

## 5

### Considerações finais

Neste trabalho utilizamos uma extensão do modelo hierárquico proposto por Diebold, Li e Yue (2008) para prever o comportamento futuro das curvas de juros relativas à *corporate bonds* emitidos por empresas brasileiras do setor industrial e negociados no mercado americano. A amostra utilizada é heterogênea, uma vez que é composta por títulos de diferentes classificações de risco. Desta forma, o nosso objetivo foi elaborar um modelo integrado que fosse capaz de prever conjuntamente as ETTJ's para diferentes *ratings* seguindo o princípio KISS (*keep it sophisticatedly simple*) destacado em Diebold e Li (2006), segundo o qual a simplicidade é um atributo essencial de modelos destinados à previsão fora da amostra.

Em nosso modelo, cada estrutura a termo da taxa de juros (uma para cada *rating*) é determinada por dois fatores que conduzem a trajetória das taxas a ela pertencentes: o fator nível, que responde por influências que afetam todas as maturidades igualmente; e o fator inclinação, que afeta mais intensamente as taxas de juros relativas a maturidades curtas. A coleção de fatores nível, por sua vez, é influenciada por dois super fatores que respondem pela sua movimentação conjunta. O mesmo ocorre com os fatores inclinação obtidos a partir do conjunto de curvas individuais. É importante destacar que os super fatores afetam taxas localizadas em todas as curvas, independente da sua classificação de risco. O experimento realizado para testar a capacidade preditiva do modelo é tal que, a cada período, (1) os fatores nível e inclinação relativos a cada curva são estimados, (2) os super fatores referentes aos dois conjuntos (um para níveis, outro para inclinações) são estimados, (3) especificações nas quais os super fatores se comportam como processos AR(1) são utilizadas para prever os valores futuros dos mesmos, (4) os vínculos existentes entre super fatores e fatores são utilizados para obter previsões para estes últimos, e (5) os vínculos entre fatores e taxas são utilizados para obter previsões para estas últimas. Os horizontes de previsão testados foram de um, seis e doze passos à frente, cada passo correspondendo a um mês.

As contribuições desse trabalho referem-se à adoção de uma estrutura mais rica para os super fatores propostos em Diebold, Li e Yue e na aplicação do modelo hierárquico resultante na previsão conjunta do comportamento futuro das curvas de juros para diferentes *ratings*. Outra contribuição reside no fato de modelarmos curvas de títulos corporativos, o que sugere interpretações e aponta para peculiaridades desse mercado.

As principais conclusões que podem ser extraídas desse estudo são:

- (i) As curvas de juros de títulos corporativos estão sujeitas à influência de fatores comuns, que são capazes de explicar a sua trajetória, e que afetam os rendimentos das empresas, independente da maturidade e do nível de risco associados aos títulos.
- (ii) O fator nível é o responsável pelo movimento conjunto das taxas de todos os vencimentos, no sentido do choque que as afeta, e esse fator é determinado por dois componentes globais e não apenas um, como assumido por Diebold, Li e Yue (2008).
- (iii) O primeiro componente do nível é o mais importante, sendo responsável pelo movimento conjunto dessa força comum. O segundo componente, por sua vez, é responsável pelos movimentos diferenciados dos fatores nível de cada curva. O primeiro fator é chamado “nível do nível”, enquanto o segundo é denominado “inclinação do nível”.
- (iv) O outro fator, a inclinação, incorpora choques que afetam de forma diferenciada as pontas longa e curta das ETTJ's. Esse fator também é determinado por dois componentes globais e não apenas um, como assumido por Diebold, Li e Yue (2008).
- (v) Dos dois componentes de inclinação (denominados “inclinação do nível” e “inclinação da inclinação”), o primeiro é o mais relevante e afeta da mesma maneira os fatores inclinação relativos a cada curva.
- (vi) Há maior volatilidade na dinâmica de fatores e super fatores em períodos de crise.

O resultado principal refere-se à eficiência das previsões das taxas de juros em cada curva produzidas pela nossa versão do modelo de Diebold, Li e Yue (2008) quando comparadas com as previsões oriundas de passeios aleatórios, que selecionamos como *benchmark*. Não foi possível obter ganhos significativos com relação a essa referência, principalmente na previsão um passo à frente. O desempenho melhora quando aumentamos o horizonte de previsão e restringimos o período previsto para janeiro de 2004 a dezembro de 2007, excluindo a crise dos mercados financeiros. Entretanto não foi possível superar o desempenho do passeio aleatório na amostra completa.

O artigo *Forecasting the Yield Curve: a Note on Diebold & Li's Methodology*, ainda não publicado, de Simonsen e Marco apresenta resultados que corroboram os nossos achados. Nesse artigo, os autores realizam testes de robustez no modelo proposto por Diebold e Li (2006) para a previsão da curva de juros. Executam três experimentos de projeções de taxas variando a janela de previsão, a série histórica utilizada e o limite entre estimativa e previsão. Os autores verificam que o passeio aleatório oferece resultados mais precisos para a previsão da ETTJ na maioria dos casos e justificam o bom desempenho apresentado por DL como o produto da seleção criteriosa de períodos de tempos favoráveis ao desempenho do modelo. Essas conclusões podem indicar que os nossos resultados negativos se originam no arcabouço de DL, uma vez que esse não se apresentou robusto para a própria série de *treasuries*, a qual o artigo original de 2006 pretendeu modelar.

Diante disso, sugerimos para trabalhos posteriores algumas alterações que podem melhorar o desempenho preditivo do nosso modelo:

- (i) Ampliação da amostra para aumentar o período de previsão e diminuir a importância dos anos de 2007 a 2009, marcados por grande instabilidade na economia mundial e que dificultam a atividade de projetar o futuro.
- (ii) Alteração do valor assumido pelo parâmetro  $\lambda$  na estimação dos fatores e super fatores. Para os primeiros utilizamos  $\lambda = 0.0609$ , valor sugerido por Diebold e Li para a curva dos *treasuries* norte-americanos. O ideal seria um  $\lambda$  que se ajustasse às curvas de títulos corporativos. Para os super fatores, onde utilizamos como critério de

seleção a correlação com as medidas de mercado, outros critérios alternativos podem ser testados.

- (iii) Os valores assumidos pela variável  $R$  na função  $F(R) = \left( \frac{1 - e^{-\lambda_i R}}{\lambda_i R} \right)$  para a estimação dos super fatores. Em nosso caso, selecionamos a relação em que essa variável assume os valores na escala de números em ordem crescente de 1 a 14, associada aos *ratings*, onde 1 se refere ao AAA e 14 se refere ao B-. A escolha dessa relação foi arbitrária e pode ser alterada.
- (iv) A inclusão dos fatores curvatura e dupla curvatura para a modelagem da estrutura a termo na equação [4.1], de modo a capturar o efeito de choques que afetam de maneira diferenciada os títulos de maturidades intermediárias. Em nosso caso respaldamos pela pequena relevância desse fator, verificada através da análise de componentes principais.
- (v) Respalda pela Análise de Componentes Principais na descrição da ETTJ por dois fatores, mas diante da forte correlação observada nos resíduos, outra possibilidade seria a inclusão de um termo adicional para explicar a dependência do tipo AR.

Trabalhos posteriores também poderão inserir no modelo integrado de previsão as curvas de *treasuries* norte-americanos e, com isso, buscar que as relações entre as curvas de títulos corporativos e do governo possam interagir e gerar ganhos no desempenho preditivo.