

1

Introdução

Os modelos de apreçamento de ativos buscam caracterizar a relação entre retorno esperado e risco, sendo o CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) o mais conhecido e utilizado. Entretanto, seu desempenho é questionado em diversos estudos na literatura no que se refere à capacidade explicativa de retornos anormais relacionados a características das firmas, entre elas o tamanho, dado pelo valor de mercado, e a razão *book-to-market* (BM). Ao longo do tempo, para explicar as anomalias dos retornos das ações, alguns trabalhos se voltaram para a busca de novos fatores de risco, no caso os modelos multifatores, sendo o de maior destaque o modelo de três fatores de Fama e French (1993). Apesar deste questionamento acerca do CAPM relacionado à presença de múltiplas fontes de risco, um dos pontos mais críticos pode ser atribuído à sua natureza estática. Neste contexto, a presença de anomalias pode estar relacionada à dinâmica temporal do beta de mercado, tornando importante a avaliação da capacidade explicativa dos chamados modelos de apreçamento condicionais.

No caso de se considerar apenas o risco de mercado, o CAPM condicional explicita o valor esperado do retorno de um ativo de forma condicional a um conjunto de informação disponível no período anterior. Neste sentido, o beta do ativo passa também a ser um parâmetro dinâmico estimado de forma condicional e sua variação no tempo pode ser modelada de diversas formas, considerando tanto uma dependência em variáveis condicionantes defasadas, como modelagens de séries temporais envolvendo modelos de volatilidade condicional ou modelos na forma espaço-estado. Estes últimos, caracterizados pela evolução do beta descrita como processo estocástico, se destacam na literatura internacional por apresentarem melhor ajuste aos dados bem como melhor desempenho em testes de apreçamento. O uso de técnicas como o filtro de Kalman permite estimar o coeficiente de forma mais acurada, considerando variáveis não observadas, sendo o beta ajustado a cada nova observação disponível dos retornos dos ativos. Estudos realizados com carteiras de ações divididas por indústrias em diferentes mercados apontam para a superioridade destes modelos, com destaque para o trabalho de Mergner (2009). Além disso, vários trabalhos buscam analisar se as anomalias financeiras, como efeito tamanho e efeito valor, podem ser explicadas

ao se considerar a variação temporal do beta. Adrian e Franzoni (2009) propõem uma dinâmica temporal para beta baseada em um processo estocástico de reversão à média, caracterizando um processo de aprendizado, e verificam para o mercado norte-americano que os erros de apreçamento diminuem sensivelmente, o que se torna ainda mais proeminente quando o processo de variação temporal inclui variáveis condicionantes defasadas.

A literatura também se estende para modelos de fatores condicionais. Neste caso, a dinâmica dos betas é modelada para o caso em que vários fatores de risco são considerados. Destacam-se estudos como os de Ferson e Harvey (1999), Avramov e Chordia (2006) e Mergner (2009), cujos resultados variam de um trabalho para outro no que se refere aos ganhos na capacidade explicativa dos modelos ao se considerar a variação temporal dos betas.

1.1

Principais objetivos

Neste contexto, esta tese tem quatro objetivos principais assim descritos:

- (i) analisar as possíveis modelagens dos betas no estudo de modelos de fatores condicionais presentes na literatura, considerando um ou mais fatores de risco;
- (ii) avaliar o tratamento dos modelos de fatores na forma espaço-estado para diferentes dinâmicas de evolução dos betas com base no trabalho de Adrian e Franzoni (2009), estendendo a modelagem para múltiplos fatores e estimando a partir do filtro de Kalman;
- (iii) avaliar o ajuste do CAPM condicional no mercado brasileiro sob esta abordagem e o ganho em termos de capacidade explicativa relacionado a anomalias de tamanho e BM; e
- (iv) de forma análoga, avaliar o ajuste e o ganho do modelo condicional de três fatores de Fama e French (1993) no mercado norte-americano também sob este enfoque, comparado ao modelo de um fator.

1.2 Principais contribuições

Considerando os objetivos apresentados, esta tese realiza uma revisão de literatura sobre modelos de apreçamento condicionais, de um ou múltiplos fatores, com ênfase nos modelos na forma espaço-estado estimados através do filtro de Kalman. Como contribuição principal da tese, uma modelagem mais geral para a dinâmica dos betas em modelos de múltiplos fatores é proposta, combinando processo estocástico e dependência em variáveis condicionantes, a partir de uma extensão do CAPM condicional de Adrian e Franzoni (2009). Também como relevante contribuição à literatura sobre o tema, são realizados inicialmente testes com séries sintéticas geradas artificialmente de forma a verificar o desempenho e precisão da estimação dos modelos em análise para diferentes valores dos parâmetros dos modelos relativos ao processo estocástico na dinâmica dos betas a partir da implementação de programa computacional. Desta forma, os resultados são apresentados de forma detalhada dando maior suporte aos procedimentos de estimação utilizados.

São apresentados, então, dois estudos empíricos, um no mercado brasileiro e outro no mercado norte-americano. De forma geral, os resultados ao se considerar a variação temporal das sensibilidades aos fatores são melhores do que os obtidos a partir dos modelos incondicionais correspondentes, no que se refere à redução proporcionada nos erros de apreçamento. A modelagem condicional é capaz de melhorar a capacidade explicativa dos modelos, ainda que de forma parcial, em ambos os casos.

No caso da aplicação empírica no mercado brasileiro, partindo do *Learning* CAPM proposto por Adrian e Franzoni (2009), são considerados modelos nos quais o beta segue diferentes processos estocásticos, sendo eles passeio aleatório e reversão à média, combinados ou não com a presença de variáveis condicionantes relativas ao ciclo econômico. O estudo é também uma contribuição desta tese à literatura, uma vez que complementa trabalhos sobre CAPM condicional no mercado brasileiro no estudo de efeitos valor e tamanho. Os modelos são estimados para carteiras construídas com base no valor de mercado e razão *book-to-market* (BM) das ações, características estas relacionadas às anomalias financeiras conhecidas como efeito tamanho e efeito valor, no período de 1999 a

2012. Observa-se, pelos resultados, que os modelos em que a dinâmica temporal de beta é descrita por um processo estocástico se ajustam melhor aos dados do que o modelo incondicional. Testes na forma de séries temporais indicam que o modelo de passeio aleatório quando combinado com variáveis condicionantes do ciclo econômico é capaz de reduzir erros de apreçamento, sendo o que apresenta melhor resultado dentre os modelos analisados. Entretanto, apesar da redução observada, os erros de apreçamento permanecem significativos. Testes na forma *cross-sectional* indicam que os modelos condicionais capturam a influência da variável BM, relacionada ao efeito valor, e identificam influência significativa de variável relativa a retornos passados.

No estudo apresentado para o mercado norte-americano, esta tese propõe a aplicação da extensão da modelagem de Adrian e Franzoni (2009) para um modelo de múltiplos fatores, sendo esta também uma contribuição do presente trabalho. As dinâmicas das sensibilidades dos retornos dos ativos em relação aos fatores de risco de Fama e French (1993) são tratadas como processos estocásticos, também de passeio aleatório ou reversão à média, combinados com variáveis condicionantes relativas ao ciclo econômico. São usadas carteiras construídas com base nas características de valor de mercado de razão BM. Ao ajustar o *Learning* CAPM de Adrian e Franzoni (2009), os resultados obtidos ratificam as conclusões dos autores, uma vez que o modelo é capaz de reduzir os erros de apreçamento de forma relevante comparado ao CAPM incondicional, no período de 1963 a 2012. Entretanto, os erros permanecem significativos para algumas carteiras, entre elas as de ações de menor tamanho e alto BM (*small value*). Quando os modelos de três fatores condicionais são ajustados, observa-se a variação dos betas no tempo, que se dá também de forma bem diferente para cada carteira. Comparando o desempenho relativo à capacidade preditiva dentro da amostra, observa-se superioridade dos modelos condicionais em comparação com o modelo incondicional, com destaque para o modelo condicional de três fatores considerando a evolução dos betas como reversão à média – apesar de não normalidade ainda presentes nos resíduos dos modelos ajustados. Considerando a análise dos erros de apreçamento no caso dos modelos condicionais de três fatores, a modelagem cuja dinâmica dos betas segue processo de passeio aleatório combinado com as variáveis condicionantes apresenta os melhores resultados de redução dos erros para a média das 25 carteiras em comparação com o modelo

incondicional, ainda que que esta redução seja menos relevante em termos absolutos comparada à observada por Adrian e Franzoni (2009) para o modelo de um fator. Analisando especificamente carteiras de ações de menor tamanho e maior valor, *small-value*, relacionadas aos efeitos tamanho e valor, observa-se que os erros de apreçamento perdem significância a partir dos modelos condicionais de três fatores em especial na modelagem por reversão à média quando incluídas variáveis condicionantes.

1.3

Organização da tese

Esta tese contém oito capítulos, sendo que o primeiro é este de introdução e o último traz as referências bibliográficas. Os outros estão organizados da seguinte forma. O Capítulo 2 apresenta uma revisão sobre o CAPM condicional e sobre modelos de fatores condicionais, considerando as diferentes abordagens propostas na literatura e aplicações nos mercados internacionais e no mercado brasileiro. O Capítulo 3 trata dos modelos na forma espaço-estado e da teoria envolvida para estimação utilizando o filtro de Kalman, com destaque para modelos de regressão com coeficientes variantes no tempo, base para a análise dos modelos tratados neste trabalho. O Capítulo 4 apresenta os modelos de fatores de apreçamento de ativos nos quais as sensibilidades aos fatores são consideradas dinâmicas, modeladas como processos estocásticos com e sem influência de variáveis condicionantes. São também apresentados estudos de simulação a partir de séries sintéticas. O Capítulo 5 apresenta a aplicação empírica do CAPM condicional no mercado brasileiro, e o Capítulo 6, a aplicação do modelo de três fatores condicional no mercado norte-americano. Finalmente, o Capítulo 7 traz as conclusões da tese.