



**Giuliana Romani Rocha**

**Gerenciamento de Ativo e Passivo para  
Investidores Individuais**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Carlos Patrício Samanez

Co-orientador: Prof. Tara Keshar Nanda Baidya

Rio de Janeiro  
Setembro de 2012



**Giuliana Romani Rocha**

**Gerenciamento de Ativo e Passivo para Investidores Individuais**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Prof. Carlos Patrício Samanez**

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

**Prof. Tara Keshar Nanda Baidya**

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

**Prof. Fernando Antonio Lucena Aiube**

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio

**Prof. Paulo Henrique Soto Costa**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ

**Prof. José Eugenio Leal**

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 4 de Setembro de 2012

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

## Giuliana Romani Rocha

Graduou-se em Engenharia de Produção na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) em dezembro de 2009 e cursou pós-graduação em Engenharia de Produção com ênfase em Finanças Corporativas e Análise de Investimentos, também na PUC-Rio (2012). Participa do grupo de consultores da PAIS (*Petrochemical Automation and Integration Specialists*) que possui um projeto de consultoria com a Petrobras.

## Ficha Catalográfica

Rocha, Giuliana Romani

Gerenciamento de ativo e passivo para investidores individuais / Giuliana Romani Rocha ; orientador: Carlos Patrício Samanez ; co-orientador: Tara Keshar Nanda Baidya. – 2012.

91 f. : il. (color.) ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2012.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Gerenciamento de ativo e passivo. 3. ALM. 4. Otimização de portfólio. 5. Otimização estocástica. I. Baidya, Tara Keshar Nanda. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

## Agradecimentos

Ao meu orientador, professor Carlos Patrício Samanez, e ao meu co-orientador, professor Tara Baidya, por toda a paciência de ter me ajudado e orientado no decorrer do mestrado, pelas contribuições para a dissertação e pelos conselhos de vida.

Aos professores do departamento de engenharia industrial por toda a dedicação ao nosso ensino.

À PUC-Rio, por ser a melhor universidade do país. Devo toda minha formação acadêmica e profissional a ela.

À CAPES pela bolsa de estudos a mim concedida.

Aos amigos que fiz durante os anos do colégio, da graduação e, principalmente, aos amigos que fiz no mestrado em especial ao grupo de finanças, os quais me apoiaram em todos os momentos dessa jornada.

Ao Davi Michel Valladão pela ajuda técnica.

E finalmente, à minha família pelo apoio moral e financeiro.

## Resumo

ROMANI, Giuliana; SAMANEZ, Carlos Patrício. **Gerenciamento de Ativo e Passivo para Investidores Individuais**. Rio de Janeiro, 2012. 91p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Todos os investidores, indivíduos e instituições, possuem obrigações e objetivos financeiros futuros. Por esse motivo, devem tomar decisões de investimento que sirvam a tais propósitos, considerando os riscos a que estão sujeitos. Com a finalidade de auxiliar o processo decisório, pode-se lançar mão de políticas de investimento ótimo, como a Gerência de Ativos e Passivos (*Asset and Liability Management - ALM*), objeto do presente estudo. O ALM é uma forma de combinar os ativos e passivos dos investidores, buscando alcançar as suas finalidades em termos financeiros. No que se refere aos investidores individuais, tema abordado neste trabalho, os supracitados objetivos podem corresponder, por exemplo, à aposentadoria almejada, bem como aos gastos com a educação dos filhos. Sendo assim, o presente estudo propõe apresentar uma metodologia de otimização sob incerteza, por meio da utilização de programação estocástica e técnicas de otimização de portfólio, aplicadas ao problema de gerenciamento de ativos e passivos de um investidor individual. O estudo tem como enfoque um modelo de programação linear multiperíodo, desenvolvido por Consiglio, Cocco e Zenios (2002), o qual maximiza a riqueza esperada do investidor no final do horizonte de planejamento, dado o nível de tolerância ao risco do indivíduo. Esse modelo será validado através da variação dos níveis de aversão ao risco do investidor, dos horizontes de planejamento e do retorno alvo desejado pelo investidor para ser alcançado no período final.

## Palavras-Chave

Gerenciamento de ativo e passivo; ALM; otimização de portfólio; otimização estocástica.

## **Abstract**

ROMANI, Giuliana; SAMANEZ, Carlos Patrício (Advisor). **Asset and Liability Management for Individual Investors**. Rio de Janeiro, 2012. 91p. MSc. Dissertation – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

All investors, individuals and institutions, have obligations and financial future goals. For this reason, they should make investment decisions that serve this purpose considering the risks they face. To assist in making decisions, it is possible to use the optimal investment policies, as the Asset and Liability Management, object of this work. The ALM, as is known, is a way to combine the assets and liabilities of investors seeking to achieve their goals in financial terms. In the case of individuals investors these goals can be seen as the individual's retirement and children's tuition. The present work proposes a methodology for optimization under uncertainty, employing both stochastic programming and portfolio optimization techniques, applied to the problem of managing assets and liabilities for an individual investor. The study is focused on a multi-period linear programming model developed by Consiglio, Cocco and Zenios (2002), which maximizes the expected wealth of the investor at the end of the planning horizon, given the individual's risk tolerance level. This model will be validated through the variation of the risk aversion level, the planning horizons and the target return that should be achieved on the final period.

## **Keywords**

Asset and Liability Management; ALM; portfolio optimization; stochastic optimization.

## Sumário

<b>1. Introdução</b>	<b>12</b>
1.1. O Contexto da Pesquisa	12
1.2. Objetivo da Dissertação	14
1.3. Organização do Trabalho	15
<b>2. Otimização de Portfolio</b>	<b>16</b>
2.1. Análise de Média-Variância	16
2.1.1. Análise de Média-Variância	16
2.1.2. Modelos de Fatores	21
<b>3. Otimização sob Incerteza</b>	<b>25</b>
3.1. Programação Estocástica	25
3.2. Otimização de Cenários	27
<b>4. Otimização de Portfolio para Planejamento Financeiro de um Indivíduo</b>	<b>32</b>
4.1. Estratégia Lockbox para Aposentados – Sharpe, Scott e Watson	33
4.2. Personal Financial Tool System – Consiglio, Cocco e Zenios	34
<b>5. Formulação Matemática do Modelo</b>	<b>38</b>
5.1. Descrição do Problema	38
<b>6. Geração de Cenários</b>	<b>48</b>
6.1. Parâmetros Estocásticos	48
6.2. Construção de Cenários	51
6.2.1. Método Proposto	53
<b>7. Resultados</b>	<b>54</b>
<b>8. Conclusão</b>	<b>65</b>
<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>68</b>
<b>Anexo 1</b>	<b>75</b>

<b>Anexo 2</b>	<b>79</b>
<b>Anexo 3</b>	<b>84</b>
<b>Anexo 4</b>	<b>90</b>



## Lista de Figuras

Figura 1 – Curva gerada representando os portfólios encontrados com retorno esperado ( $\mu$ ).	18
Figura 2 – Fronteira Eficiente gerada quando um ativo livre de risco está disponível.	19
Figura 3 – A Linha de Mercado de Capitais (LMC) e fronteira eficiente.	20
Figura 4 – Requerimentos para o sistema de planejamento de finanças pessoais. Fonte: <i>Personal Financial Planning</i> , Consiglio, Cocco e Zenios, 2007.	34
Figura 5 - Análise da probabilidade de sucesso em alcançar os objetivos financeiros do investidor. Fonte: <i>www.Personal_Asset_Allocation</i> , Consiglio, Cocco e Zenios, 2002.	36
Figura 6 - Árvore de decisão para horizonte de planejamento de 5 anos.	52
Figura 7 - Média e desvio-padrão dos ativos estudados.	55
Figura 8 – Fronteira Eficiente do Modelo.	56
Figura 9 – Alocação de ativos com diferentes níveis de aversão ao risco (crescente).	57
Figura 10 – Alocação dos ativos com retorno-alvo ( $g$ ) variando.	58
Figura 11 – Alocação dos ativos para diferentes horizontes de planejamento.	58
Figura 12 – Probabilidade de sucesso.	61
Figura 13 – Probabilidade de sucesso dado diferentes níveis de aversão ao risco.	61
Figura 14 – Probabilidade de sucesso do modelo para diferentes retornos alvo.	62
Figura 15 – Percentis para diferentes níveis de retorno alvo.	64
Figura 16 - Exemplo de árvore binomial.	80
Figura 17 - Exemplo de árvore binomial com o valor da opção.	81

Figura 18 – Histograma e estatísticas da série histórica dos retornos da Ibovespa.	87
Figura 19 – Histograma e estatísticas da série histórica dos retornos do dólar.	88
Figura 20 – Histograma e estatísticas das séries históricas do CDI.	88

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Conjunto de ativos utilizados.	55
Tabela 2 – Estatística BDS para retornos anuais das classes dos ativos sobre o período de Janeiro de 1995 a Dezembro de 2011. Testou-se a hipótese de que as séries são independentes.	85