72690	0.72353	-0.03814	-0.03559	-0.02930	-0.00849	0.01617	0.03542	0.04651	0.05046	0.04335	0.02517	-0.05607	0.15460	0.13690	-0.18435	-0.32459	0.20343	0.04157
pre.1008	0.75720	0.75184	0.74759	0.74413	-0.04784	-0.04523	-0.03868	-0.01659	0.01012	0.03141	0.04412	0.04928	0.04373	0.02640	-0.05366	0.13219	0.12761	-0.15592	-0.35096	0.23150	0.02657
pre.1260	0.76849	0.76320	0.75898	0.75556	-0.05350	-0.05058	-0.04332	-0.01895	0.01045	0.03387	0.04786	0.05353	0.04736	0.02804	-0.06253	0.12166	0.12348	-0.13448	-0.37174	0.25022	0.01123
pre.2520	0.74712	0.74277	0.73928	0.73643	-0.08140	-0.07727	-0.06631	-0.02845	0.01768	0.05453	0.07635	0.08461	0.07121	0.03353	-0.15911	0.11293	0.12747	-0.07228	-0.41465	0.29757	-0.04391
pre.3780	0.68077	0.67725	0.67441	0.67209	-0.09688	-0.09265	-0.08049	-0.03658	0.01809	0.06234	0.08883	0.09893	0.08197	0.03365	-0.22589	0.11371	0.13355	-0.04490	-0.39912	0.30204	-0.06617
lgpm.63	-0.17160	-0.16850	-0.16609	-0.16416	-0.06697	-0.05901	-0.04371	-0.00521	0.02991	0.05032	0.05705	0.05511	0.04024	0.02358	-0.01195	0.16727	0.08797	0.08177	-0.02756	-0.05765	-0.18991
lgpm.126	-0.14084	-0.13794	-0.13569	-0.13389	-0.04367	-0.03889	-0.03031	-0.00972	0.00863	0.01879	0.02130	0.01897	0.00844	-0.00259	-0.03150	0.18341	0.08750	0.08143	-0.03207	-0.08988	-0.20081
lgpm.252	0.03984	0.04186	0.04341	0.04462	-0.00887	-0.01008	-0.01334	-0.02310	-0.03359	-0.04271	-0.05055	-0.05737	-0.06754	-0.07273	-0.06795	0.19664	0.06222	0.06507	-0.12541	-0.07534	-0.18641
lgpm.378	0.23781	0.23889	0.23968	0.24028	-0.00002	-0.00395	-0.01197	-0.03265	-0.05280	-0.06821	-0.07952	-0.08804	-0.09889	-0.10290	-0.08342	0.21045	0.03885	0.04448	-0.22793	-0.02428	-0.14854
lgpm.504	0.38268	0.38296	0.38311	0.38318	0.01006	0.00691	0.00033	-0.01737	-0.03575	-0.05071	-0.06226	-0.07134	-0.08384	-0.08993	-0.07691	0.22243	0.02496	0.02797	-0.30036	0.03693	-0.11739
lgpm.630	0.46910	0.46876	0.46842	0.46810	0.02199	0.02104	0.01828	0.00863	-0.00388	-0.01594	-0.02644	-0.03547	-0.04949	-0.05844	-0.06069	0.22861	0.01939	0.01724	-0.34276	0.09139	-0.10326
lgpm.756	0.51755	0.51675	0.51605	0.51543	0.03133	0.02625	0.03380	0.03252	0.02648	0.01801	0.00918	0.00075	-0.01404	-0.02543	-0.04384	0.23014	0.01891	0.01060	-0.36677	0.13417	-0.10179
lgpm.1008	0.56556	0.56414	0.56294	0.56194	0.03796	0.04262	0.04966	0.06173	0.06722	0.06627	0.06180	0.05569	0.04151	0.02710	-0.01822	0.22706	0.02463	0.02005	-0.39293	0.19209	-0.11358
lgpm.1260	0.59425	0.59243	0.59093	0.58968	0.03444	0.04101	0.05162	0.07281	0.08755	0.09372	0.09409	0.09104	0.07913	0.06339	-0.00198	0.22229	0.03272	-0.00614	-0.41197	0.22892	-0.12601
lgpm.2520	0.66504	0.66259	0.66058	0.65892	0.03139	0.03810	0.05022	0.07984	0.10849	0.12968	0.14345	0.15124	0.15251	0.13956	0.03067	0.20013	0.05404	-0.02524	-0.46891	0.29461	-0.11714
lgpm.3780	0.65305	0.65061	0.64861	0.64695	0.06341	0.06661	0.07267	0.08857	0.10553	0.12030	0.13226	0.14106	0.14754	0.13977	0.03450	0.17783	0.04947	-0.07953	-0.46373	0.28243	-0.07950
lgpm.5040	0.62418	0.62182	0.61990	0.61830	0.08558	0.08717	0.08845	0.09253	0.09809	0.10514	0.11308	0.12040	0.12797	0.12331	0.02967	0.15977	0.03999	-0.09344	-0.44462	0.26196	-0.05301
lgpm.6300	0.59669	0.59442	0.59256	0.59102	0.09963	0.09853	0.09669	0.09288	0.09060	0.09206	0.09678	0.10255	0.10994	0.10694	0.02319	0.14618	0.03155	-0.10142	-0.42620	0.24421	-0.03606
lgpm.7560	0.57377	0.57158	0.56978	0.56830	0.10693	0.10473	0.10085	0.09182	0.08431	0.08195	0.08434	0.08889	0.09579	0.09370	0.01729	0.13611	0.02499	-0.10638	-0.41096	0.23082	-0.02490
lgpm.8820	0.55540	0.55326	0.55152	0.55008	0.11123	0.10828	0.10301	0.09042	0.07932	0.07429	0.07503	0.07865	0.08506	0.08349	0.01248	0.12859	0.02003	-0.10961	-0.39882	0.22081	-0.01723
lgpm.10080	0.54077	0.53869	0.53699	0.53558	0.11390	0.11043	0.10417	0.08906	0.07540	0.06847	0.06799	0.07090	0.07689	0.07566	0.00868	0.12289	0.01626	-0.11182	-0.38921	0.21322	-0.01712
lgpm.11340	0.52907	0.52702	0.52536	0.52398	0.11567	0.11181	0.10482	0.08785	0.07231	0.06396	0.06256	0.06494	0.07057	0.06957	0.00570	0.11846	0.01336	-0.11339	-0.38155	0.20733	-0.00762
lgpm.12600	0.51959	0.51758	0.51594	0.51459	0.11688	0.11273	0.10519	0.08681	0.06983	0.06040	0.05829	0.06024	0.06558	0.06476	0.00335	0.11495	0.01108	-0.11454	-0.37537	0.20267	-0.00448
ipca.63	0.05658	0.05698	0.06205	0.06392	0.08982	0.10021	0.11581	0.14071	0.15011	0.14865	0.14503	0.14334	0.14752	0.15752	0.17010	-0.05375	0.01643	0.01617	-0.10869	0.13315	-0.13809
ipca.126	0.06779	0.06782	0.06784	0.06784	0.11264	0.11807	0.12684	0.14121	0.14525	0.14207	0.13773	0.13473	0.13317	0.13483	0.12957	-0.00349	0.14341	0.07255	-0.11860	0.06604	-0.11362
ipca.252	0.32504	0.32406	0.32326	0.32259	0.05815	0.06133	0.06774	0.08258	0.09286	0.09624	0.09531	0.09233	0.08458	0.07773	0.06542	0.14939	0.17402	-0.18684	-0.23603	0.05764	-0.14726
ipca.378	0.48924	0.48786	0.48671	0.48575	0.00038	0.00741	0.02094	0.05459	0.08498	0.10353	0.11151	0.11257	0.10391	0.09203	0.04351	0.20036	0.15085	-0.20299	-0.31203	0.13183	-0.13283
ipca.504	0.57718	0.57502	0.57326	0.57181	-0.02630	-0.01663	0.00170	0.04782	0.09138	0.12004	0.13436	0.13874	0.13060	0.11255	0.03594	0.20719	0.13946	-0.19807	-0.35171	0.19309	-0.10182
ipca.630	0.63091	0.62804	0.62573	0.62382	-0.03321	-0.02228	-0.00164	0.05043	0.10028	0.13391	0.15159	0.15796	0.15071	0.13069	0.03551	0.19793	0.13065	-0.18829	-0.37679	0.24022	-0.07257
ipca.756	0.66404	0.66064	0.65791	0.65567	-0.02881	-0.01749	0.00381	0.05741	0.10872	0.14362	0.16238	0.16964	0.16338	0.14317	0.03946	0.18185	0.12009	-0.17685	-0.39367	0.27619	-0.04870
ipca.1008	0.69738	0.69338	0.69019	0.68758	-0.00586	0.00500	0.02522	0.07516	0.12206	0.15374	0.17109	0.17835	0.17419	0.15663	0.05416	0.14604	0.09425	-0.15433	-0.41475	0.32433	-0.01695
ipca.1260	0.71206	0.70786	0.70451	0.70177	0.01865	0.02845	0.04647	0.08994	0.12965	0.15614	0.17093	0.17768	0.17597	0.16255	0.07084	0.11622	0.06758	-0.13558	-0.42846	0.35226	-0.00203
ipca.2520	0.73516	0.73145	0.72847	0.72602	0.02508	0.02896	0.03717	0.06077	0.08695	0.10903	0.12593	0.13838	0.15219	0.15421	0.09667	0.07313	-0.00570	-0.09530	-0.45780	0.37724	0.01578
ipca.3780	0.72349	0.72028	0.71768	0.71553	-0.03968	-0.03956	-0.03609	-0.01602	0.01578	0.04769	0.07385	0.09350	0.11603	0.12176	0.06575	0.08684	-0.00852	-0.09544	-0.44443	0.36292	0.02534

	igpm.1260	igpm.2520	igpm.3780	igpm.5040	igpm.6300	igpm.7560	igpm.8820	igpm.10080	igpm.11340	igpm.12600	ipca.63	ipca.126	ipca.252	ipca.378	ipca.504	ipca.630	ipca.756	ipca.1008	ipca.1260	ipca.2520	ipca.3780
ipca.5040	0.59944	0.67042	0.67360	0.65622	0.63613	0.61807	0.60301	0.59075	0.58080	0.57266	0.14414	0.13080	0.33732	0.51014	0.61172	0.67746	0.72138	0.77483	0.80949	0.92984	0.98650
ipca.6300	0.55770	0.61747	0.61819	0.60105	0.58183	0.56473	0.55054	0.53903	0.52970	0.52208	0.15142	0.14281	0.32825	0.49159	0.59123	0.65708	0.70133	0.75436	0.78712	0.89640	0.95833
ipca.7560	0.53031	0.58364	0.58255	0.56533	0.54651	0.52991	0.51621	0.50512	0.49616	0.48885	0.15227	0.15406	0.32661	0.48066	0.57768	0.64316	0.68756	0.74034	0.77159	0.86993	0.92117
ipca.8820	0.51086	0.56262	0.56093	0.54371	0.52511	0.50880	0.49538	0.48454	0.47579	0.46867	0.14408	0.15689	0.32317	0.46933	0.56322	0.62740	0.67110	0.72270	0.75236	0.83290	0.87686
ipca.10080	0.49539	0.54890	0.54758	0.53055	0.51216	0.49607	0.48284	0.47217	0.46356	0.45655	0.12879	0.15086	0.31539	0.45536	0.54589	0.60800	0.65022	0.69965	0.72748	0.79680	0.82910
ipca.11340	0.48228	0.53922	0.53883	0.52213	0.50398	0.48808	0.47501	0.46447	0.45597	0.44905	0.10990	0.13882	0.30421	0.43955	0.52684	0.58648	0.62677	0.67341	0.69928	0.75999	0.78215
ipca.12600	0.47097	0.53184	0.53259	0.51629	0.49838	0.48267	0.46975	0.45933	0.45091	0.44406	0.09031	0.12387	0.29136	0.42333	0.50767	0.56479	0.60299	0.64665	0.67059	0.72478	0.73882
tr.63	0.39755	0.40816	0.37884	0.34764	0.32230	0.30266	0.28753	0.27581	0.26660	0.25924	0.13271	0.39352	0.55856	0.53194	0.50756	0.49344	0.48262	0.46388	0.44821	0.39984	0.37079
tr.126	0.47044	0.47636	0.44474	0.41297	0.38739	0.36749	0.35207	0.34005	0.33055	0.32293	0.13193	0.38981	0.60844	0.61190	0.59906	0.58910	0.57895	0.55732	0.53725	0.47040	0.43041
tr.252	0.54394	0.56001	0.52920	0.49647	0.46959	0.44841	0.43186	0.41887	0.40856	0.40026	0.12058	0.34225	0.62142	0.67508	0.68674	0.68978	0.68664	0.67018	0.65016	0.57212	0.52231
tr.378	0.57559	0.60666	0.57907	0.54634	0.51868	0.49659	0.47921	0.46551	0.45461	0.44582	0.10362	0.28567	0.59048	0.68070	0.71422	0.73093	0.73666	0.72986	0.71411	0.63938	0.58763
tr.504	0.58960	0.63298	0.60856	0.57624	0.54821	0.52560	0.50772	0.49359	0.48233	0.47324	0.08537	0.23610	0.54882	0.66413	0.71500	0.74344	0.75728	0.76020	0.74955	0.68292	0.63238
tr.630	0.59597	0.64853	0.62681	0.59501	0.56686	0.54397	0.52580	0.51142	0.49994	0.49066	0.06875	0.19685	0.50931	0.64144	0.70536	0.74305	0.76350	0.77476	0.76889	0.71141	0.66320
tr.756	0.59905	0.65836	0.63884	0.60756	0.57941	0.55637	0.53803	0.52348	0.51187	0.50248	0.05483	0.16687	0.47566	0.61906	0.69258	0.73729	0.76289	0.78090	0.77913	0.73051	0.68498
tr.1008	0.60187	0.66978	0.65337	0.62292	0.59484	0.57167	0.55315	0.53843	0.52666	0.51714	0.03483	0.12704	0.42603	0.58218	0.66778	0.72160	0.75407	0.78154	0.78602	0.75277	0.71251
tr.1260	0.60354	0.67614	0.66157	0.63160	0.60358	0.58033	0.56170	0.54688	0.53503	0.52543	0.02287	0.10403	0.39420	0.55627	0.64821	0.70695	0.74324	0.77638	0.78502	0.76381	0.72816
tr.2520	0.60744	0.68478	0.67247	0.64292	0.61478	0.59132	0.57248	0.55748	0.54547	0.53574	0.01431	0.07143	0.34186	0.50889	0.60600	0.66855	0.70820	0.74803	0.76360	0.77121	0.74879
tr.3780	0.60563	0.68153	0.66945	0.64001	0.61195	0.58854	0.56976	0.55481	0.54283	0.53314	0.02672	0.06743	0.32393	0.49953	0.59409	0.65411	0.69195	0.73037	0.74645	0.76264	0.74532
tr.5040	0.60233	0.67646	0.66444	0.63518	0.60728	0.58402	0.56535	0.55050	0.53861	0.52898	0.03824	0.06751	0.32971	0.49563	0.58776	0.64542	0.68151	0.71811	0.73382	0.75346	0.73866
tr.6300	0.59915	0.67185	0.65985	0.63075	0.60301	0.57989	0.56134	0.54657	0.53476	0.52519	0.04526	0.06762	0.32772	0.49299	0.58329	0.63921	0.67399	0.70916	0.72445	0.74583	0.73251
tr.7560	0.59646	0.66808	0.65608	0.62711	0.59951	0.57650	0.55804	0.54335	0.53160	0.52208	0.05450	0.06773	0.32623	0.49092	0.57987	0.63453	0.66837	0.70248	0.71743	0.73985	0.72749
tr.8820	0.59425	0.66504	0.65305	0.62418	0.59669	0.57377	0.55540	0.54077	0.52907	0.51959	0.05658	0.06779	0.32504	0.48924	0.57718	0.63091	0.66404	0.69738	0.71206	0.73516	0.72349
tr.10080	0.59243	0.66529	0.65361	0.62482	0.59742	0.57458	0.55626	0.54169	0.52970	0.51978	0.05768	0.06782	0.32406	0.48786	0.57502	0.62804	0.66064	0.69338	0.70786	0.73145	0.72028
tr.11340	0.59093	0.66608	0.64861	0.61990	0.59256	0.56978	0.55152	0.53699	0.52536	0.51594	0.06025	0.06784	0.32326	0.48671	0.57326	0.62573	0.65791	0.69019	0.70451	0.72847	0.71768
tr.12600	0.58968	0.66592	0.64895	0.61830	0.59102	0.56830	0.55008	0.53558	0.52398	0.51459	0.06392	0.06784	0.32259	0.48575	0.57381	0.62382	0.65567	0.68758	0.70177	0.72602	0.71553
dolar.30	0.03444	0.03139	0.06341	0.08658	0.09963	0.10693	0.11123	0.11390	0.11567	0.11688	0.08982	0.11264	0.05815	0.00038	-0.02630	-0.03321	-0.02881	-0.00586	0.01865	0.02508	-0.03968
dolar.90	0.04101	0.03810	0.06661	0.08717	0.09853	0.10473	0.10828	0.11043	0.11181	0.11273	0.10021	0.11807	0.06133	0.00741	-0.01663	-0.02228	-0.01749	0.00500	0.02845	0.02896	-0.03956
dolar.180	0.05162	0.05022	0.07267	0.08845	0.09669	0.10085	0.10301	0.10417	0.10482	0.10519	0.11581	0.12684	0.06774	0.02094	0.00170	-0.00164	0.00381	0.02522	0.04647	0.03717	-0.03609
dolar.360	0.07281	0.07984	0.08857	0.09253	0.09288	0.09182	0.09042	0.08906	0.08785	0.08681	0.14071	0.14121	0.08258	0.05459	0.04782	0.05043	0.05741	0.07516	0.08994	0.06077	-0.01602
dolar.540	0.08755	0.10849	0.10553	0.09809	0.09060	0.08431	0.07932	0.07540	0.07231	0.06983	0.15011	0.14255	0.09286	0.08498	0.09138	0.10028	0.10872	0.12206	0.12965	0.08695	0.01578
dolar.720	0.09372	0.12968	0.12030	0.10514	0.09206	0.08195	0.07429	0.06847	0.06396	0.06040	0.14865	0.14207	0.09624	0.10353	0.12004	0.13391	0.14362	0.15374	0.15614	0.10903	0.04769
dolar.900	0.09409	0.14345	0.13226	0.11308	0.09678	0.08434	0.07503	0.06799	0.06256	0.05829	0.14503	0.13773	0.09531	0.11151	0.13436	0.15159	0.16238	0.17109	0.17093	0.12593	0.07385
dolar.1080	0.09104	0.15124	0.14106	0.12040	0.10255	0.08889	0.07865	0.07090	0.06494	0.06024	0.14334	0.13473	0.09233	0.11257	0.13874	0.15796	0.16964	0.17835	0.17768	0.13838	0.09350
dolar.1440	0.07913	0.15251	0.14754	0.12797	0.10994	0.09579	0.08506	0.07689	0.07057	0.06558	0.14752	0.13317	0.08458	0.10391	0.13060	0.15071	0.16338	0.17419	0.17597	0.15219	0.11603
dolar.1800	0.06339	0.13956	0.13977	0.12331	0.10694	0.09370	0.08349	0.07566	0.06957	0.06476	0.15752	0.13483	0.07773	0.09023	0.11255	0.13069	0.14317	0.15663	0.16255	0.15421	0.12176
dolar.3600	-0.00198	0.03067	0.03450	0.02967	0.02319	0.01729	0.01248	0.00868	0.00570	0.00335	0.17010	0.12957	0.06542	0.04351	0.03594	0.03551	0.03946	0.05416	0.07084	0.09667	0.06575
igpm	0.22229	0.20013	0.17783	0.15977	0.14618	0.13611	0.12859	0.12289	0.11846	0.11495	-0.05375	-0.00349	0.14939	0.20036	0.20719	0.19793	0.18185	0.14604	0.11622	0.07313	0.08684
ipca	0.03272	0.05404	0.04947	0.03999	0.03155	0.02499	0.02003	0.01626	0.01336	0.01108	0.01643	0.14341	0.17402	0.15085	0.13946	0.13065	0.12009	0.09425	0.06758	-0.00570	-0.00852
tr	-0.00614	-0.05254	-0.07953	-0.09344	-0.10142	-0.10638	-0.10961	-0.11182	-0.11339	-0.11454	0.01617	-0.07255	-0.18684	-0.20299	-0.19807	-0.18829	-0.17685	-0.15433	-0.13558	-0.09530	-0.09544
ibovespa	-0.41197	-0.46891	-0.46373	-0.44462	-0.42620	-0.41096	-0.39882	-0.38921	-0.38155	-0.37537	-0.10869	-0.11860	-0.23603	-0.31203	-0.35171	-0.37679	-0.39367	-0.41475	-0.42846	-0.45780	-0.44443
dolar.30	0.22892	0.29461	0.28323	0.26196	0.24421	0.23082	0.22081	0.21322	0.20733	0.20267	0.13315	0.06604	0.05764	0.13183	0.19309	0.24022	0.27619	0.32433	0.35226	0.37724	0.36292
commodity	-0.12601	-0.11714	-0.07950	-0.05301	-0.03606	-0.02490	-0.01723	-0.01172	-0.00762	-0.00448	-0.13809	-0.11362	-0.14726	-0.12383	-0.10182	-0.07257	-0.04870	-0.01695	-0.00023	0.01578	0.02534

Tabela 54: Matriz de Correlação – Partição F

	ipca.5040	ipca.6300	ipca.7560	ipca.8820	ipca.10080	ipca.11340	ipca.12600	tr.63	tr.126	tr.252	tr.378	tr.504	tr.630	tr.756	tr.1008	tr.1260	tr.2520	tr.3780	tr.5040	tr.6300	tr.7560
ipca.5040	1.00000	0.98959	0.96079	0.91774	0.86692	0.81493	0.76607	0.36065	0.41352	0.49611	0.55613	0.59811	0.62763	0.64892	0.67664	0.69302	0.71662	0.71434	0.70832	0.70261	0.69790
ipca.6300	0.98959	1.00000	0.98934	0.95927	0.916																

	tr.8820	tr.10080	tr.11340	tr.12600	dolar.30	dolar.90	dolar.180	dolar.360	dolar.540	dolar.720	dolar.900	dolar.1080	dolar.1440	dolar.1800	dolar.3600	igpm	ipca	tr	ibovespa	dolar	commodity
ipca.5040	0.69413	0.69111	0.68865	0.68663	-0.06519	-0.06561	-0.06241	-0.04053	-0.00450	0.03174	0.06104	0.08257	0.10633	0.11147	0.04931	0.09284	-0.00055	-0.10357	-0.42044	0.36753	0.04204
ipca.6300	0.65901	0.65604	0.65364	0.65166	-0.06123	-0.06056	-0.05548	-0.02960	0.00934	0.04708	0.07704	0.09890	0.12284	0.12761	0.05579	0.08865	-0.00023	-0.11026	-0.39967	0.38483	0.05734
ipca.7560	0.62269	0.61979	0.61743	0.61550	-0.05096	-0.04919	-0.04223	-0.01256	0.02911	0.06851	0.09977	0.12288	0.14911	0.15520	0.07351	0.07963	-0.00666	-0.11275	-0.38352	0.40039	0.06553
ipca.8820	0.58771	0.58491	0.58265	0.58079	-0.04556	-0.04339	-0.03561	-0.00373	0.04040	0.08227	0.11601	0.14160	0.17222	0.18111	0.09194	0.06951	-0.01536	-0.11095	-0.37062	0.40632	0.06526
ipca.10080	0.55612	0.55347	0.55133	0.54957	-0.04700	-0.04519	-0.03772	-0.00545	0.04055	0.08521	0.12209	0.15079	0.18675	0.19910	0.10572	0.06022	-0.02309	-0.10612	-0.35988	0.40175	0.05821
ipca.11340	0.52914	0.52666	0.52465	0.52300	-0.05335	-0.05239	-0.04602	-0.01475	0.03239	0.07969	0.11971	0.15151	0.19271	0.20848	0.11371	0.05251	-0.02860	-0.09986	-0.35080	0.38961	0.04706
ipca.12600	0.50686	0.50455	0.50267	0.50112	-0.06209	-0.06220	-0.05733	-0.02786	0.01980	0.06928	0.11205	0.14658	0.19235	0.21112	0.11689	0.04642	-0.03190	-0.09338	-0.34310	0.37339	0.03413
tr.63	0.50616	0.50184	0.49842	0.49567	0.03518	0.04284	0.05839	0.09927	0.13796	0.16304	0.17509	0.17775	0.16563	0.14218	0.04903	0.22486	0.06898	-0.15482	-0.32893	0.17009	0.18622
tr.126	0.57221	0.56763	0.56402	0.56109	0.04042	0.04836	0.06420	0.10493	0.14246	0.16569	0.17558	0.17591	0.15883	0.13049	0.02424	0.23285	0.09318	-0.18108	-0.32656	0.15418	0.17836
tr.252	0.67722	0.67214	0.66812	0.66486	0.03391	0.04163	0.05712	0.09723	0.13419	0.15658	0.16512	0.16368	0.14252	0.11045	0.00054	0.23708	0.11863	-0.20329	-0.33800	0.15377	0.16080
tr.378	0.75052	0.74502	0.74066	0.73712	0.01739	0.02425	0.03857	0.07734	0.11461	0.13800	0.14734	0.14625	0.12492	0.09241	-0.01438	0.23265	0.12960	-0.20422	-0.35598	0.17014	0.14410
tr.504	0.79912	0.79333	0.78873	0.78500	-0.00035	0.00562	0.01877	0.05638	0.09436	0.11935	0.13015	0.13010	0.10994	0.07800	-0.02560	0.22351	0.13257	-0.19570	-0.37228	0.19017	0.12886
tr.630	0.83213	0.82616	0.82141	0.81756	-0.01579	-0.01056	0.00165	0.03846	0.07728	0.10387	0.11616	0.11725	0.09850	0.06733	-0.03410	0.21311	0.13146	-0.18428	-0.38555	0.20923	0.11575
tr.756	0.85578	0.84970	0.84487	0.84095	-0.02815	-0.02351	-0.01202	0.02423	0.06386	0.09185	0.10546	0.10757	0.09015	0.05969	-0.04042	0.20320	0.12859	-0.17276	-0.39612	0.22591	0.10470
tr.1008	0.88780	0.88170	0.87685	0.87290	-0.04495	-0.04116	-0.03069	0.00489	0.04582	0.07596	0.09158	0.09531	0.08000	0.05064	-0.04844	0.18708	0.12199	-0.15268	-0.41160	0.25181	0.08724
tr.1260	0.90928	0.90332	0.89857	0.89471	-0.05446	-0.05127	-0.04149	-0.00630	0.03556	0.06722	0.08428	0.08917	0.07538	0.04672	-0.05271	0.17588	0.11662	-0.13698	-0.42255	0.26992	0.07404
tr.2520	0.96341	0.95994	0.95639	0.95347	-0.06428	-0.06244	-0.05408	-0.01913	0.02557	0.06128	0.08213	0.09003	0.07976	0.05178	-0.05709	0.15636	0.10603	-0.09485	-0.45226	0.30965	0.04018
tr.3780	0.98632	0.98348	0.98111	0.97912	-0.06213	-0.06062	-0.05246	-0.01688	0.02941	0.06693	0.08936	0.09846	0.08925	0.06082	-0.05676	0.15258	0.10049	-0.07581	-0.46405	0.32266	0.02891
tr.5040	0.99519	0.99343	0.99190	0.99057	-0.05992	-0.05850	-0.05034	-0.01430	0.03279	0.07114	0.09430	0.10394	0.09518	0.06642	-0.05630	0.15063	0.09509	-0.06477	-0.46835	0.32842	0.02388
tr.6300	0.99859	0.99757	0.99660	0.99572	-0.05834	-0.05695	-0.04876	-0.01249	0.03499	0.07376	0.09728	0.10721	0.09870	0.06977	-0.05593	0.14916	0.09066	-0.05771	-0.46976	0.33131	0.02098
tr.7560	0.99975	0.99925	0.99868	0.99811	-0.05721	-0.05583	-0.04763	-0.01124	0.03644	0.07543	0.09916	0.10926	0.10092	0.07191	-0.05563	0.14801	0.08728	-0.05290	-0.47007	0.33292	0.01906
tr.8820	1.00000	0.99986	0.99957	0.99923	-0.05637	-0.05500	-0.04680	-0.01034	0.03745	0.07657	0.10042	0.11063	0.10242	0.07336	-0.05538	0.14711	0.08474	-0.04945	-0.46999	0.33387	0.01771
tr.10080	0.99986	1.00000	0.99992	0.99974	-0.05573	-0.05438	-0.04617	-0.00968	0.03818	0.07738	0.10133	0.11161	0.10350	0.07442	-0.05519	0.14640	0.08280	-0.04688	-0.46977	0.33448	0.01669
tr.11340	0.99957	0.99992	1.00000	0.99995	-0.05523	-0.05388	-0.04568	-0.00916	0.03874	0.07799	0.10200	0.11234	0.10430	0.07521	-0.05503	0.14583	0.08129	-0.04490	-0.46951	0.33489	0.01591
tr.12600	0.99923	0.99974	0.99995	1.00000	-0.05483	-0.05348	-0.04529	-0.00875	0.03917	0.07847	0.10252	0.11291	0.10492	0.07583	-0.05489	0.14536	0.08008	-0.04332	-0.46925	0.33517	0.01529
dolar.30	-0.05637	-0.05573	-0.05523	-0.05483	1.00000	0.99566	0.97047	0.84285	0.65027	0.47711	0.36064	0.29404	0.24725	0.24561	0.20906	-0.10640	-0.05009	-0.02187	-0.00701	0.05614	0.17377
dolar.90	-0.05500	-0.05438	-0.05388	-0.05348	0.99566	1.00000	0.98861	0.88770	0.71299	0.54657	0.42968	0.35919	0.30152	0.28971	0.23305	-0.09992	-0.04513	-0.01703	-0.01894	0.07939	0.18266
dolar.180	-0.04680	-0.04617	-0.04568	-0.04529	0.97047	0.98861	1.00000	0.94613	0.80632	0.65623	0.54242	0.46787	0.39392	0.36483	0.26880	-0.08576	-0.03450	-0.00987	-0.04155	0.11989	0.19600
dolar.360	-0.01034	-0.00968	-0.00916	-0.00875	0.84285	0.88770	0.94613	1.00000	0.95281	0.85724	0.76560	0.69319	0.59525	0.53121	0.33374	-0.04369	-0.02028	-0.00268	-0.09626	0.20590	0.21672
dolar.540	0.03745	0.03818	0.03874	0.03917	0.65027	0.71299	0.80632	0.95281	1.00000	0.97174	0.91789	0.86212	0.76231	0.67645	0.38149	0.00249	0.03326	0.00995	-0.14356	0.26818	0.22318
dolar.720	0.07657	0.07738	0.07799	0.07847	0.47711	0.54657	0.65623	0.85724	0.97174	1.00000	0.98455	0.95201	0.86949	0.78007	0.41937	0.03604	0.06247	0.01172	-0.17024	0.29538	0.22068
dolar.900	0.10042	0.10133	0.10200	0.10252	0.36064	0.42968	0.54242	0.76560	0.91789	0.98455	1.00000	0.99017	0.93405	0.85401	0.46019	0.05355	0.08176	0.01069	-0.17934	0.29916	0.21702
dolar.1080	0.11063	0.11161	0.11234	0.11291	0.29404	0.35919	0.46787	0.69319	0.86212	0.95201	0.99017	1.00000	0.97283	0.90947	0.50866	0.05845	0.09248	0.00926	-0.17723	0.29099	0.21465
dolar.1440	0.10242	0.10350	0.10430	0.10492	0.24725	0.30152	0.39392	0.59525	0.76231	0.86949	0.93405	0.97283	1.00000	0.97883	0.62265	0.04535	0.09510	0.00991	-0.15644	0.26126	0.21190
dolar.1800	0.07336	0.07442	0.07521	0.07583	0.24561	0.28971	0.36483	0.53121	0.67645	0.78007	0.85401	0.90947	0.97883	1.00000	0.74032	0.01841	0.08150	0.01684	-0.12967	0.22949	0.20795
dolar.3600	-0.05538	-0.05519	-0.05503	-0.05489	0.20906	0.23305	0.26880	0.33374	0.38149	0.41937	0.46019	0.50866	0.62265	0.74032	1.00000	-0.08311	-0.02357	0.06669	-0.06756	0.14196	0.16686
igpm	0.14711	0.14640	0.14583	0.14536	-0.10640	-0.09992	-0.08576	-0.04369	0.00249	0.03604	0.05355	0.05845	0.04535	0.01841	-0.08311	1.00000	0.39616	-0.08846	-0.17969	-0.03648	0.16479
ipca	0.08474	0.08474	0.08129	0.08008	-0.05009	-0.04513	-0.03450	-0.00288	0.03236	0.06247	0.08176	0.09248	0.09510	0.08150	-0.02357	0.39616	1.00000	-0.24108	-0.05988	-0.05111	0.01916
tr	-0.04945	-0.04688	-0.04490	-0.04332	-0.02187	-0.01703	-0.00987	0.00268	0.00995	0.01172	0.01069	0.00926	0.00991	0.01684	0.06669	-0.08846	-0.24108	1.00000	-0.21043	0.08700	-0.03972
ibovespa	-0.46999	-0.46977	-0.46951	-0.46925	-0.00701	-0.01894	-0.04155	-0.09626	-0.14356	-0.17024	-0.17934	-0.17723	-0.15644	-0.12967	-0.06756	-0.17969	-0.05988	-0.21043	1.00000	-0.66619	0.07407
dolar	0.33387	0.33448	0.33489	0.33517	0.05614	0.07939	0.11989	0.20590	0.26818	0.29538	0.29916	0.29099	0.26126	0.22949	0.14196	0.06619	-0.05111	0.08700	-0.66619	1.00000	-0.00474
commodity	0.01771	0.01669	0.01591	0.01529	0.17377	0.18266	0.19600	0.21672	0.22318	0.22068	0.21702	0.21465	0.21190	0.20795	0.16686	0.16479	0.01916	-0.03972	0.07407	-0.00474	1.00000

Tabela 56: Matriz de Correlação – Partição H

Vale destacar que a matriz acima representa as correlações simples das séries, desde o início das séries de retornos utilizadas na modelagem (02/2006). Logo, o modelo utilizado pode ser visto como sendo semelhante ao modelo CCC descrito em Bauwens et. al. (2006). Tal modelo utiliza, assim como apresentado na equação 35, uma matriz diagonal, com os valores dos desvios padrões, e uma matriz de correlação simples para a estimação da matriz de variâncias-covariâncias. Recordar-se que este método também foi utilizado pela regulamentação do BCB da parcela de taxas prefixadas.

Ressalta-se que poderiam ser implementadas técnicas mais sofisticadas de determinação das matrizes de variâncias-covariâncias, por exemplo, BEKK, VEC etc. Estes métodos permitem adicionar uma estrutura de dependência mais robusta na definição das covariâncias, onde a série histórica de uma variável (ou várias variáveis) influencia na lei de formação de outra variável (ou outras). Contudo, tais modelos exigem uma quantidade muito grande de parâmetros e consequentemente uma estimação complexa e, por isso, na prática são raramente utilizados. Logo, considerando a comum adoção do modelo do tipo CCC e o sucesso na implementação da norma da parcela de taxas prefixadas pelo BCB, foi adotado procedimento semelhante na estimação das matrizes de variâncias-covariâncias.

Cabe ainda ressaltar a necessidade de que a matriz de correlação seja positiva semidefinida para que o valor resultante da equação 38 seja um número positivo, como é de se esperar para o valor da variância de um portfólio e, consequentemente, do capital a ser empregado.



Verificou-se, através dos autovalores da matriz de correlação estimada, que a mesma é positiva definida.

### 6.7. Calibragem da matriz de fatores do modelo padrão proposto

A matriz de fatores  $F$  foi enfim estimada, considerando a sua definição dada pela equação 38, as volatilidades estimadas na seção 6.5, a matriz de correlação estimadas na seção 6.6, o quantil de 99% da normal padrão ( $z^{(99\%)} = 2,33$ ), o horizonte de 3 meses ( $D=3$ ) e a seguinte matriz diagonal  $P$ :

$$diag(P) = (1 \quad -1/12 \quad -3/12 \quad \dots \quad -10 \quad -15 \quad -3/12 \quad -6/12 \quad \dots \quad -45 \quad -50)$$

Logo, tem-se a matriz de fatores do modelo padrão proposto:

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>

**Tabela 57: Matriz de Fatores**

	pre.21	pre.63	pre.126	pre.252	pre.378	pre.504	pre.630	pre.756	pre.1008	pre.1260	pre.2520	pre.3780	lgpm.63	lgpm.126	lgpm.252	lgpm.378	lgpm.504	lgpm.630	lgpm.756	lgpm.1008	
pre.21	0.000006	0.000019	0.000038	0.000065	0.000082	0.000093	0.000102	0.000110	0.000123	0.000135	0.000226	0.000340	0.000404	0.000479	0.000550	0.000628	0.000712	0.000799	0.000890	0.000984	0.001081
pre.63	0.000019	0.000069	0.000153	0.000308	0.000419	0.000502	0.000571	0.000638	0.000706	0.000780	0.000840	0.000915	0.000992	0.001070	0.001150	0.001230	0.001310	0.001390	0.001470	0.001550	0.001630
pre.126	0.000038	0.000153	0.000390	0.000904	0.001326	0.001664	0.001951	0.002235	0.002520	0.002806	0.003092	0.003378	0.003664	0.003950	0.004236	0.004522	0.004808	0.005094	0.005380	0.005666	0.005952
pre.252	0.000065	0.000308	0.000904	0.002469	0.003970	0.005272	0.006417	0.007544	0.008938	0.011054	0.012917	0.014669	0.016312	0.017855	0.019398	0.020941	0.022484	0.024027	0.025570	0.027113	0.028656
pre.378	0.000082	0.000419	0.001326	0.003970	0.006754	0.009306	0.011611	0.013885	0.017441	0.021029	0.024478	0.027677	0.030626	0.033425	0.036074	0.038673	0.041222	0.043721	0.046170	0.048619	0.051068
pre.504	0.000093	0.000502	0.001664	0.005272	0.009306	0.013151	0.016698	0.020217	0.024235	0.028136	0.031965	0.035724	0.039413	0.043032	0.046591	0.050090	0.053529	0.056908	0.060227	0.063486	0.066685
pre.630	0.000102	0.000571	0.001951	0.006417	0.011611	0.016698	0.021472	0.026236	0.031447	0.036144	0.040317	0.044006	0.047160	0.050729	0.054248	0.057717	0.061136	0.064505	0.067824	0.071093	0.074312
pre.756	0.000110	0.000638	0.002235	0.007544	0.013885	0.020217	0.026236	0.032278	0.038278	0.043855	0.048888	0.053388	0.057855	0.062288	0.066688	0.071055	0.075388	0.079688	0.083955	0.088188	0.092388
pre.1008	0.000123	0.000706	0.002706	0.009438	0.017741	0.026235	0.034447	0.042766	0.050788	0.058312	0.065244	0.071566	0.077244	0.082277	0.087655	0.092333	0.097311	0.101588	0.106166	0.110044	0.114322
pre.1260	0.000135	0.000840	0.003108	0.011054	0.021029	0.031365	0.041454	0.051736	0.061984	0.071590	0.080549	0.088855	0.096499	0.103477	0.110799	0.118466	0.125477	0.131833	0.138544	0.145611	0.152044
pre.2520	0.000226	0.001315	0.004912	0.017917	0.034478	0.052558	0.071007	0.088818	0.112132	0.015190	0.030019	0.043855	0.061652	0.081966	0.101177	0.120088	0.138711	0.157144	0.175388	0.193544	0.211611
pre.3780	0.000340	0.001797	0.006539	0.023669	0.046077	0.069780	0.093188	0.117384	0.0162446	0.0205649	0.0438555	0.0675445	-0.0021381	-0.0025307	-0.0044417	0.0004808	0.0022992	0.0044021	0.0073442	0.0100011	0.0133442
lgpm.63	0.000040	0.000128	0.000416	-0.000396	-0.000615	-0.0003050	-0.0004461	-0.0005833	-0.0008115	-0.0009934	-0.0016526	-0.0021381	0.0008711	0.0010165	0.0009823	0.0008427	0.0007039	0.0005884	0.0004546	0.0003367	0.0002430
lgpm.126	0.000071	0.000230	0.000386	-0.000037	-0.0001318	-0.0002933	-0.0004560	-0.0006155	-0.0008852	-0.0011034	-0.0019166	-0.0025307	0.0010165	0.0013151	0.0013718	0.0012219	0.0010583	0.0009225	0.0008469	0.0007430	0.0006499
lgpm.252	0.000109	0.000379	0.000808	0.001129	0.000563	-0.000410	-0.0001438	-0.0002416	-0.0004021	-0.0005269	-0.0010177	-0.0014497	0.0009823	0.0013718	0.0016562	0.0016558	0.0015733	0.0014787	0.0014441	0.0013939	0.0013399
lgpm.378	0.000128	0.000479	0.001162	0.002368	0.002874	0.0002992	0.0003031	0.0003150	0.0003498	0.0003920	0.0005082	0.0004808	0.0008427	0.0012219	0.0016558	0.0018415	0.0019053	0.0019096	0.0019544	0.0020000	0.0020522
lgpm.504	0.000137	0.000550	0.001466	0.003442	0.004946	0.006100	0.007160	0.008328	0.010542	0.012557	0.014945	0.0022992	0.0007039	0.0010583	0.0015733	0.0019053	0.0021100	0.0022249	0.0022618	0.0022972	0.0023367
lgpm.630	0.000143	0.000603	0.001665	0.004274	0.006565	0.008543	0.010420	0.012430	0.016143	0.019433	0.0030867	0.0037442	0.0005884	0.0009225	0.0014787	0.0019096	0.0022249	0.0024364	0.0026581	0.0029424	0.0032442
lgpm.756	0.000152	0.000665	0.001892	0.005055	0.008019	0.010698	0.013272	0.016004	0.021014	0.025412	0.0040801	0.0050011	0.0005146	0.0008469	0.0014441	0.0019544	0.0023618	0.0026581	0.0029590	0.0033607	0.0038111
lgpm.1008	0.000169	0.000765	0.002233	0.006179	0.0101095	0.013777	0.017363	0.0221154	0.028080	0.034134	0.0055668	0.0069196	0.0004401	0.0007430	0.0013939	0.0020000	0.0025272	0.0029424	0.0033607	0.0039511	0.0045422
lgpm.1260	0.000196	0.000884	0.002599	0.007286	0.012070	0.016662	0.021171	0.025937	0.034655	0.042295	0.0070116	0.0088365	0.0003412	0.0007077	0.0014294	0.0021212	0.0027447	0.0032541	0.0037697	0.0042852	0.0048111
lgpm.2520	0.000401	0.001706	0.004936	0.014049	0.024001	0.033979	0.043913	0.054398	0.073712	0.090979	0.0160615	0.0213275	0.0001392	0.0006832	0.0018795	0.0030923	0.0042095	0.0051393	0.0060789	0.0075640	0.0090599
lgpm.3780	0.000591	0.002488	0.007163	0.020497	0.035418	0.050517	0.065508	0.081251	0.101192	0.1213625	0.0245250	0.0331552	-0.0006067	0.0005716	0.0021570	0.0038733	0.0054489	0.0067316	0.0079947	0.0099969	0.0116430
lgpm.5040	0.000749	0.003194	0.009235	0.026554	0.046103	0.065875	0.085395	0.105791	0.143149	0.0176800	0.0319806	0.0434826	-0.0002132	0.0004796	0.0024094	0.0046098	0.0066267	0.0082384	0.0097887	0.0122123	0.0148451
lgpm.6300	0.000889	0.003852	0.011207	0.032365	0.056322	0.080487	0.0104216	0.0128910	0.0173992	0.0214610	0.0388532	0.0529417	-0.0003287	0.0004187	0.0026732	0.0053429	0.0077890	0.0097174	0.0115399	0.0143451	0.0171716
lgpm.7560	0.001018	0.004478	0.013111	0.038000	0.0666219	0.094602	0.0122352	0.0151140	0.0203556	0.0250782	0.0453957	0.0619198	-0.0004237	0.0003769	0.0029448	0.0060720	0.0089375	0.0111747	0.0132616	0.0164304	0.0200119
lgpm.8820	0.001143	0.005087	0.014973	0.043524	0.075912	0.0108410	0.0140075	0.0172845	0.0232388	0.0286031	0.0517584	0.0706399	-0.0005084	0.0003456	0.0032209	0.0067977	0.0100760	0.0126175	0.0149647	0.0184895	0.0224312
lgpm.10080	0.001265	0.005687	0.016810	0.048981	0.085485	0.0122040	0.0157563	0.0194258	0.0260821	0.0320787	0.0580271	0.0792262	-0.0005878	0.0003203	0.0035004	0.0075220	0.0112091	0.0140523	0.0166580	0.0205361	0.0244777
lgpm.11340	0.001386	0.006283	0.018635	0.054400	0.094988	0.0135569	0.0174921	0.0215511	0.0289046	0.0355287	0.0642481	0.0877448	-0.0006645	0.0002989	0.0037828	0.0082465	0.0123400	0.0154835	0.0183472	0.0225782	0.0265299
lgpm.12600	0.001507	0.006876	0.020452	0.059797	0.104453	0.0149043	0.0192209	0.0236680	0.0317163	0.0389659	0.0704456	0.0962299	-0.0007395	0.0002801	0.0040678	0.0089721	0.0134705	0.0169138	0.0200352	0.0246198	0.0294711
lpa.63	0.000035	0.000128	0.000424	0.001208	0.002108	0.003033	0.003979	0.004943	0.005925	0.006908	0.0100763	0.014742	0.0001231	0.0001575	0.0001937	0.0001959	0.0001897	0.0001860	0.0001923	0.0002075	0.0002230
lpa.126	0.000043	0.000152	0.000316	0.000484	0.000646	0.0009325	0.000188	0.0000059	-0.0000187	-0.0000422	-0.0001739	-0.0003083	0.0001481	0.0001802	0.0002077	0.0002084	0.0002000	0.0001914	0.0001911	0.0001911	0.0001918
lpa.252	0.000073	0.000325	0.000858	0.001955	0.002730	0.003262	0.003672	0.004072	0.004492	0.005166	0.006371	0.006638	0.0002177	0.0002982	0.0003968	0.0004578	0.0005001	0.0005288	0.0005662	0.0006169	0.0006716
lpa.378	0.000099	0.000491	0.001432	0.003740	0.005794	0.007493	0.008851	0.010383	0.012759	0.014744	0.022182	0.027284	0.0002052	0.0003161	0.0005029	0.0006665	0.0008045	0.0009096	0.0010184	0.0011716	0.0013300
lpa.504	0.000119	0.000611	0.001858	0.005174	0.008414	0.011281	0.013836	0.016367	0.020656	0.024304	0.030880	0.037420	0.0001401	0.0002557	0.0005065	0.0007669	0.0010017	0.0011873	0.0013697	0.0016320	0.0019198
lpa.630	0.000133	0.000686	0.002128	0.006140																	

	igpm.1260	igpm.2520	igpm.3780	igpm.5040	igpm.6300	igpm.7560	igpm.8820	igpm.10080	igpm.11340	igpm.12600	ipca.63	ipca.126	ipca.252	ipca.378	ipca.504	ipca.630	ipca.756	ipca.1008	ipca.1260	ipca.2520	ipca.3780
pre.21	0.0000196	0.0000401	0.0000591	0.0000749	0.0000889	0.0001018	0.0001143	0.0001265	0.0001386	0.0001507	0.0000035	0.0000043	0.0000073	0.0000099	0.0000119	0.0000133	0.0000151	0.0000178	0.0000199	0.0000289	0.0000359
pre.63	0.0000884	0.0001706	0.0002488	0.0003194	0.0003852	0.0004478	0.0005087	0.0005687	0.0006283	0.0006876	0.0000128	0.0000152	0.0000235	0.0000491	0.0000611	0.0000686	0.0000775	0.0000903	0.0000993	0.0001356	0.0001658
pre.126	0.0002599	0.0004946	0.0007163	0.0009235	0.0011207	0.0013111	0.0014973	0.0016810	0.0018635	0.0020452	0.0000268	0.0000316	0.0000488	0.0001432	0.0000188	0.0000218	0.0000244	0.0000282	0.0000316	0.0000417	0.0000516
pre.252	0.0007286	0.0014049	0.0020654	0.0027365	0.0034080	0.0040795	0.0047510	0.0054225	0.0060940	0.0067655	0.0000459	0.0000484	0.0000515	0.0000547	0.0000578	0.0000610	0.0000642	0.0000674	0.0000706	0.0000807	0.0000906
pre.378	0.0012070	0.0024041	0.0035418	0.0046795	0.0058172	0.0069549	0.0080926	0.0092303	0.0103680	0.0115057	0.0000531	0.0000446	0.0000462	0.0000478	0.0000494	0.0000510	0.0000526	0.0000542	0.0000558	0.0000659	0.0000758
pre.504	0.0016662	0.0033324	0.0050031	0.0070047	0.0090063	0.0110079	0.0130095	0.0150111	0.0170127	0.0190143	0.0000530	0.0000325	0.0000326	0.0000327	0.0000328	0.0000329	0.0000330	0.0000331	0.0000332	0.0000433	0.0000534
pre.630	0.0021171	0.0042342	0.0063513	0.0090279	0.0121045	0.0151811	0.0182577	0.0213343	0.0244109	0.0274875	0.0000486	0.0000189	0.0000367	0.0000493	0.0000128	0.0000154	0.0000180	0.0000206	0.0000232	0.0000333	0.0000434
pre.756	0.0025937	0.0051874	0.0077811	0.0111707	0.0145604	0.0179491	0.0213378	0.0247265	0.0281152	0.0315039	0.0000428	0.0000194	0.0000367	0.0000493	0.0000128	0.0000154	0.0000180	0.0000206	0.0000232	0.0000333	0.0000434
pre.1008	0.0034655	0.0069310	0.0103965	0.0151447	0.0212181	0.0272915	0.0333649	0.0394383	0.0455117	0.0515851	0.0000428	0.0000194	0.0000367	0.0000493	0.0000128	0.0000154	0.0000180	0.0000206	0.0000232	0.0000333	0.0000434
pre.1260	0.0042295	0.0084590	0.0126885	0.0184327	0.0241770	0.0299213	0.0356656	0.0414099	0.0471542	0.0528985	-0.0000422	0.0000166	0.0000166	0.0000166	0.0000166	0.0000166	0.0000166	0.0000166	0.0000166	0.0000267	0.0000368
pre.2520	0.0070116	0.0140232	0.0210348	0.0315062	0.0419776	0.0524490	0.0629204	0.0733918	0.0838632	0.0943346	-0.0000763	-0.0001393	0.0000631	0.0002182	0.0003880	0.0005583	0.0007286	0.0008989	0.0010692	0.0012395	0.0014098
pre.3780	0.0088365	0.0176730	0.0265095	0.0397642	0.0530189	0.0662736	0.0795283	0.0927830	0.1060377	0.1192924	-0.0001742	-0.0003083	0.0006638	0.0027284	0.0047910	0.0068536	0.0089162	0.0109788	0.0130414	0.0151040	0.0171666
igpm.63	0.0003412	0.0001392	-0.0000607	-0.0002132	-0.0003287	-0.0004237	-0.0005084	-0.0005878	-0.0006645	-0.0007395	0.0001231	0.0001481	0.0002177	0.0002052	0.0001401	0.0000635	-0.0000040	-0.0001158	-0.0001991	-0.0005487	-0.0009271
igpm.126	0.0007077	0.0006832	0.0005716	0.0004796	0.0004187	0.0003679	0.0003171	0.0002663	0.0002155	0.0001647	0.0001575	0.0001802	0.0002982	0.0003161	0.0002557	0.0000711	0.0000983	-0.0000251	-0.0001167	-0.0004983	-0.0009627
igpm.252	0.0014294	0.0018795	0.0021570	0.0024094	0.0026732	0.0029448	0.0032209	0.0035004	0.0037828	0.0040678	0.0001937	0.0002077	0.0002968	0.0005029	0.0005056	0.0004618	0.0004335	0.0003829	0.0003561	0.0003048	0.0002466
igpm.378	0.0021212	0.0030923	0.0038733	0.0046698	0.0054239	0.0061700	0.0069161	0.0076622	0.0084083	0.0091544	0.0001959	0.0002084	0.0002458	0.0004665	0.0007669	0.0009770	0.0008475	0.0009254	0.0010042	0.0011406	0.0012770
igpm.504	0.0027447	0.0042095	0.0054489	0.0070627	0.0087780	0.0104933	0.0122087	0.0139241	0.0156395	0.0173549	0.0001897	0.0002000	0.0002501	0.0004805	0.0007809	0.0010017	0.0011100	0.0012183	0.0013266	0.0014349	0.0015432
igpm.630	0.0032541	0.0051933	0.0067316	0.0084384	0.0102049	0.0119714	0.0137379	0.0155044	0.0172709	0.0190374	0.0001860	0.0001914	0.0002588	0.0004906	0.0007183	0.0013624	0.0015632	0.0016816	0.0018000	0.0019184	0.0020368
igpm.756	0.0037697	0.0060789	0.0079947	0.0097887	0.0115399	0.0132816	0.0149647	0.0166478	0.0183309	0.0200140	0.0001923	0.0001911	0.0002562	0.0004880	0.0007167	0.0013624	0.0015632	0.0016816	0.0018000	0.0019184	0.0020368
igpm.1008	0.0045252	0.0075640	0.0099969	0.0122123	0.0144341	0.0166559	0.0188777	0.0210995	0.0233213	0.0255431	0.0001918	0.0001918	0.0002562	0.0004880	0.0007167	0.0013624	0.0015632	0.0016816	0.0018000	0.0019184	0.0020368
igpm.1260	0.0052604	0.0091276	0.0121861	0.0148895	0.0174724	0.0199708	0.0224692	0.0249676	0.0274660	0.0299644	0.0002318	0.0002011	0.0006794	0.0013351	0.0018994	0.0023092	0.0027529	0.0032458	0.0037387	0.0042316	0.0047245
igpm.2520	0.0091276	0.0182552	0.0273828	0.0343364	0.0413900	0.0484436	0.0554972	0.0625508	0.0696044	0.0766580	0.0003992	0.0002654	0.0011000	0.0023898	0.0035752	0.0044778	0.0054309	0.0064840	0.0075371	0.0085902	0.0096433
igpm.3780	0.0121861	0.0243722	0.0365583	0.0487444	0.0609305	0.0731166	0.0853027	0.0974888	0.1096749	0.1218610	0.0005330	0.0002878	0.0014865	0.0030422	0.0045076	0.0056204	0.0064840	0.0073474	0.0082108	0.0090742	0.0099376
igpm.5040	0.0148895	0.0297790	0.0446685	0.0595580	0.0744475	0.0893370	0.1042265	0.1191160	0.1340055	0.1488950	0.0006311	0.0002885	0.0018569	0.0037130	0.0052662	0.0064840	0.0073474	0.0082108	0.0090742	0.0099376	0.0108010
igpm.6300	0.0174724	0.0349448	0.0519172	0.0688896	0.0858620	0.1028344	0.1198068	0.1367792	0.1537516	0.1707240	0.0007089	0.0002992	0.0021952	0.0043904	0.0061356	0.0073474	0.0082108	0.0090742	0.0099376	0.0108010	0.0116624
igpm.7560	0.0199708	0.0399416	0.0599124	0.0798832	0.0998540	0.1198248	0.1397956	0.1597664	0.1797372	0.1997080	0.0007762	0.0002657	0.0025742	0.0051484	0.0071676	0.0082108	0.0089568	0.0096032	0.0101496	0.0106960	0.0112424
igpm.8820	0.0224311	0.0448622	0.0672933	0.0897244	0.1121555	0.1345866	0.1570177	0.1794488	0.2018799	0.2243110	0.0008388	0.0002510	0.0029241	0.0058482	0.0076643	0.0082108	0.0089568	0.0096032	0.0101496	0.0106960	0.0112424
igpm.10080	0.0248744	0.0497488	0.0746232	0.1014976	0.1283720	0.1552464	0.1821208	0.2089952	0.2358696	0.2627440	0.0008997	0.0002364	0.0032710	0.0065420	0.0088130	0.0096032	0.0101496	0.0106960	0.0112424	0.0117888	0.0123352
igpm.11340	0.0273119	0.0546238	0.0819357	0.1092476	0.1365595	0.1638714	0.1911833	0.2184952	0.2458071	0.2731190	0.0009603	0.0002226	0.0036164	0.0072328	0.0101496	0.0117163	0.0123352	0.0129541	0.0135730	0.0141919	0.0148108
igpm.12600	0.0297490	0.0594980	0.0892470	0.1189960	0.1487450	0.1784940	0.2082430	0.2379920	0.2677410	0.2974900	0.0010211	0.0002096	0.0039312	0.0078624	0.0112424	0.0123352	0.0129541	0.0135730	0.0141919	0.0148108	0.0154297
ipca.63	0.0002318	0.0003992	0.0005666	0.0007340	0.0009014	0.0010688	0.0012362	0.0014036	0.0015710	0.0017384	0.00003625	0.0001717	0.0001688	0.0002148	0.0002304	0.0002258	0.0002285	0.0002312	0.0002339	0.0002366	0.0002393
ipca.126	0.0002011	0.0002654	0.0002878	0.0002885	0.0002792	0.0002657	0.0002510	0.0002364	0.0002226	0.0002096	0.0001717	0.0001611	0.0001881	0.0001911	0.0001833	0.0001749	0.0001801	0.0001958	0.0002110	0.0002262	0.0002414
ipca.252	0.0006794	0.0011000	0.0014865	0.0018730	0.0022595	0.0026460	0.0030325	0.0034190	0.0038055	0.0041920	0.0001688	0.0001881	0.0002148	0.0002304	0.0002258	0.0002285	0.0002312	0.0002339	0.0002366	0.0002393	0.0002420
ipca.378	0.0013151	0.0022398	0.0030422	0.0037700	0.0045078	0.0052436	0.0059794	0.0067152	0.0074510	0.0081868	0.0002148	0.0001911	0.0002562	0.0004880	0.0007167	0.0011100	0.0013624	0.0015632	0.0016816	0.0018000	0.0019184
ipca.504	0.0018994	0.0035752	0.0051484	0.0067216	0.0082948	0.0098680	0.0114412	0.0130144	0.0145876	0.0161608	0.0002318	0.0001894	0.0002562	0.0004880	0.0007167	0.0011100	0.0013624	0.0015632	0.0016816	0.0018000	0.0019184
ipca.630	0.0023092	0.0044778	0.0066462	0.0088146	0.0109830	0.0131514	0.0153198	0.0174882	0.0196566	0.0218250	0.0002258	0.0001749	0.0002562	0.0004880	0.0007167	0.0011100	0.0013624	0.0015632	0.0016816	0.0018000	0.0019184
ipca.756	0.0027529	0.0054309	0.0079947	0.0105586	0.0131225	0.0156864	0.0182503	0.0208142	0.0233781	0.0259420	0.0002285	0.0001801	0.0002562	0.0004880	0.0007167	0.0011100	0.0013624	0.0015632	0.0016816	0.0018000	0.0019184
ipca.1008	0.0034520	0.0069040	0.0103560	0.0138080	0.0172600	0.0207120	0.0241640	0.0276160	0.0310680	0.0345200	0.0002325	0.0001911	0.0002562	0.0004880	0.0007167	0.0011100	0.0013624	0.0015632	0.0016816	0.0018000	0.0019184
ipca.1260	0.0041424	0.0082848	0.0124272	0.0165116	0.0205960	0.0246804	0.0287648	0.0328492	0.0369336	0.0410180											

	tr.8820	tr.10080	tr.11340	tr.12600	dolar.30	dolar.90	dolar.180	dolar.360	dolar.540	dolar.720	dolar.900	dolar.1080	dolar.1440	dolar.1800	dolar.3600	igpm	ipca	tr	lbovespa	dolar	commodity
pre.21	0.0000675	0.0000764	0.0000853	0.0000941	0.0000001	0.0000002	0.0000003	0.0000006	0.0000009	0.0000011	0.0000014	0.0000018	0.0000026	0.0000034	0.0000029	-0.0000057	-0.0000015	0.0000001	0.0000437	-0.0000104	-0.0000281
pre.63	0.0002949	0.0003349	0.0003749	0.0004148	0.0000002	0.0000007	0.0000013	0.0000023	0.0000032	0.0000040	0.0000050	0.0000061	0.0000086	0.0000107	0.0000073	0.0000214	-0.0000060	0.0000009	0.0001438	-0.0000179	-0.0000713
pre.126	0.0008911	0.0010135	0.0011356	0.0012577	0.0000005	0.0000014	0.0000026	0.0000048	0.0000067	0.0000085	0.0000107	0.0000128	0.0000171	0.0000194	-0.0000062	-0.0000056	-0.0000013	0.0000031	0.0003335	-0.0000135	-0.0000931
pre.252	0.0027707	0.0032147	0.0036582	0.0041016	0.0000006	0.0000018	0.0000036	0.0000075	0.0000115	0.0000154	0.0000196	0.0000238	0.0000268	0.0000324	-0.0000078	-0.0000137	-0.0000035	0.0000086	0.0008263	-0.0001533	-0.0001182
pre.378	0.0050607	0.0057484	0.0064354	0.0071218	0.0000003	0.0000009	0.0000022	0.0000067	0.0000127	0.0000189	0.0000252	0.0000296	0.0000333	0.0000400	-0.0000143	-0.0000159	-0.0000045	0.0000131	0.0014729	-0.0004536	-0.0002101
pre.504	0.0074642	0.0084740	0.0094826	0.0104904	-0.0000003	-0.0000007	-0.0000005	0.0000038	0.0000115	0.0000201	0.0000287	0.0000350	0.0000400	0.0000463	-0.0001793	-0.0001739	-0.0000554	0.0000164	0.0022316	-0.0008734	-0.0003190
pre.630	0.0098725	0.0112046	0.0125351	0.0138647	-0.0000010	-0.0000025	-0.0000035	0.0000095	0.0000204	0.0000320	0.0000437	0.0000530	0.0000607	0.0000700	-0.0001892	-0.0001892	-0.0000650	0.0000189	0.0030480	-0.0013407	-0.0003940
pre.756	0.0123881	0.0140575	0.0157251	0.0173915	-0.0000016	-0.0000044	-0.0000064	-0.0000301	0.0000708	0.0001211	0.0000236	0.0000450	0.0000556	0.0000643	-0.0002182	-0.0002053	-0.0000752	0.0000211	0.0039382	-0.0018395	-0.0004272
pre.1008	0.0169873	0.0192768	0.0215637	0.0238490	-0.0000027	-0.0000072	-0.0000112	-0.0000801	0.0000605	0.0000249	0.0000438	0.0000587	0.0000748	0.0000904	-0.0002784	-0.0002340	-0.0000935	0.0000238	0.0056776	-0.0027911	-0.0003641
pre.1260	0.0210923	0.0239394	0.0267832	0.0296249	-0.0000037	-0.0000099	-0.0000154	-0.0000113	0.0000082	0.0000329	0.0000581	0.0000780	0.0000990	0.0000785	-0.0003369	-0.0002635	-0.0001107	0.0000251	0.0073572	-0.0036908	-0.0001882
pre.2520	0.0383370	0.0435883	0.0487729	0.0539833	-0.0000104	-0.0000283	-0.0000440	-0.0000318	0.0000259	0.0000990	0.0001732	0.0002304	0.0002784	0.0001756	-0.0018884	-0.0004573	-0.0002136	0.0000252	0.0153426	-0.0082058	0.0013765
pre.3780	0.0523982	0.0595741	0.0667404	0.0739006	-0.0000186	-0.0000509	-0.0000801	-0.0000613	0.0000398	0.0001697	0.0003023	0.0004040	0.0004807	0.0002643	-0.0040214	-0.0006906	-0.0003356	0.0000235	0.0221521	-0.0124935	0.0031113
igpm.63	-0.0015000	-0.0016833	-0.0018666	-0.0020499	-0.0000015	-0.0000037	-0.0000049	-0.0000010	0.0000075	0.0000156	0.0000220	0.0000256	0.0000268	0.0000210	-0.0000242	-0.0000154	-0.0000251	-0.0000049	0.0001737	0.0002708	0.0001041
igpm.126	-0.0015126	-0.0016931	-0.0018737	-0.0020543	-0.0000012	-0.0000030	-0.0000042	-0.0000023	0.0000026	0.0000071	0.0000101	0.0000108	0.0000069	-0.0000028	-0.0000783	-0.0001554	-0.0000307	-0.0000059	0.0002484	0.0005188	0.0013175
igpm.252	-0.0004802	-0.0005766	-0.0006726	-0.0007683	-0.0000003	-0.0000009	-0.0000021	-0.0000061	-0.0000116	-0.0000182	-0.0000269	-0.0000367	-0.0000460	-0.0000895	-0.0001894	-0.0001870	-0.0000425	-0.0000053	0.0010899	0.0004880	0.0013725
igpm.378	-0.0003223	-0.0003498	-0.0003694	-0.0003890	-0.0000004	-0.0000010	-0.0000020	-0.0000090	-0.0000192	-0.0000307	-0.0000447	-0.0000594	-0.0000698	-0.0001334	-0.0002452	-0.0002111	-0.0000161	-0.0000038	0.0028888	0.0001659	0.0015322
igpm.504	-0.0002059	-0.0002509	-0.0002959	-0.0003409	-0.0000003	-0.0000007	-0.0000011	-0.0000051	-0.0000139	-0.0000244	-0.0000374	-0.0000515	-0.0000658	-0.0001248	-0.0002420	-0.0002388	-0.0000111	-0.0000026	0.0029664	0.0002700	0.0009756
igpm.630	-0.0006874	-0.0007814	-0.0008809	-0.0009754	-0.0000008	-0.0000022	-0.0000035	-0.0000027	-0.0000016	-0.0000082	-0.0000171	-0.0000275	-0.0000351	-0.0000872	-0.0002052	-0.0002637	-0.0000093	-0.0000017	0.0036130	-0.0002780	0.0009221
igpm.756	-0.0039746	-0.0045252	-0.0050753	-0.0056247	-0.0000006	-0.0000020	-0.0000052	-0.0000113	-0.0000173	-0.0000259	-0.0000359	-0.0000455	-0.0000541	-0.0001634	-0.0002926	-0.0000909	-0.0000012	-0.0004267	0.0042607	-0.001616	0.0001017
igpm.1008	-0.0105283	-0.0120021	-0.0134739	-0.0149442	-0.0000018	-0.0000057	-0.0000119	-0.0000250	-0.0000358	-0.0000436	-0.0000509	-0.0000550	-0.0000589	-0.0000515	-0.0000785	-0.0003336	-0.0000150	-0.0000003	0.0057245	-0.0019128	0.0012917
igpm.1260	-0.0127643	-0.0145433	-0.0163198	-0.0180946	-0.0000018	-0.0000063	-0.0000143	-0.0000340	-0.0000537	-0.0000712	-0.0000894	-0.0001038	-0.0001295	-0.0001389	-0.0000099	-0.0003768	-0.0000229	-0.0000009	0.0063810	-0.0026425	0.0016535
igpm.2520	-0.0269826	-0.0307236	-0.0345494	-0.0383199	-0.0000032	-0.0000110	-0.0000263	-0.0000705	-0.0001258	-0.0001861	-0.0002573	-0.0003256	-0.0004714	-0.0005778	-0.0002878	-0.0006048	-0.0000716	-0.0000145	0.0137188	-0.0064239	0.0029033
igpm.3780	-0.0452522	-0.0505252	-0.0557253	-0.0609247	-0.0000096	-0.0000290	-0.0000572	-0.0001173	-0.0001835	-0.0002590	-0.0003559	-0.0004555	-0.0006841	-0.0008860	-0.0004856	-0.0008541	-0.0000983	-0.0000329	0.0203510	-0.0092636	0.0029555
igpm.5040	-0.0506501	-0.0556669	-0.0606741	-0.0656815	-0.0000175	-0.0000505	-0.0000928	-0.0001634	-0.0002274	-0.0003038	-0.0004057	-0.0005184	-0.0007912	-0.0010211	-0.0005568	-0.0010231	-0.0001060	-0.0000516	0.0260164	-0.0114239	0.0026279
igpm.6300	-0.0605235	-0.0656963	-0.0708694	-0.0760424	-0.0000252	-0.0000714	-0.0001268	-0.0002051	-0.0002626	-0.0003303	-0.0004340	-0.0005520	-0.0008496	-0.0011069	-0.0005441	-0.0011700	-0.0001045	-0.0000700	0.0311732	-0.0131232	0.0022444
igpm.7560	-0.0698390	-0.0751066	-0.0803746	-0.0856426	-0.0000325	-0.0000911	-0.0001587	-0.0002433	-0.0002932	-0.0003528	-0.0004539	-0.0005741	-0.0008884	-0.0011638	-0.0004869	-0.0013073	-0.0000993	-0.0000881	0.0356096	-0.0150990	0.0018518
igpm.8820	-0.0788692	-0.0839700	-0.0890708	-0.0941716	-0.0000394	-0.0001098	-0.0001891	-0.0002795	-0.0003218	-0.0003732	-0.0004711	-0.0005926	-0.0009203	-0.0012999	-0.0004009	-0.0014410	-0.0000929	-0.0000219	0.0408383	-0.0168516	0.0014948
igpm.10080	-0.0877627	-0.0929140	-0.0980653	-0.1032166	-0.0000461	-0.0001280	-0.0002185	-0.0003146	-0.0003946	-0.0004931	-0.0006179	-0.0007606	-0.0011250	-0.0015099	-0.0003259	-0.0015738	-0.0000862	-0.0001235	0.0455480	-0.0185965	0.0014624
igpm.11340	-0.0965961	-0.1019965	-0.1073970	-0.1127974	-0.0000527	-0.0001458	-0.0002474	-0.0003492	-0.0004511	-0.0005711	-0.0007171	-0.0010829	-0.0014691	-0.0018647	-0.0002408	-0.0017067	-0.0000796	-0.0001408	0.0502330	-0.0203433	0.0008503
igpm.12600	-0.1054068	-0.1109993	-0.1165918	-0.1221843	-0.0000591	-0.0001633	-0.0002758	-0.0003884	-0.0004948	-0.0006344	-0.0008029	-0.0011848	-0.0015737	-0.0020687	-0.0001571	-0.0018402	-0.0000734	-0.0001581	0.0549098	-0.0200951	0.0005547
ipca.63	0.0003190	0.0003845	0.0004498	0.0005149	0.0000013	0.0000040	0.0000084	0.0001173	0.0000242	0.0000296	0.0000362	0.0000429	0.0000634	0.0000906	0.0002218	0.0000239	-0.0000030	-0.0000006	0.0004419	-0.0004035	0.0004757
ipca.126	0.0002548	0.0002914	0.0003278	0.0003643	0.0000011	0.0000032	0.0000062	0.0000116	0.0000156	0.0000199	0.0000229	0.0000269	0.0000381	0.0000517	0.0000112	0.0000010	-0.0000176	0.0000019	0.0003215	-0.0001334	0.0002609
ipca.252	0.0018618	0.0021214	0.0023807	0.0026397	0.0000008	0.0000025	0.0000050	0.0000103	0.0000152	0.0000195	0.0000241	0.0000281	0.0000369	0.0000454	0.0000867	-0.0000675	-0.0000325	0.0000073	0.0009749	-0.0001774	0.0005153
ipca.378	0.0042911	0.0048903	0.0054886	0.0060884	0.0000000	0.0000005	0.0000024	0.0000104	0.0000213	0.0000321	0.0000432	0.0000524	0.0000664	0.0000808	0.0000883	-0.0001387	-0.0000432	0.0000121	0.0019735	-0.0002124	0.0007117
ipca.504	0.0066121	0.0075285	0.0084436	0.0093579	-0.0000008	-0.0000014	-0.0000030	0.0000119	0.0000299	0.0000486	0.0000681	0.0000883	0.0001140	0.0001316	0.0000952	-0.0001873	-0.0000522	0.0000154	0.0029054	-0.0011888	0.0007126
ipca.630	0.0084699	0.0096359	0.0108004	0.0119659	-0.0000011	-0.0000021	-0.0000033	0.0000147	0.0000385	0.0000636	0.0000900	0.0001125	0.0001542	0.0001790	0.0001103	0.0002097	-0.0000573	0.0000172	0.0036475	-0.0017331	0.0005951
ipca.756	0.0104599	0.0118930	0.0133243	0.0147544	-0.0000011	-0.0000020	-0.0000038	0.0000197	0.0000489	0.0000800	0.0001131	0.0001418	0.0001961	0.0002301	0.0001438	0.0002260	-0.0000618	0.0000189	0.0044715	-0.0023380	0.0006486
ipca.1008	0.0136440	0.0155084	0.0173665	0.0192232	-0.0000003	-0.0000007	-0.0000024	0.0000064	0.0000160	0.0000241	0.0000327	0.0000418	0.0000517	0.0000618	0.0000245	-0.0000255	-0.0000602	0.0000205	0.0058530	-0.0034111	0.0002022
ipca.1260	0.0161487	0.0183423	0.0205373	0.0227303	-0.0000011	-0.0000046	-0.0000136	0.0000344	0.0000840	0.0001252	0.0001714	0.0002138	0.0003040	0.00037							

	igpm.1260	igpm.2520	igpm.3780	igpm.5040	igpm.6300	igpm.7560	igpm.8820	igpm.10080	igpm.11340	igpm.12600	ipca.63	ipca.126	ipca.252	ipca.378	ipca.504	ipca.630	ipca.756	ipca.1008	ipca.1260	ipca.2520	ipca.3780
pre.21	0.0000196	0.0000401	0.0000591	0.0000749	0.0000889	0.0001018	0.0001143	0.0001265	0.0001386	0.0001507	0.0000035	0.0000043	0.0000073	0.0000099	0.0000119	0.0000133	0.0000151	0.0000178	0.0000199	0.0000289	0.0000359
pre.63	0.0000884	0.0001706	0.0002488	0.0003194	0.0003852	0.0004478	0.0005087	0.0005687	0.0006283	0.0006876	0.0000128	0.0000152	0.0000235	0.0000491	0.0000611	0.0000686	0.0000775	0.0000903	0.0000993	0.0001356	0.0001658
pre.126	0.0002599	0.0004936	0.0007163	0.0009235	0.0011207	0.0013111	0.0014973	0.0016810	0.0018635	0.0020452	0.0000268	0.0000316	0.0000488	0.0001432	0.0000158	0.0000218	0.0000244	0.0000282	0.0000316	0.0000417	0.0000516
pre.252	0.0007286	0.0014049	0.0021654	0.0029365	0.0037080	0.0044795	0.0052504	0.0060213	0.0067922	0.0075631	0.0000459	0.0000484	0.0000515	0.0000547	0.0000579	0.0000610	0.0000640	0.0000670	0.0000700	0.0000730	0.0000760
pre.378	0.0012070	0.0024041	0.0035418	0.0046103	0.0056822	0.0067541	0.0078260	0.0088979	0.0099698	0.0110417	0.0000531	0.0000446	0.0000370	0.0000579	0.0000484	0.0000408	0.0000332	0.0000256	0.0000180	0.0000104	0.0000028
pre.504	0.0016662	0.0033324	0.0050017	0.0066710	0.0083403	0.0100096	0.0116789	0.0133482	0.0150175	0.0166868	0.0000530	0.0000325	0.0000260	0.0000493	0.0000418	0.0000342	0.0000266	0.0000190	0.0000114	0.0000038	0.0000062
pre.630	0.0021171	0.0042343	0.0063515	0.0084687	0.0105859	0.0127031	0.0148203	0.0169375	0.0190547	0.0211719	0.0000486	0.0000381	0.0000306	0.0000545	0.0000470	0.0000394	0.0000318	0.0000242	0.0000166	0.0000090	0.0000014
pre.756	0.0025957	0.0051914	0.0077871	0.0103828	0.0129785	0.0155742	0.0181699	0.0207656	0.0233613	0.0259570	0.0000443	0.0000338	0.0000273	0.0000512	0.0000437	0.0000361	0.0000285	0.0000209	0.0000133	0.0000057	0.0000081
pre.1008	0.0034655	0.0073112	0.0110192	0.0143149	0.0173992	0.0203556	0.0232380	0.0261204	0.0290028	0.0318852	0.0000255	0.0000187	0.0000120	0.0000366	0.0000291	0.0000215	0.0000139	0.0000063	0.0000087	0.0000011	0.0000035
pre.1260	0.0042295	0.0090979	0.0136225	0.0176800	0.0214610	0.0250782	0.0286031	0.0320787	0.0355287	0.0389659	0.0000085	-0.0000422	0.0000516	0.0001474	0.0002430	0.0003205	0.0004009	0.0004822	0.0005635	0.0006448	0.0007261
pre.2520	0.0070116	0.0140232	0.0210348	0.0280464	0.0350580	0.0420696	0.0490812	0.0560928	0.0631044	0.0701160	-0.0000763	-0.0001379	0.0000631	0.0002182	0.0003808	0.0005253	0.0006698	0.0008143	0.0009588	0.0011033	0.0012478
pre.3780	0.0088365	0.0176730	0.0265095	0.0353460	0.0441825	0.0530190	0.0618555	0.0706920	0.0795285	0.0883650	-0.0001742	-0.0003083	0.0000638	0.0002784	0.0004518	0.0006252	0.0007986	0.0009720	0.0011454	0.0013188	0.0014922
igpm.63	0.0003412	0.0001392	-0.0000607	-0.0002132	-0.0003287	-0.0004237	-0.0005084	-0.0005878	-0.0006645	-0.0007395	0.0001231	0.0001481	0.0002177	0.0002052	0.0001401	0.0000635	-0.0000040	-0.0001158	-0.0001991	-0.0002824	-0.0003657
igpm.126	0.0007077	0.0002812	0.0001516	0.0000746	0.0000373	0.0000186	0.0000093	0.0000046	0.0000023	0.0000012	0.0001575	0.0000182	0.0000298	0.0000361	0.0000257	0.0000171	0.0000093	-0.0000021	-0.0000116	-0.0000248	-0.0000380
igpm.252	0.0014294	0.0018795	0.0025170	0.0032094	0.0040272	0.0049448	0.0059020	0.0069108	0.0079696	0.0090284	0.0001937	0.0002077	0.0000398	0.0000509	0.0000356	0.0000240	0.0000154	0.0000088	0.0000043	0.0000022	0.0000011
igpm.378	0.0021212	0.0030923	0.0043873	0.0060468	0.0082429	0.0109670	0.0143215	0.0183467	0.0231012	0.0285557	0.0001959	0.0002084	0.0000458	0.0000665	0.0000469	0.0000270	0.0000150	0.0000084	0.0000040	0.0000015	0.0000007
igpm.504	0.0027447	0.0042095	0.0054489	0.0072627	0.0094780	0.0121421	0.0157066	0.0201211	0.0253356	0.0314501	0.0001897	0.0002000	0.0000501	0.0000805	0.0000517	0.0000300	0.0000180	0.0000104	0.0000050	0.0000017	0.0000008
igpm.630	0.0032541	0.0051393	0.0067316	0.0088284	0.0114714	0.0147147	0.0187215	0.0234333	0.0289051	0.0351369	0.0001860	0.0001914	0.0000528	0.0000906	0.0001183	0.0000744	0.0000450	0.0000270	0.0000160	0.0000090	0.0000045
igpm.756	0.0037697	0.0060789	0.0079947	0.0103970	0.0133616	0.0169247	0.0212447	0.0261688	0.0317023	0.0373158	0.0001923	0.0001911	0.0000562	0.0001084	0.0000719	0.0000424	0.0000250	0.0000150	0.0000080	0.0000040	0.0000020
igpm.1008	0.0045252	0.0075640	0.0099969	0.0122123	0.0154351	0.0194604	0.0243838	0.0302536	0.0371665	0.0441804	0.0002075	0.0001918	0.0000619	0.0001176	0.0000763	0.0000440	0.0000260	0.0000160	0.0000090	0.0000045	0.0000022
igpm.1260	0.0052604	0.0091276	0.0121861	0.0148995	0.0174724	0.0199708	0.0224311	0.0248744	0.0273119	0.0297490	0.0002318	0.0002011	0.0000679	0.0001351	0.0000894	0.0000530	0.0000310	0.0000190	0.0000110	0.0000055	0.0000027
igpm.2520	0.0091276	0.0187685	0.0273151	0.0347388	0.0414548	0.0483667	0.0544341	0.0606569	0.0667491	0.0721700	0.0003992	0.0002654	0.0001100	0.0002388	0.0003572	0.0004478	0.0005490	0.0006661	0.0007946	0.0009395	0.0010944
igpm.3780	0.0121861	0.0273151	0.0422290	0.0565613	0.0706938	0.0846313	0.0983688	0.1119063	0.1251916	0.1381002	0.0005330	0.0002878	0.0001486	0.0003400	0.0005172	0.0006204	0.0007496	0.0009044	0.0010932	0.0012882	0.0014938
igpm.5040	0.0148995	0.0347388	0.0565613	0.0707938	0.0932256	0.1107973	0.1277935	0.1445134	0.1610757	0.1775477	0.0006311	0.0002885	0.0001859	0.0004370	0.0006822	0.0008424	0.0010254	0.0011890	0.0013584	0.0015332	0.0017134
igpm.6300	0.0174724	0.0415548	0.0680938	0.0933256	0.1173028	0.1403664	0.1628384	0.1849482	0.2068401	0.2285998	0.0007089	0.0002792	0.0002192	0.0005324	0.0008437	0.0012044	0.0016495	0.0021549	0.0027104	0.0033160	0.0039716
igpm.7560	0.0199708	0.0480367	0.0799417	0.1107973	0.1403664	0.1689161	0.1967712	0.2241838	0.2513202	0.2782828	0.0007762	0.0002657	0.0002574	0.0006264	0.0009567	0.0012118	0.0015685	0.0019339	0.0023092	0.0026946	0.0030800
igpm.8820	0.0224311	0.0544441	0.0914518	0.1277935	0.1628384	0.1967712	0.2291135	0.2625366	0.2948627	0.3269022	0.0008388	0.0002510	0.0002941	0.0007181	0.0010960	0.0013745	0.0016638	0.0019542	0.0022446	0.0025350	0.0028254
igpm.10080	0.0248744	0.0605569	0.1027791	0.1445134	0.1849482	0.2243838	0.2625366	0.3002952	0.3376655	0.3748711	0.0008997	0.0002364	0.0002710	0.0008096	0.0012354	0.0015602	0.0018944	0.0022381	0.0025819	0.0029257	0.0032695
igpm.11340	0.0273119	0.0667491	0.1140102	0.1610757	0.2068401	0.2513202	0.2948267	0.3376655	0.3800612	0.4221628	0.0009603	0.0002226	0.0003616	0.0008946	0.0013708	0.0017635	0.0020731	0.0023740	0.0026749	0.0029758	0.0032767
igpm.12600	0.0297490	0.0721700	0.1251916	0.1745777	0.2285998	0.2782828	0.3269022	0.3748711	0.4221628	0.4691123	0.0010211	0.0002096	0.0003612	0.0008956	0.0013708	0.0017635	0.0020731	0.0023740	0.0026749	0.0029758	0.0032767
ipca.63	0.0002318	0.0003992	0.0005630	0.0007285	0.0008977	0.0010672	0.0012388	0.0014123	0.0015877	0.0017652	0.0001211	0.0001717	0.0001688	0.0002148	0.0002304	0.0002258	0.0002285	0.0002325	0.0002365	0.0002405	0.0002445
ipca.126	0.0002011	0.0002654	0.0002878	0.0002885	0.0002792	0.0002657	0.0002510	0.0002364	0.0002226	0.0002096	0.0001717	0.0001611	0.0001881	0.0001911	0.0001833	0.0001749	0.0001801	0.0001958	0.0002130	0.0002316	0.0002516
ipca.252	0.0006794	0.0011000	0.0014865	0.0018569	0.0022192	0.0025744	0.0029224	0.0032644	0.0036014	0.0039324	0.0001688	0.0001881	0.0003741	0.0005230	0.0006570	0.0007810	0.0009050	0.0010290	0.0011530	0.0012770	0.0014010
ipca.378	0.0013151	0.0023898	0.0034022	0.0043770	0.0052294	0.0060624	0.0067811	0.0074086	0.0079356	0.0084626	0.0002148	0.0001911	0.0000520	0.0000871	0.0001150	0.0001246	0.0001368	0.0001490	0.0001612	0.0001734	0.0001856
ipca.504	0.0018994	0.0035752	0.0051712	0.0066822	0.0081437	0.0095587	0.0109690	0.0123543	0.0137308	0.0151024	0.0002304	0.0001833	0.0000652	0.0001150	0.0001496	0.0001705	0.0001954	0.0002203	0.0002452	0.0002701	0.0002950
ipca.630	0.0023092	0.0044778	0.0065204	0.0084224	0.0102440	0.0120118	0.0137459	0.0154602	0.0171635	0.0188610	0.0002258	0.0001749	0.0000641	0.0001246	0.0001705	0.0002058	0.0023923				

	tr.8820	tr.10080	tr.11340	tr.12600	dolar.30	dolar.90	dolar.180	dolar.360	dolar.540	dolar.720	dolar.900	dolar.1080	dolar.1440	dolar.1800	dolar.3600	lgpm	ipca	tr	ibovespa	dolar	commodity
pre.21	0.000675	0.000764	0.000853	0.000941	0.000001	0.000002	0.000003	0.000006	0.000009	0.000011	0.000014	0.000018	0.000026	0.000034	0.000029	-0.000057	-0.000015	0.000001	0.000437	-0.000104	-0.000281
pre.63	0.0002949	0.0003349	0.0003749	0.0004148	0.000002	0.000007	0.000013	0.000023	0.000032	0.000040	0.000050	0.000061	0.000086	0.000107	0.000073	0.0000214	-0.000060	0.000009	0.001438	0.000179	-0.0000713
pre.126	0.0008911	0.0010135	0.0011356	0.0012577	0.000005	0.000014	0.000026	0.000048	0.000067	0.000085	0.000107	0.000128	0.000171	0.000194	-0.000062	-0.0000526	-0.0000153	0.000031	0.000335	-0.0000315	-0.0000931
pre.252	0.0027707	0.0031497	0.0035282	0.0039064	0.000006	0.000018	0.000036	0.000075	0.000115	0.000154	0.000196	0.000228	0.000268	0.000234	-0.0000784	-0.0001137	-0.0000325	0.000086	0.0008263	-0.0001533	-0.0001182
pre.378	0.0050607	0.0057484	0.0064354	0.0071218	0.000003	0.000009	0.000022	0.000067	0.000127	0.000189	0.000252	0.000296	0.000333	0.000240	-0.0001432	-0.0001519	-0.0000451	0.0000131	0.0014729	-0.0004536	-0.0002101
pre.504	0.0074642	0.0084740	0.0094826	0.0104904	-0.000003	-0.000007	-0.000015	0.000038	0.000115	0.000201	0.000287	0.000350	0.000400	0.000283	-0.0001793	-0.0001739	-0.0000554	0.0000164	0.0022316	-0.0008734	-0.0003190
pre.630	0.0098725	0.0112046	0.0125351	0.0138647	-0.000010	-0.000025	-0.000035	0.000082	0.000249	0.000438	0.000636	0.000847	0.000935	0.000350	-0.0001988	-0.0001892	-0.0000650	0.0000189	0.0030480	-0.013407	-0.0003940
pre.756	0.0123881	0.0140575	0.0157251	0.0173915	-0.000016	-0.000043	-0.000064	-0.000131	0.000378	0.000621	0.000836	0.001045	0.001156	0.000432	-0.0002182	-0.0002053	-0.0000752	0.0000211	0.0039382	-0.0018395	-0.0004272
pre.1008	0.0169873	0.0192768	0.0215637	0.0238490	-0.000027	-0.000072	-0.000112	-0.000208	0.000565	0.000906	0.001249	0.001604	0.001968	0.000604	-0.0002784	-0.0002340	-0.0000935	0.0000238	0.0056776	-0.0027911	-0.0003641
pre.1260	0.0210923	0.0239394	0.0267832	0.0296249	-0.000037	-0.000099	-0.000154	-0.000313	0.000882	0.001329	0.001781	0.002234	0.002690	0.000785	-0.0003969	-0.0002635	-0.0001107	0.0000251	0.0073572	-0.0036908	-0.0001882
pre.2520	0.0383370	0.0435583	0.0487729	0.0539833	-0.0000104	-0.0000283	-0.0000440	-0.0000938	0.000259	0.000390	0.000520	0.000650	0.000780	0.0011732	0.0002304	0.0002784	0.0001756	-0.0118884	-0.0004573	-0.0002136	-0.0002058
pre.3780	0.0523982	0.0595741	0.0667404	0.0739006	-0.0000186	-0.0000509	-0.0000801	-0.0001613	0.000398	0.000597	0.000797	0.001004	0.001211	0.001697	0.0003023	0.0004040	0.0004807	0.0002643	-0.0040214	-0.0006906	-0.0003356
lgpm.63	-0.0015000	-0.0016833	-0.0018666	-0.0020499	-0.0000015	-0.0000037	-0.0000049	-0.000010	0.000075	0.000156	0.000220	0.000256	0.000268	0.000210	-0.0000242	0.0001154	-0.0000251	-0.0000049	0.0001737	0.0002708	0.0001041
lgpm.126	-0.0015126	-0.0016931	-0.0018737	-0.0020543	-0.0000012	-0.0000030	-0.0000042	-0.0000093	0.000026	0.000071	0.000101	0.000108	0.000069	-0.0000028	-0.0000783	-0.0001554	-0.0000307	-0.0000059	0.0002484	0.0005188	0.0001375
lgpm.252	-0.0004802	-0.0005766	-0.0006726	-0.0007683	-0.0000003	-0.0000009	-0.0000021	-0.0000061	-0.0000116	-0.0000182	-0.0000269	-0.0000367	-0.0000462	-0.0000350	-0.0000895	-0.0001894	-0.0001870	-0.0000245	-0.0000053	0.0010899	0.0004880
lgpm.378	0.0030233	0.0034698	0.0039164	0.0043624	0.0000000	0.0000020	0.0000030	0.0000090	0.000192	0.000307	0.000447	0.000594	0.000758	0.000513	-0.0002452	-0.0002111	-0.0000161	-0.0000038	0.0020888	0.0001659	0.0011532
lgpm.504	0.0052059	0.0059540	0.0067008	0.0074468	0.0000003	0.0000007	0.0000010	0.0000051	-0.0000139	-0.0000244	-0.0000374	0.0000515	-0.0000669	-0.0001248	-0.0002420	-0.0002388	-0.0000111	-0.0000026	0.0029646	-0.0002700	0.0009756
lgpm.630	0.0068574	0.0078314	0.0088039	0.0097754	0.0000008	0.0000022	0.0000035	0.0000027	-0.0000016	-0.0000082	-0.0000171	-0.0000275	-0.0000351	-0.0000872	-0.0002052	-0.0002637	-0.0000093	-0.0000017	0.0036130	-0.0007180	0.0009221
lgpm.756	0.0083377	0.0095140	0.0106887	0.0118621	0.0000013	0.0000038	0.0000070	0.0000114	0.0000122	0.0000103	0.0000065	0.0000066	-0.0000172	-0.0000418	-0.0001634	-0.0002926	-0.0000099	-0.0000012	0.0042607	-0.0011616	0.0010017
lgpm.1008	0.0105283	0.0120021	0.0134739	0.0149442	0.0000018	0.0000057	0.0000119	0.0000250	0.0000358	0.0000436	0.0000509	0.0000550	0.0000589	0.0000515	-0.0000785	-0.0003336	-0.0000150	-0.0000003	0.0052745	-0.0019218	0.0012917
lgpm.1260	0.0127643	0.0145433	0.0163198	0.0180946	0.0000018	0.0000063	0.0000143	0.0000340	0.0000537	0.0000712	0.0000894	0.0001038	0.0001295	0.0001389	-0.0000099	-0.0003768	-0.0000229	0.0000009	0.0063810	-0.0026425	0.0016535
lgpm.2520	0.0269826	0.0307236	0.0344594	0.0381919	0.0000032	0.0000110	0.0000263	0.0000705	0.0001258	0.0001861	0.0002573	0.0003256	0.0004714	0.0005778	0.0002878	-0.0006408	-0.0000716	0.0000145	0.0137188	-0.0064239	0.0029033
lgpm.3780	0.0397446	0.0452522	0.0507523	0.0562475	0.0000096	0.0000290	0.0000572	0.0001173	0.0001835	0.0002590	0.0003559	0.0004555	0.0006841	0.0008680	0.0004856	-0.0008541	-0.0000983	0.0000329	0.0203510	-0.0092636	0.0029555
lgpm.5040	0.0506501	0.0576669	0.0646741	0.0716750	0.0000175	0.0000505	0.0000928	0.0001634	0.0002274	0.0003038	0.0004057	0.0005184	0.0007912	0.0010211	0.0005568	-0.0010231	-0.0001060	0.0000516	0.0260164	-0.0114239	0.0026279
lgpm.6300	0.0605235	0.0689063	0.0772776	0.0856414	0.0000252	0.0000714	0.0001268	0.0002051	0.0002626	0.0003303	0.0004340	0.0005520	0.0008496	0.0011069	0.0005441	-0.0011700	-0.0001045	0.0000700	0.0311732	-0.0133123	0.0022344
lgpm.7560	0.0698390	0.0795106	0.0891688	0.0988184	0.0000325	0.0000911	0.0001587	0.0002433	0.0002932	0.0003528	0.0004539	0.0005741	0.0008884	0.0011638	0.0004869	-0.0013073	-0.0000993	0.0000881	0.0360696	-0.0150990	0.0018518
lgpm.8820	0.0788692	0.0897900	0.1006958	0.1115918	0.0000394	0.0001098	0.0001891	0.0002795	0.0003218	0.0003732	0.0004711	0.0005926	0.0009203	0.0012099	0.0004099	-0.0014410	-0.0000929	0.0001059	0.0408383	-0.0168516	0.0014948
lgpm.10080	0.0877627	0.0999140	0.1120486	0.1241722	0.0000461	0.0001280	0.0002185	0.0003146	0.0003991	0.0004879	0.0006106	0.0009507	0.0012530	0.0003259	-0.0015738	-0.0000862	0.0001235	0.0455480	-0.0185965	0.0011624	
lgpm.11340	0.0965961	0.1099695	0.1233246	0.1366677	0.0000527	0.0001458	0.0002474	0.0003492	0.0003772	0.0004131	0.0005051	0.0006291	0.0009817	0.0012962	0.0002408	-0.0017067	-0.0000796	0.0001408	0.0502330	-0.0203433	0.0008503
lgpm.12600	0.1054068	0.1199993	0.1345717	0.1491310	0.0000591	0.0001633	0.0002758	0.0003834	0.0004048	0.0004434	0.0005229	0.0006484	0.0010137	0.0013405	0.0001571	-0.0001802	-0.0000734	0.0001581	0.0549098	-0.0220951	0.0005547
ipca.63	0.0003190	0.0003845	0.0004498	0.0005149	0.0000013	0.0000040	0.0000084	0.0000173	0.0000242	0.0000296	0.0000362	0.0000429	0.0000634	0.0000906	0.0002218	0.0000239	-0.0000030	-0.0000006	0.0004419	-0.0004035	0.0004757
ipca.126	0.0002548	0.0002914	0.0003278	0.0003643	0.0000011	0.0000032	0.0000062	0.0000116	0.0000156	0.0000189	0.0000229	0.0000269	0.0000381	0.0000517	0.0001127	0.0000010	-0.0000176	0.0000019	0.0003215	-0.0001334	0.0002609
ipca.252	0.0018618	0.0021214	0.0023807	0.0026397	0.0000008	0.0000025	0.0000050	0.0000103	0.0000152	0.0000195	0.0000241	0.0000281	0.0000369	0.0000454	0.0000867	-0.0000675	-0.0000325	0.0000073	0.0009749	-0.0001774	0.0005153
ipca.378	0.0042911	0.0048903	0.0054886	0.0060864	0.0000000	0.0000005	0.0000024	0.0000104	0.0000213	0.0000321	0.0000432	0.0000524	0.0000694	0.0000808	0.0000883	-0.0001387	-0.0000432	0.0000121	0.0019735	-0.0006214	0.0007117
ipca.504	0.0066121	0.0075285	0.0084436	0.0093579	-0.0000008	-0.0000014	0.0000003	0.0000119	0.0000299	0.0000486	0.0000681	0.0000843	0.0001140	0.0001316	0.0000952	-0.0001873	-0.0000522	0.0000154	0.0029054	-0.0011888	0.0007126
ipca.630	0.0084699	0.0096359	0.0108004	0.0119639	-0.0000011	-0.0000021	-0.0000003	0.0000147	0.0000385	0.0000636	0.0000900	0.0001125	0.0001542	0.0001790	0.0001103	0.0002097	-0.0000573	0.0000172	0.0036475	-0.0017331	0.0005951
ipca.756	0.0104599	0.0118930	0.0133243	0.0147544	-0.0000011	-0.0000020	-0.0000008	0.0000197	0.0000489	0.0000800	0.0001131	0.0001418	0.0001961	0.0002301	0.0001438	-0.0002260	-0.0000618	0.0000189	0.0044715	-0.0023380	0.0004686
ipca.1008	0.0136480	0.0155084	0.0173665	0.0192232	-0.0000003	0.0000007	0.0000064	0.0000320	0.0000682	0.0001064	0.0001481	0.0001852	0.0002597	0.0003128	0.0002452	-0.0002255	-0.0000602	0.0000205	0.0058530	-0.0034111	0.0002027
ipca.1260	0.0161447	0.0183423	0.0205373	0.0227305	0.0000011	0.0000046	0.0000136	0.0000444	0.0000840	0.0001252	0.0001714	0.0002138	0.0003040	0.0003761	0.0003715	-0.0002079	-0.0000500	0.0000209	0.0070050	-0.0042922	0.0000032
ipca.2520	0.0271959	0.0309243	0.0346476	0.0383679	0.0																

Prazos (anos)	Susep	BCB
0,1	0,0021	0,0019
0,2	0.0008	0.0002
0,5	0.0026	0.0005
1,0	0.0062	0.0059
2,0	0.0157	0.0117
3,0	0.0260	0.0235
4,0	0.0363	0.0454
5,0	0.0463	0.0605
10,0	0.0568	0.0756

**Tabela 66: Comparação Jur1 (Susep x BCB)**

Adicionalmente, foi efetuada uma análise semelhante, mas comparando desta vez com o capital necessário caso fossem utilizados os fatores do modelo proposto pelo projeto Solvência II. Destaca-se que a metodologia adotada por este projeto baseia-se em choques nas curvas de juros, dessa forma os choques indicados no relatório *Quantitative Impact Study 5 - Technical Specifications* (CEIOPS, 2010d) foram utilizados nos vértices comuns dos dois modelos, para que não fosse necessário realizar interpolações, considerando-se sempre o valor presente de 1 real de descasamento. Frisa-se ainda que o modelo europeu utiliza o horizonte de tempo de 1 ano ao invés de 3 meses. O resultado pode ser analisado na Tabela 67 abaixo.

prazos (anos)	Susep	SII
0,25	0.0008	0.0191
0,5	0.0026	0.0387
1,0	0.0062	0.0802
2,0	0.0157	0.1473
3,0	0.0260	0.1973
4,0	0.0363	0.2409
5,0	0.0463	0.2830
10,0	0.0568	0.4010
15,0	0.0008	0.5548

**Tabela 67: Comparação Jur1 (Susep x Solvência II)**

E, por último, foram comparados o valor necessário para a exposição em ações nos três modelos, bem como a diferença para exposições em câmbio e commodities com o modelo do projeto Solvência II. O resultado pode ser verificado na Tabela 68 abaixo. Destaca-se que não foram comparadas as parcelas dos submódulos de câmbio e commodities com o modelo do BCB devido a grande diferença de abordagem.

	Susep	BCB	SII
Ações	0.2136	0,2008	0,4000
Câmbio	0.1592		0,2500
Commodities	0.1809		0,4000 <sup>34</sup>

**Tabela 68: Comparação Ações, Câmbio e Commodities (Susep x BCB x Solvência II)**

Pode-se verificar primeiramente que, para alguns casos, os fatores das exposições prefixadas foram muito mais agravados no modelo do BCB. Pode-se suspeitar que tais diferenças

<sup>34</sup> Exposições em commodities no modelo Solvência II não possui um fato próprio e são tratadas como outras aplicações, logo utiliza-se o fator mais agravado que é o de ações.

ocorreram devido à prorrogação do prazo de cobertura do VaR de 1 dia para 1 trimestre, necessária para possibilitar a comparação. Tal transformação é bastante utilizada e baseia-se na premissa dos resíduos dos retornos das séries modeladas serem iid. Contudo, para longos períodos pode haver distorções, pois isso é uma *proxy* muito forte para um período tão longo. Por este motivo utilizou-se séries mensais no estudo efetuado para a modelagem dos fatores, visando a reduzir possíveis distorções. Ressalta-se que o melhor cenário seria se pudessem ser utilizadas séries anuais, contudo as séries seriam muito curtas o que não seria adequado também. Também em geral foram observados valores inferiores em relação aos do projeto Solvência II. Esta diferença é parcialmente explicada pelo fato do nível de confiança do projeto Solvência II ser de 99,5% enquanto o utilizado na calibragem proposta foi de 99% e ainda pela diferença temporal (1 ano ao invés de 3 meses). Contudo, outros fatores como a diferença de volatilidade dos mercados e até mesmo das metodologias adotadas podem justificar tal disparidade.

Já na Tabela 68, foi verificado um valor para o fator de Ações bem próximo ao valor equivalente do BCB e aproximadamente metade do valor do Solvência 2, este último certamente devido a diferença no horizonte temporal. Adicionalmente, observou-se um valor de fator cambial bastante inferior ao comparar com o modelo do projeto Solvência II, também pela questão da diferença no horizonte temporal. Contudo, caso fosse feita uma equivalência do Solvência 2 para a base trimestral, teríamos aproximadamente um valor que seria metade dos seus valores atuais (utilizando a premissa dos resíduos serem iid) e, com isso, teríamos valores de fatores com poucas diferenças. Tais diferenças também são aceitáveis se forem consideradas as volatilidades distintas dos mercados.

## **7. Fórmula de cálculo do capital de risco baseado no risco de mercado estabelecida com base no modelo padrão proposto pela SUSEP**

Nos capítulos anteriores foram apresentadas todas as premissas e técnicas utilizadas para a determinação dos fatores e conseqüentemente o valor do requerimento de capital para o risco de mercado. Neste capítulo, basicamente resumimos os resultados e os procedimentos a serem adotados para a determinação do valor deste capital de risco.

### **7.1. Agregação aos demais capitais requeridos**

Primeiramente destaca-se que a atual estrutura de capital mínimo requerido para o mercado segurador fora definida pela Resolução CNSP nº 316 de 2014 e define a seguinte regra para a sua constituição:

$$\text{CMR} = \text{máximo}(\text{CB}, \text{CR}) \quad (73)$$

Onde:

CB é o Capital Base

CR é o Capital de Risco

A parcela que nos interessa nesta seção é a do CR, definida por:

$$CR = \sqrt{\sum_i \sum_j \rho_{ij} CR_i CR_j} + CR_{oper} \quad (74)$$

Onde:

$CR_i$  e  $CR_j$  são as parcelas do capital baseadas nos riscos “i” e “j” respectivamente

$CR_{oper}$  é a parcela do capital de risco baseada no risco operacional

$\rho_{ij}$  é a correlação entre os capitais  $CR_i$  e  $CR_j$  definida pela tabela:

j \ i	CR <sub>subs</sub>	CR <sub>cred</sub>	CR <sub>merc</sub>
CR <sub>subs</sub>	1,00	0,50	0,25
CR <sub>cred</sub>	0,50	1,00	0,25
CR <sub>merc</sub>	0,25	0,25	1,00

Tabela 69: Correlação entre as parcelas do capital de risco

## 7.2. Definição do Valor da Parcela do Capital de Risco Referente o Risco de Mercado (CR<sub>merc</sub>)

A parcela do capital de risco referente o risco de mercado ( $CR_{merc}$ ), considerando todo o exposto neste relatório, é então definida como:

$$CR_{merc} = CR_{merc.geral} + \sum_{i=1}^n CR_{merc.exc_i} \quad (75)$$

Onde:

$\sum_{i=1}^n CR_{merc.exc_i}$  é o somatório das parcelas de capital de risco baseada no risco de mercado apuradas para cada um dos  $n$  grupos de produtos com garantias de excedentes financeiros que a sociedade supervisionada possua, desde que ainda não tenham revertido este excedente para a provisão individual do segurado ou participante. Cabe ressaltar que o cálculo em separado destas parcelas é opcional. Maiores detalhes na seção 7.2.2.

$CR_{merc.geral}$  é a parcela do capital de risco baseada no risco de mercado apurada para o conjunto de produtos sem garantias de excedentes financeiros que a sociedade supervisionada possua (podendo ainda abranger produtos com garantia de excedentes financeiros para os quais ela opte por não realizar o cálculo em separado).

### 7.2.1. Definição do $CR_{merc.geral}$

O valor desta parcela, considerando a equação 37, é o resultado da operação:

$$CR_{merc.geral} = \sqrt{E' \times F \times E} \quad (76)$$

Onde:



$F$  é a matriz de fatores definida na seção 6.7, da Tabela 57 até a Tabela 65.

$E$  é o vetor definido por:

$$E = (EL_{pré,1 \text{ mês}} \quad \dots \quad EL_{pré,15 \text{ anos}} \\ EL_{igpm,3 \text{ meses}} \quad \dots \quad EL_{igpm,50 \text{ anos}} \\ EL_{ipca,3 \text{ meses}} \quad \dots \quad EL_{ipca,50 \text{ anos}} \\ EL_{tr,3 \text{ meses}} \quad \dots \quad EL_{tr,50 \text{ anos}} \\ EL_{câmbio,1 \text{ mês}} \quad \dots \quad EL_{câmbio,10 \text{ anos}} \\ EL_{igpm} \quad EL_{ipca} \quad EL_{tr} \quad EL_{ações} \quad EL_{câmbio} \quad EL_{commodity})$$

Onde:

$EL_{pré,i}$  é a exposição líquida sensível a oscilações das taxas de juros prefixadas do vértice  $i$  definido na Tabela 6

$EL_{igpm,i}$  é a exposição líquida sensível a oscilações das taxas de juros pós fixadas (cupom de IGPM) do vértice  $i$  definido na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

$EL_{ipca,i}$  é a exposição líquida sensível a oscilações das taxas de juros pós fixadas (cupom de IPCA) do vértice  $i$  definido na Tabela 6

$EL_{tr,i}$  é a exposição líquida sensível a oscilações das taxas de juros pós fixadas (cupom de TR) do vértice  $i$  definido na Tabela 6

$EL_{dolar,i}$  é a exposição líquida sensível a oscilações das taxas de juros pós fixadas (cupom de dólar) do vértice  $i$  definido na Tabela 6

$EL_{igpm}$  é a exposição líquida sensível a oscilações do IGPM

$EL_{ipca}$  é a exposição líquida sensível a oscilações do IPCA

$EL_{TR}$  é a exposição líquida sensível a oscilações da TR

$EL_{ações}$  é a exposição líquida sensível a oscilações dos preços de ações

$EL_{câmbio}$  é a exposição líquida sensível a oscilações dos preços de moedas estrangeiras e ouro

$EL_{commodity}$  é a exposição líquida sensível a oscilações dos preços de mercadorias

### 7.2.2. Definição da subparcela referente aos produtos de previdência com garantias de excedentes financeiros

Na seção 4.6 foram expostos os motivos para a realização de apuração diferenciada do capital referente ao risco de mercado para os produtos com garantias de excedentes financeiros, e as situações em que caberia este cálculo diferenciado. Ainda, foi exposto o seu caráter facultativo.

Isto posto, podemos estabelecer:

$$CR_{merc,exc_i} = VaR_i - MR_i \quad (77)$$

Onde:

$VaR_i$  é o Valor em Risco calculado para os fluxos do grupo de produtos com acúmulo de excedentes  $i$

$MR_i$  é o montante utilizado como redutor do valor em risco para o grupo de produtos com excedentes ainda não revertidos  $i$  que é definido por:

$$MR_i = \min(VaR_i \times PR_{exc_i}; VPAS_{exc_i}) \quad (78)$$

Onde:

$PR_{exc_i}$  é o percentual de reversão definido para o grupo de produtos com acúmulo de excedentes  $i$ ;

$VPAS_{exc_i}$  é o valor de mercado da parcela dos excedentes a ser revertida para os participantes, descontados da proporção de saídas de participantes estimadas ao longo do horizonte de três meses que deve ser calculado por:

$$VPAS_{exc_i} = VP_{exc_i} \times (1 - PD_{exc_i} \times F) \quad (79)$$

Onde:

$PD_{exc_i}$  é o percentual de saídas de participantes estimadas ao longo do horizonte de três meses para o produto com acúmulo de excedentes  $i$

$F$  é o fator fixo igual a  $1/2$ , adotando a premissa que as saídas consideradas para o cálculo do percentual de redução ( $PR_{exc_i}$ ) serão uniformes ao longo do horizonte de três meses

$VP_{exc_i}$  é o valor de mercado da parcela dos excedentes a ser revertida para os participantes

$$VP_{exc_i} = PEF_{exc_i} + MV_{exc_i} \quad (95)$$

Onde:

$PEF_{exc_i}$  é o valor das Provisões de Excedentes Financeiros referentes ao grupamento de planos  $i$ , desde que contenha apenas valores ainda não revertidos para o participante

$MV_{exc_i}$  é a Mais Valia referente ao grupamento de planos  $i$  que consiste em:

$$MV_{exc_i} = VMA_{exc_i} - VCA_{exc_i} \quad (96)$$

Onde:

$VMA_{exc_i}$  é o valor de mercado dos ativos referentes ao grupamento de planos  $i$

$VCA_{exc_i}$  é o valor contábil dos ativos referentes ao grupamento de planos  $i$

Destaca-se que, tanto para a definição do valor da parcela  $CR_{merc,geral}$  quanto para as parcelas  $CR_{merc,exc_i}$ , são utilizados os mesmos procedimentos de definição do valor em risco (elencados na seção 6.1) e fatores.

Salienta-se que o procedimento de segregar o cálculo da parcela do capital de risco de mercado para os produtos com reversão de excedentes financeiros será facultativo para as empresas. No entanto, espera-se que a adoção desse procedimento seja mais vantajoso para as empresas com grandes estoques de excedentes financeiros ainda não revertidos, por exemplo, aquelas que trabalham com planos tradicionais de previdência com reversão de excedentes apenas na entrada em gozo de benefício, resgate ou portabilidade.

## 8. Conclusão

Neste relatório, inicialmente introduzimos o conceito de risco de mercado e a importância de mensuração do capital baseado neste risco para, na sequência, apresentarmos a proposta padrão de mensuração do capital de risco para as sociedades supervisionadas por meio de fórmula padrão.

Para conhecermos a forma como outros reguladores tratam o assunto, descrevemos as metodologias utilizadas pelo Banco Central do Brasil, que segue as definições do Comitê de Basileia, e pelo projeto europeu Solvência II. Como forma de introduzir o modelo proposto pela Susep, apresentamos ainda o método de cálculo do VaR para títulos de renda fixa indexados contido em Varga (2002) e alguns dos principais modelos de estimação de volatilidade.

Na sequência, foram definidas as bases de dados utilizadas no cálculo dos fatores padrão a serem aplicados para a quantificação do capital de risco baseado no risco de mercado. Foram detalhados os aspectos técnicos da modelagem bem como as premissas adotadas. Em resumo, analisou-se aprofundadamente os aspectos metodológicos dos modelos financeiros, de estimação de volatilidade, de cálculo de riscos e as considerações acerca das agregações necessárias para a elaboração desse modelo padrão de forma que fossem obtidos resultados consistentes, parcimoniosos e de simples adoção por todas as sociedades supervisionadas. Adicionalmente, os fatores foram comparados com os dos modelos do BCB e Solvência II.

Cabe, neste ponto, recordar que os fatores estimados baseiam-se nas informações obtidas até julho de 2014 e, considerando o comportamento das séries financeiras, os mesmos devem ser atualizados periodicamente.

Com a presente proposta de requerimento de capital baseado no risco de mercado, objetivamos colaborar com o processo de solidificação dos requerimentos que contribuem para o aumento da solvência das sociedades supervisionadas.

Entendemos que o modelo proposto é baseado nas melhores práticas internacionais de regulação de seguro e nas orientações da IAIS. O modelo se espelha no que é aplicável, na abordagem padronizada de mensuração do risco de mercado para as sociedades supervisionadas, proposto no projeto Solvência II, e apresenta similaridades, na parte correlata, com as abordagens padronizadas preceituadas pelo Acordo de Basileia e pelo Banco Central, aplicáveis para as instituições financeiras internacionais e brasileiras, respectivamente. Além disso, o modelo exposto não apenas está alinhado às melhores práticas internacionais de gestão de riscos, mas busca sua adequação à realidade brasileira e ao atual estágio de desenvolvimento do seu sistema de seguros.

Por fim, esperamos que o modelo de cálculo de requerimento de capital baseado no risco de mercado possa contribuir para consolidar a implementação do modelo de gestão baseada em risco do mercado segurador brasileiro.

## 9. Referências

Alexander, Carol. (2005). “Modelos de Mercado: Um Guia para a Análise de Informações Financeiras”.

Basel Committee on Banking Supervision, “Amendment to the Capital Accord to incorporate market risks”, 2005.

Bauwens et. al. (2006). “Multivariate Garch Models: A Survey”, Journal of Applied Econometrics, 21, p. 79 – 109.

Black, F. (1976). “Studies in Stock Price Volatility Changes”, Proceedings of the 1976 Business Meeting of the Business and Economics Statistics Section, American Statistical Association, p.177-181.

Bollerslev, T. (1986). “Generalized autorregressive conditional heteroskedasticity”. Journal of Econometrics, 31, p. 303-327.

Carta-Circular BCB Nº 3.498, de 8 de abril de 2011.

Circular BCB Nº 3.361, de 12 de setembro de 2007.

Circular BCB Nº 3.362, de 12 de setembro de 2007.

Circular BCB Nº 3.363, de 12 de setembro de 2007.

Circular BCB Nº 3.364, de 12 de setembro de 2007.

- Circular BCB Nº 3.366, de 12 de setembro de 2007.
- Circular BCB Nº 3.368, de 12 de setembro de 2007.
- Circular BCB Nº 3.389, de 25 de junho de 2008.
- Circular BCB Nº 3.478, de 24 de dezembro de 2009.
- Circular BCB Nº 3.498, de 28 de junho de 2010.
- Campbell, J.Y., Lo, A. W. e MacKinlay, A.C. (1997). "The econometrics of financial markets", Princeton: Princeton University Press
- CEIOPS, 2010a, "CEIOPS Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: SCR Standard Formula" Article 111b, Calibration of Market Risk Module.
- CEIOPS, 2010b, "CEIOPS Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: SCR STANDARD FORMULA Article 111(d) Correlations"
- CEIOPS, 2010c, "CEIOPS Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: Extension of the Recovery Period"
- CEIOPS, 2010d, "Quantitative Impact Study 5 - Technical Specifications"
- CEIOPS, 2010e, "Errata to the QIS5 Technical Specifications", version 27 September 2010
- Christoffersen, F. P. (1998). "Evaluating Intervals Forecasting"
- Engle, R. F.(1982). "Autorregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation". *Econometrica*, v. 50, n. 4, p. 987-1007.
- Fernandes, C. A.C. Notas de aula da disciplina de Séries Financeiras. PUC-Rio, Departamento de Engenharia Elétrica, 2011.
- Franklin, S., Duarte, T.B., Neves, C.R., Melo, E.F.L. (2011). "A estrutura a termo de taxas de juros no Brasil: modelos, estimação, interpolação, extrapolação e testes". Pode ser obtido em <http://www.susep.gov.br/setores-susep/cgsoa/pagina-requerimento-de-capital/modelo-de-interpolacao-e-extrapolacao-da-ettj>.
- IAIS. (2004). "Guidance Paper on Investment Risk Management". October.
- J.P.Morgan. (1995). Riskmetrics Technical Manual. New York.
- Johnson, R. A., Wichern, D. W. "Applied Multivariate Statistical Analysis". 4. ed.. New Jersey: Prentice Hall, 1998.
- Hair, J. F. et al. « Análise multivariada de dados". 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- Hogg, R.V. (1972), "More Light on the Kurtosis and Related Statistics," *Journal of the American Statistical Association*, 67, 422-424.
- Hogg, R.V. (1974), "Adaptive Robust Procedures: A Partial Review and Some Suggestions for Future Applications and Theory," *Journal of The American Statistical Association*, 69, 909-

923.

Kim, T.H., White, H. (2004). "On More Robust Estimation of Skewness and Kurtosis: Simulation and Application to the S&P500 Index". Finance Research Letters 1, p.56-73

Kupiec, P., (1995). "Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models". Journal of Derivatives 3, pg 73-75

Lins Arcoverde, Guilherme. (2000). "Alocação de Capital para Cobertura do Risco de Mercado de Taxas de Juros de Natureza Prefixada". Dissertação de Mestrado, EPGE/FGV.

Mourik, Teus. (2003). "Market Risk of Insurance Companies: Descriptions and measurement approaches from the perspective of solvency requirements".

Otuki, T., Radavelli, C., Seabra, F., Costa Jr., N. (2008). "Assimetria na volatilidade dos retornos revisitada: Ibovespa, Merval, e Inmex". Revista de Gestão da USP, v.15, n.4, p.71-84

Resolução CMN Nº 3.490, de 29 de agosto de 2007.

Solvência II. (2009). Insurance and reinsurance (Solvency II) (recast), European Parliament Legislative Resolution of 22 April 2009.

Souza Sobrinho, N. F. (2001). "Extração da volatilidade do IBOVESPA". Resenha BM&F, v. 144, p. 17-39.

Tsay., R. S. (2002). "Analysis of Financial Time Series". John Wiley and Sons

Varga, Gyorgy (2002). "Cálculo do VaR para Títulos de Renda Fixa Indexados". Artigo apresentado no II Encontro Brasileiro de Finanças (Rio de Janeiro/Brasil)

Veiga, A. L. Notas de aula da disciplina de Métodos Estatísticos Multivariados. PUC-Rio, Departamento de Engenharia Elétrica, 2011.

Thiago Barata Duarte  
Analista da CGOSA/COARI/DIRIS

Eduardo Henrique Altieri  
Analista da CGOSA/COARI/DIRIS

Victor de Almeida França  
Chefe de divisão CGOSA/COARI/DIRIS