

8

Referências Bibliográficas

ARTZNER, P. et al. Coherent measures of risk. **Mathematical finance**, v. 9, n. 3, p. 203-228, 1999.

BRADLEY, S. P.; CRANE, D. B. A dynamic model for bond portfolio management. **Management Science**, v. 19, n. 2, p. 139-151, 1972.

CARIÑO, D. R.; ZIEMBA, W. T. Formulation of the Russell-Yasuda Kasai financial planning model. **Operations Research**, v. 46, n. 4, p. 433-449, 1998.

CARIÑO, D. R.; MYERS, D. H.; ZIEMBA, W. T. Concepts, technical issues, and uses of the Russell-Yasuda Kasai financial planning model. **Operations research**, v. 46, n. 4, p. 450-462, 1998.

CMN – CONSELHO MONETÁRIO NACIONAL. Resolução CMN nº 3.308, de 31 de agosto de 2005.

CNSP - CONSELHO NACIONAL DE SEGUROS PRIVADOS. Resolução CNSP nº 226, de 6 de dezembro de 2010a.

CNSP - CONSELHO NACIONAL DE SEGUROS PRIVADOS. Resolução CNSP nº 228, de 6 de dezembro de 2010b.

CNSP - CONSELHO NACIONAL DE SEGUROS PRIVADOS. Resolução CNSP nº 457, de 14 de dezembro de 2012.

CNSP - CONSELHO NACIONAL DE SEGUROS PRIVADOS. Resolução CNSP nº 300, de 16 de dezembro de 2013a.

CNSP - CONSELHO NACIONAL DE SEGUROS PRIVADOS. Resolução CNSP nº 302, de 16 de dezembro de 2013b.

CNSP - CONSELHO NACIONAL DE SEGUROS PRIVADOS. Resolução CNSP nº 281, de 30 de janeiro de 2013c.

CNSP - CONSELHO NACIONAL DE SEGUROS PRIVADOS. Resolução CNSP nº 280, de 30 de janeiro de 2013d.

CNSP - CONSELHO NACIONAL DE SEGUROS PRIVADOS. Resolução CNSP nº 283, de 30 de janeiro de 2013e.

DEMPSTER, M. A.; THOMPSON, R. T. Parallelization and aggregation of nested benders decomposition. **Annals of Operations Research**, v. 81, p. 163-188, 1998.

DELT, C. L. A dynamic model for asset liability management for defined benefit pension funds. **Worldwide asset and liability modeling**, v. 10, p. 1.1, 1998.

DIEBOLD, F. X.; LI, C.. Forecasting the term structure of government bond yields. **Journal of econometrics**, v. 130, n. 2, p. 337-364, 2006.

DUPAČOVÁ, J.; GRÖWE-KUSKA, N.; RÖMISCH, W.. Scenario reduction in stochastic programming. **Mathematical programming**, v. 95, n. 3, p. 493-511, 2003.

FRANKLIN JR, S. L. et al. A estrutura a termo de taxas de juros no Brasil: modelos, estimação e testes. **Economia Aplicada**, v. 16, n. 2, p. 255-290, 2012.

GÜLPINAR, N.; RUSTEM, B.; SETTERGREN, R. Simulation and optimization approaches to scenario tree generation. **Journal of economic dynamics and control**, v. 28, n. 7, p. 1291-1315, 2004.

GÜLPINAR, N.; PACHAMANOVA, D. A robust optimization approach to asset-liability management under time-varying investment opportunities. **Journal of Banking & Finance**, v. 37, n. 6, p. 2031-2041, 2013.

HEITSCH, H.; RÖMISCH, W. Scenario tree modeling for multistage stochastic programs. **Mathematical Programming**, v. 118, n. 2, p. 371-406, 2009.

HILLI, P. et al. A stochastic programming model for asset liability management of a Finnish pension company. **Annals of Operations Research**, v. 152, n. 1, p. 115-139, 2007.

JARQUE, C. M.; BERA, A. K. Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. **Economics letters**, v. 6, n. 3, p. 255-259, 1980.

JORION, P. A Nova Fonte de Referência para o Controle do Risco de Mercado—Value at Risk. **São Paulo: BM&F**, 1998.

KALLBERG, J. G.; WHITE, R. W.; ZIEMBA, W. T. Short term financial planning under uncertainty. **Management Science**, v. 28, n. 6, p. 670-682, 1982.

KOUWENBERG, R. Scenario generation and stochastic programming models for asset liability management. **European Journal of Operational Research**, v. 134, n. 2, p. 279-292, 2001.

LEE, R. D.; CARTER, L. R. Modeling and forecasting US mortality. **Journal of the American statistical association**, v. 87, n. 419, p. 659-671, 1992.

LJUNG, G. M.; BOX, G. E. On a measure of lack of fit in time series models. **Biometrika**, v. 65, n. 2, p. 297-303, 1978.

NELSON, C. R.; SIEGEL, A. F. Parsimonious modeling of yield curves. **Journal of business**, p. 473-489, 1987.

PFLUG, G. C.; PICHLER, A. A distance for multistage stochastic optimization models. **SIAM Journal on Optimization**, v. 22, n. 1, p. 1-23, 2012.

RISKMETRICS, T. M.. Technical document. **JP Morgan Inc., New York, NY**, 1996.

RUDLOFF, B.; STREET, A.; VALLADAO, D. Time consistency and risk averse dynamic decision models: Interpretation and practical consequences. **Internal Research Reports**, v. 17, 2011.

SANTOS, L. M. de O.; DUARTE, T. B. **O modelo de Lee-Carter e sua aplicação no cálculo de rendas previdenciárias e provisões**. Trabalho de conclusão de graduação, Instituto de Matemática e Estatística UERJ, 2009.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, p. 591-611, 1965.

SUSEP - SUPERINTENDÊNCIA DE SEGUROS PRIVADOS. Relatório de Monitoramento de Ativos do ano base 2012, de 28 de março de 2013a.

SUSEP - SUPERINTENDÊNCIA DE SEGUROS PRIVADOS. Circular SUSEP nº 462, de 31 de janeiro de 2013b.

SVENSSON, L. E. **Estimating and interpreting forward interest rates: Sweden 1992-1994**. National Bureau of Economic Research, 1994.

VALLADÃO, D. M. **Alocação Ótima e Medida de Risco de um ALM para Fundo de Pensão Via Programação Estocástica Multi-Estágio e Bootstrap**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Elétrica PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2008.

VALLADÃO, D. M.; VEIGA, A.; VEIGA, Geraldo. A multistage linear stochastic programming model for optimal corporate debt management. **European Journal of Operational Research**, v. 237, n. 1, p. 303-311, 2014.

HANEVELD, W. K. K.; STREUTKER, M. H.; VAN DER VLERK, M. H. An ALM model for pension funds using integrated chance constraints. **Annals of Operations Research**, v. 177, n. 1, p. 47-62, 2010..

VEIGA, A. Medidas de Risco de Equilíbrio em Fundos de Pensão. In: **Antonio M. Duarte Jr., Gyorgy Vargas. (Org.). Gestão de Riscos no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Financial Consultoria, v. 1, p. 645-666, 2003.

Apêndice A: Valores estimados e testes do modelo de previsão

Neste apêndice constam os valores estimados para o modelo Vetor Auto-Regressivo (VAR) com reversão à média utilizado na previsão dos valores dos fatores de risco, bem como os testes diagnósticos.

Os seguintes valores foram estimados utilizando-se as séries históricas detalhadas na seção 5.1:

$$\alpha = \begin{bmatrix} -0,108 & -0,321 & -3,183 & 0,110 & 0,794 & 1,353 & 0,279 & 0,174 \\ -0,043 & 0,811 & -0,036 & -0,005 & -0,303 & 0,118 & -0,023 & 0,032 \\ 0,005 & -0,043 & 0,334 & -0,004 & 0,123 & 0,237 & 0,099 & 0,007 \\ 0,367 & -0,155 & 7,384 & 0,033 & -7,541 & -2,521 & -0,916 & -0,936 \\ -0,050 & -0,042 & 0,066 & 0,012 & 0,090 & -0,069 & -0,049 & -0,017 \\ 0,001 & -0,046 & -0,148 & -0,006 & 0,268 & 1,060 & -0,010 & 0,046 \\ -0,111 & -0,320 & -1,203 & 0,033 & 1,362 & 0,664 & 1,025 & 0,142 \\ 0,224 & 0,804 & 0,853 & 0,020 & -1,606 & -1,052 & 0,180 & 0,425 \end{bmatrix}$$

$$\Sigma \times 10^{-3} = \begin{bmatrix} 0,423 & -0,057 & -0,006 & 1,170 & -0,002 & -0,024 & 0,021 & 0,021 \\ -0,057 & 0,095 & -0,005 & -0,128 & -0,002 & 0,003 & -0,003 & 0,000 \\ -0,006 & -0,005 & 0,002 & -0,075 & 0,001 & 0,003 & 0,006 & -0,007 \\ 1,170 & -0,128 & -0,075 & 16,471 & 0,019 & -0,235 & 0,048 & 0,239 \\ -0,002 & -0,002 & 0,001 & 0,019 & 0,025 & -0,001 & 0,007 & -0,009 \\ -0,024 & 0,003 & 0,003 & -0,235 & -0,001 & 0,019 & -0,005 & -0,009 \\ 0,021 & -0,003 & 0,006 & 0,048 & 0,007 & -0,005 & 0,155 & -0,120 \\ 0,021 & 0,000 & -0,007 & 0,239 & -0,009 & -0,009 & -0,120 & 0,356 \end{bmatrix}$$

Para verificar o ajuste do modelo foram realizados testes diagnósticos nos resíduos. Entre as hipóteses avaliadas destacam-se a hipótese nula de normalidade através dos testes de Jarque & Bera (1980) e Shapiro & Wilk (1965), e a hipótese nula de dependência serial nas séries dos resíduos (relação linear) e dos quadrados dos resíduos (relação não-linear) através do teste de Ljung & Box (1978). Verifica-se na tabela abaixo que para o nível de significância de 5% nenhuma hipótese foi rejeitada, com exceção ao teste de Ljung-Box para os quadrados dos resíduos do β_1 , o que fornece indícios de um bom ajuste para o modelo.

Tabela A.1 – Resultados dos testes de diagnóstico (p-valores)

| Séries | Normalidade | | Ljung-Box | |
|-------------------|-------------|--------------|-----------|-----------------------|
| | Jarque-Bera | Shapiro-Wilk | Resíduos | Resíduos ² |
| Δ PIB | 0.069 | 0.079 | 0.468 | 0.239 |
| Δ IGMI-C | 0.417 | 0.643 | 0.845 | 0.617 |
| CDI | 0.580 | 0.371 | 0.108 | 0.278 |
| Δ IBOVESPA | 0.388 | 0.312 | 0.499 | 0.229 |
| Δ IPCA | 0.645 | 0.619 | 0.732 | 0.951 |
| β_0 | 0.317 | 0.528 | 0.047 | 0.707 |
| β_1 | 0.605 | 0.198 | 0.227 | 0.002 |
| β_2 | 0.467 | 0.132 | 0.507 | 0.051 |