

## 7 Conclusões

Tendo em vista diversos estudos contestando a validade do CAPM na sua forma incondicional, a pesquisa sobre modelos de apreçamento seguiu por diferentes linhas de estudo, incluindo modelos multifatores e modelos condicionais. Esta tese insere-se no contexto de modelos de apreçamento de ativos tratados de forma condicional, tendo como foco a dinâmica temporal das sensibilidades relacionadas aos fatores de risco, com o objetivo de verificar se estes modelos são capazes de melhor explicar o retorno das ações e reduzir erros de apreçamento relacionados a anomalias financeiras, tais como o efeito tamanho e o efeito valor.

A pesquisa propôs um estudo mais detalhado de modelos de fatores condicionais nos quais os betas são variantes no tempo, tendo como primeiro objetivo uma análise das possíveis modelagens presentes na literatura, considerando um ou mais fatores de risco. A variação temporal dos betas pode ser modelada de diversas maneiras, considerando dependência em variáveis condicionantes defasadas, modelos de volatilidade condicional, ou modelos na forma espaço-estado. No caso desta última abordagem, os betas evoluem como processo estocástico e são geralmente estimados a partir do filtro de Kalman, de forma que o coeficiente é ajustado a cada nova observação disponível dos retornos. Resultados de trabalhos como os de Faff et al. (2000), Mergner e Bulla (2008), Jostova e Philipov (2005), Mergner (2009) e Adrian e Franzoni (2009), utilizando este tipo de modelagem, apontam para melhor ajuste aos dados bem como melhor desempenho em testes de apreçamento quando comparados com outros modelos alternativos. Os modelos analisados nesta tese tiveram, então, como motivação, o estudo realizado por Adrian e Franzoni (2009), no qual a dinâmica temporal do beta no CAPM condicional é baseada em um processo estocástico auto-regressivo, caracterizando um processo de aprendizado, combinado com a influência de variáveis condicionantes defasadas. Os autores verificaram, para o mercado norte-americano, que os erros de apreçamento diminuem sensivelmente a partir desta modelagem.

Considerando a análise mais profunda desta última abordagem e o objetivo de avaliar o tratamento dos modelos de fatores na forma espaço-estado para

diferentes dinâmicas de evolução para os betas, o Capítulo 3 apresentou o embasamento teórico, com as principais informações sobre o uso do filtro de Kalman, bem como sua aplicação de forma mais específica a modelos de regressão com coeficientes variantes no tempo. No Capítulo 4, tais conceitos foram diretamente transpostos para modelos de fatores com betas variantes no tempo no contexto de Finanças, abordados de forma mais detalhada. Quatro variações do modelo, a partir do proposto por Adrian e Franzoni (2009), são analisadas. Os modelos envolvem um ou três fatores, combinados ou não com variáveis condicionantes relativas ao ciclo econômico. Além de variáveis observadas *proxy* da informação disponível, a modelagem através de um processo estocástico permite capturar a influência de variáveis não observadas diretamente e de características dos próprios valores passados de beta. Foram realizadas simulações a partir de séries sintéticas geradas para diferentes valores de hiperparâmetros envolvidos no modelo, incluindo parâmetros de variância, de persistência (relacionada à força de reversão) no processo de reversão à média dos betas e de dependência nas variáveis condicionantes consideradas também na evolução dos betas. O programa foi implementado em *Matlab* e os resultados da análise da precisão das estimativas dos hiperparâmetros são satisfatórios, dando suporte à escolha de valores iniciais e ao procedimento de inicialização do filtro de Kalman adotado para as estimações nas aplicações empíricas propostas.

Finalmente, nos Capítulos 5 e 6, foram propostas duas aplicações empíricas, no mercado brasileiro e no mercado norte-americano, de forma a analisar se os modelos são capazes de reduzir erros de apreçamento associados a anomalias de valor e tamanho. Constatou-se que, tanto para o CAPM condicional no mercado brasileiro, como para o modelo condicional de três fatores no mercado norte-americano, a variação temporal das sensibilidades aos fatores proporciona melhores resultados do que os obtidos a partir dos modelos incondicionais correspondentes no que se refere à redução proporcionada nos erros de apreçamento. Foi observado que a capacidade explicativa dos modelos na forma condicional melhora em comparação ao tratamento incondicional, ainda que parcialmente, em ambos os casos.

Para o mercado brasileiro, partindo do modelo de *Learning* CAPM proposto por Adrian e Franzoni (2009), o estudo realizado considerou dois diferentes processos estocásticos para a dinâmica de beta, sendo eles passeio aleatório e

reversão à média, combinados ou não com a presença de variáveis condicionantes defasadas. Os modelos foram estimados para carteiras ordenadas por valor de mercado e razão *book-to-market* (BM), características relacionadas às anomalias financeiras conhecidas como efeito tamanho e efeito valor. Os modelos em que a dinâmica temporal de beta é descrita por um processo estocástico se ajustaram melhor aos dados do que o modelo incondicional. Testes na forma de séries temporais indicaram que o modelo de passeio aleatório quando combinado com variáveis condicionantes do ciclo econômico foi capaz de reduzir erros de apreçamento, sendo o que apresentou melhor resultado dentre os modelos analisados. Entretanto, apesar da redução observada, os erros de apreçamento permaneceram significativos. Testes na forma *cross-sectional* indicaram que os modelos condicionais capturam a influência da variável BM, relacionada ao efeito valor, mas evidenciam influência significativa de uma variável relativa a retornos passados. A influência destas duas variáveis pode estar relacionada a um mesmo fator de risco comum faltante no modelo, que, mesmo na forma condicional, não consegue explicar os erros de apreçamento na sua totalidade.

Já no caso da aplicação empírica no mercado norte-americano, ratificando os bons resultados do CAPM condicional proposto por Adrian e Franzoni (2009) na análise de carteiras ordenadas por tamanho e BM, o presente estudo avaliou a extensão da modelagem para o caso de múltiplos fatores, em particular, o modelo condicional de três fatores de Fama e French (1993). Os resultados obtidos a partir do *Learning CAPM* confirmaram sua capacidade relevante de reduzir os erros de apreçamento comparado ao CAPM incondicional; entretanto, os erros permaneceram 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, a estimação dos modelos explicita a variação dos betas no tempo de forma bem diferente para cada carteira. Comparando o desempenho preditivo dos modelos dentro da amostra, foi observada superioridade do modelo cujos betas seguem processo de reversão à média, seguido pelo modelo cujo processo é de passeio aleatório, apesar de a análise de resíduos ainda indicar não-normalidade e heterocedasticidade. Comparando os erros de apreçamento dos modelos de três fatores condicionais com os observados a partir modelo incondicional, o modelo cuja dinâmica dos betas segue processo de passeio aleatório combinado com as variáveis condicionantes apresentou os melhores

resultados de redução de erros de apreçamento considerando a média das 25 carteiras, ainda que esta redução tenha sido menos relevante do que a observada no modelo condicional de um fator. Analisando especificamente carteiras de ações de menor tamanho e maior valor, *small-value*, relacionados 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.

Os resultados empíricos encontrados nesta tese complementam estudos tanto no mercado brasileiro como no mercado norte-americano acerca de modelos de apreçamento condicionais com betas variantes no tempo. Em ambos os casos, a modelagem proposta na forma espaço-estado proporcionou bons resultados, de modo que as séries estimadas dos betas, tratados de forma estocástica com influência de variáveis condicionantes, foram capazes de melhor capturar a exposição dos ativos aos fatores de risco ao longo do tempo.

Alguns caminhos de extensão desta pesquisa podem ser destacados como trabalhos futuros. Primeiramente, tendo em vista a não normalidade do diagnóstico de resíduos tanto na aplicação para carteiras no mercado brasileiro, quanto principalmente no mercado norte-americano, trabalhos futuros podem envolver o tratamento de *outliers* para redução da não normalidade dos resíduos, ou ainda, uma especificação diferente para a distribuição dos termos de distúrbios dos modelos. O tratamento de distúrbios não normais no contexto de modelos de espaço-estado pode se tornar bastante complexo, o que abre caminho para o uso de modelos alternativos como, por exemplo, modelos GAS (*generalized autoregressive score models*) introduzidos por Creal, Koopman e Lucas (2008).

Além disso, em ambos os casos, o estudo sobre as variáveis condicionantes a serem utilizadas pode ser aprofundado. Uma análise mais detalhada sobre as melhores variáveis condicionantes, especialmente no mercado brasileiro, pode também ser realizada, de forma a verificar se a capacidade explicativa do modelo condicional pode ser melhorada.

Especificamente ainda no caso brasileiro, apenas o modelo de um fator foi analisado e tendo em vista que os erros de apreçamento relacionados às carteiras de ações de maior BM e menor tamanho permaneceram significativos, a análise de modelos multifatores condicionais e estáticos em comparação com o modelo analisado é destaque para trabalhos futuros.

Uma extensão adicional no estudo do modelo proposto nesta tese se relaciona com a análise de suas implicações no contexto de Finanças Corporativas. Finalmente, o conceito de modelos na forma espaço-estado com coeficientes variantes no tempo estimado a partir do filtro de Kalman pode ser transposto para outras aplicações em Finanças, em Economia e outras áreas de estudo, de forma que as ferramentas apresentadas nesta tese podem ser utilizadas.