EDER OLIVEIRA ABENSUR

**EXPERIMENTAÇÃO E TESTES PARA O
DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS
FINANCEIROS**

Tese de Doutorado apresentada à
Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo para obtenção do título
de Doutor em Engenharia de
Produção

São Paulo
2006

EDER OLIVEIRA ABENSUR

**EXPERIMENTAÇÃO E TESTES PARA O
DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS
FINANCEIROS**

Tese de Doutorado apresentada à
Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo para obtenção do título
de Doutor em Engenharia de
Produção

Área de Concentração:
Engenharia de Produção

Orientador:
Prof. Israel Brunstein

São Paulo
2006

O vento sopra onde quer, você ouve o barulho, mas não sabe de onde ele vem, nem para onde vai. Acontece a mesma coisa com quem nasceu do Espírito. Não sabemos de onde ele vem, nem para onde vai, mas ele existe.

(Evangelho de São João 3,1-8)

A transitoriedade de nossa vida. Como passa rápido e como logo chegamos ao nosso último dia. O tempo passa inexoravelmente. Quando cometemos erros não podemos voltar os ponteiros do relógio para tentar outra vez. A única coisa que podemos fazer é usar bem o presente. Então, quando nosso último dia chegar, poderemos olhar para trás e ver que vivemos vidas plenas, produtivas e significativas, o que nos trará algum conforto.

(Sua Santidade, o Dalai Lama)

*Assim foi a passagem de minha mãe, **Presalina de Oliveira Abensur**, por esta dimensão. Apesar de suas limitações de saúde, ela sempre enxergou os problemas alheios como sendo maiores do que os seus e fez da solidariedade o seu caminho de paz e felicidade. Este trabalho é dedicado à sua memória.*

AGRADECIMENTOS

Ao Centro Tecnológico da General Motors do Brasil, nas pessoas dos senhores Fernando A. Bartuccio e Gabriel Gueler, pela oportunidade e acesso ao departamento de experimentação virtual e ao senhor Roberto Pereira Ramos pelas explicações e revisão técnica do texto.

Ao Laboratório de Tecnologia Submarina da Universidade Federal do Rio de Janeiro, nas figuras dos senhores Segen F. Estefen e Carlos de Souza Almeida pela receptividade e atenção concedida, e ao senhor Fábio Nascimento, pelos esclarecimentos e revisão técnica do trabalho.

Ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas (I.P.T.), na pessoa do senhor Sérgio da Silva, pelos esclarecimentos sobre a experimentação no canal de ondas e pela revisão técnica do texto.

Ao professor Dr. Kazuo Nishimoto do departamento de Engenharia Naval da Escola Politécnica da USP, pelas explicações sobre o Tanque de Provas Numérico.

Aos senhores Marcos L. Callis, Jorge Yoshio Misumi, Carlos Roberto Parenti, Marcelo Bragagnolo Bonini, Gerson Locatelli, Vagner Luis Guarda e Júlio Matheus Jr., pelos esclarecimentos sobre o processo de desenvolvimento de fundos de investimento do mercado financeiro brasileiro e pelas sugestões que tornaram possíveis as simulações sobre os dados do mercado brasileiro de fundos de investimento.

Aos professores Dr. Paulo Tromboni de Souza Nascimento e Dr. Abraham Sin Oih Yu, pelas valiosas observações sobre o tema de pesquisa.

Ao professor Dr. Adalberto Américo Fischmann, pelo apoio e sugestões para o refinamento do trabalho.

Ao meu orientador professor Dr. Israel Brunstein, pelo apoio em meu desenvolvimento acadêmico.

À professora Dra. Linda Lee Ho, pelas sugestões e pela avaliação do tratamento estatístico realizado.

Ao Laboratório de Finanças da FIA/FEA-USP, pelo fornecimento da movimentação diária de fundos de investimento extraídos do sistema ANBID.

Ao senhor Luiz Carlos Aranha de Lucena, pela cessão do *software* Microsoft Visio para elaboração de fluxogramas.

A Flausino Lucas Neves Spindola do Instituto de Matemática e Estatística da USP, pela revisão do cálculo diferencial utilizado neste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (C.N.P.q.), pelo suporte financeiro e apoio para realização desta pesquisa.

À professora Dayane Cristina Pal, pela revisão de português do trabalho.

A todos que, de alguma forma, ajudaram na realização desta Tese.

RESUMO

A experimentação e testes com o uso de protótipos físicos ou simulação em computadores é uma prática utilizada para o desenvolvimento de diversos produtos industriais. As indústrias aeronáutica, automobilística, mecânica, naval, petrolífera e microeletrônica, entre outras, há muito empregam uma ou ambas as técnicas citadas. No entanto, inexistem referências ou estudos sobre a aplicação prática e conceitual desse assunto dentro do ambiente bancário mundial. O propósito desta pesquisa é descrever e interpretar os modos de experimentação empregados atualmente para a formação de fundos de investimento no mercado financeiro brasileiro e propor novos procedimentos para o seu desenvolvimento em analogia ao processo industrial. A metodologia proposta foi demonstrada com a utilização de dados reais levantados durante quatro anos no mercado financeiro para o desenvolvimento de um fundo aberto referenciado DI fictício simulados com o auxílio de técnicas de Dinâmica de Sistemas e de Inteligência Artificial. Os resultados reforçam as possibilidades de analogia entre o desenvolvimento de produtos industriais tangíveis e serviços intangíveis, quebrando paradigmas e propondo novos conceitos sob uma ótica renovadora para o desenvolvimento de produtos financeiros. O problema de otimização apresentado representa um novo campo de aplicação para o uso integrado de Dinâmica de Sistemas com algoritmos inteligentes, sendo que os algoritmos genéticos provaram ser uma ferramenta de suporte à decisão adequada para um ambiente competitivo e globalizado.

ABSTRACT

Experimentation and tests using physical prototypes or computer simulation are practices used in the development of various industrial products. The aeronautical, automobile, mechanical, naval, petroleum and micro-electronics industries have been using one or both of the mentioned techniques for a very long time. However, this issue has not been studied in detail in the banking area. The aim of this research is to describe and interpret the experimentation modes currently used in the Brazilian financial market in order to propose new procedures to develop investment funds akin to the industrial process. The proposed methodology was tested using 4 years of real data of the Brazilian financial market in order to develop a fictional investment fund based on Dynamic Systems and Artificial Intelligence (genetic algorithms) simulation principles. The results strengthen the possible analogy between the development of tangible industrial products and intangible services and propose new concepts according to an innovative development methodology for financial products. The related optimization problem represents a new field of application for Dynamic Systems combined with intelligent algorithms and, particularly, the Genetic Algorithms (GA) based model provided an efficient decision-making tool to be used in a competitive and globalized environment.

SUMÁRIO

Lista de figuras

Lista de tabelas

Lista de siglas

Lista de símbolos

1.INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivos	9
1.2. Síntese	10
2.METODOLOGIA DE PESQUISA.....	12
2.1. Método de Pesquisa Utilizado.....	13
2.2. Coleta e Análise de Dados	16
3.EXPERIMENTAÇÃO E TESTES NA INDÚSTRIA.....	20
3.1. Experimentação e Testes no Desenvolvimento de Novos Produtos Industriais ..	21
3.2. A Indústria Automobilística.....	24
3.3. A Indústria Petrolífera.....	33
3.4. Conclusão.....	40
4.ANÁLISE DO MERCADO DE FUNDOS DE INVESTIMENTO.....	43
4.1. O Mercado Brasileiro de Fundos de Investimento.....	44
4.1.1. Legislação	45
4.1.2. Estrutura e Classificação.....	49
4.1.3. Regulamentação Bancária.....	53
4.2. O Processo de Desenvolvimento de Fundos de Investimento	58
4.3. Conclusão	67
5.PROPOSTA DE EXPERIMENTAÇÃO E TESTES.....	71
5.1. Análise dos Fatores Potenciais de Falhas.	75
5.2. Caracterização dos Testes Propostos	80
6.METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE UM FUNDO DE INVESTIMENTO	84
7.METAHEURÍSTICAS	90
7.1. Aplicações Metaheurísticas em Decisões Financeiras.....	93
7.2. O Problema do Desenho de Produtos com Múltiplos Atributos.....	96
7.3. Algoritmos Genéticos	98
8.DEMONSTRAÇÃO DO MODELO PROPOSTO.....	102
8.1. Introdução	103
8.2. Simulador de Produto.....	110
8.3. Resumo do Modelo	122
8.4. Simulador de Mercado	125

8.5. Resultados	127
9.CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO.....	133
Anexo A - Questionário Aplicado aos Gestores de Fundos de Investimento	140
Anexo B – Movimentação Diária	142
Anexo C – Fluxos de Captação Diária do Fundo de Referência	150
Referências.....	154
Apêndices	

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura</i>	<i>Discriminação</i>	<i>Página</i>
3.1	O ciclo de experimentação e testes	26
3.2	Ciclo hipotético de testes realizados para uma plataforma marinha	34
3.3	Protótipo de plataforma petrolífera para ensaios básicos	35
3.4	Canal de ondas	36
3.5	Tanque de provas com gerador de ondas	38
3.6	Protótipo de plataforma <i>offshore</i> para teste hidrodinâmico	39
4.1	Fluxo ideal do processo de DNP do banco 1	60
4.2	Fluxo ideal do processo de DNP do banco 2	63
4.3	Fluxo ideal do processo de DNP do banco 3	66
5.1	Fluxo operacional simplificado da gestão de fundos de investimento	76
5.2	Árvore de falhas potenciais para aplicações e resgates de cotas	77
5.3	Árvore de falhas potenciais para baixa rentabilidade do fundo	78
6.1	Método para Testes de Desenvolvimento de um novo Fundo	89
7.1	Modelo Básico de um Algoritmo Genético	101
8.1	Diagrama Causal para o Sistema Analisado	104
8.2	Função objetivo para duas variáveis	109
8.3	Evolução percentual da captação líquida do fundo usado para teste	112
8.4	Evolução dos Patrimônios Líquidos por Cenário	132

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela</i>	<i>Discriminação</i>	<i>Página</i>
1.1	Resumo comparativo entre as pesquisas sobre DNP	8
1.2	Composição do mercado brasileiro de fundos	10
2.1	Unidades de pesquisa	16
2.2	Especificações dos fundos selecionados	19
3.1	Fases da Experimentação Virtual da GMB	27
3.2	Comparação entre o DNP feito com uso de experimentação virtual e o processo convencional	32
4.1	Participação dos 10 maiores administradores de recursos no mercado brasileiro	52
4.2	Composição do mercado brasileiro de fundos	52
4.3	Variáveis para especificação de fundos de investimento	67
5.1	Amplitude dos valores nominais das características funcionais de fundos de investimento DI oferecidos pela Internet	83
7.1	Aplicações metaheurísticas em decisões financeiras	95
8.1	Demonstração do Resultado do Exercício de um Fundo de Investimento	117
8.2	Resumo das fontes, premissas e valores dos parâmetros	124
8.3	Melhores Resultados Encontrados pela Metaheurística Genética	128
8.4	Planilha de Simulação do Cenário A	131

LISTA DE SIGLAS

<i>Sigla</i>	<i>Discriminação</i>	<i>Página</i>
ANBID	Associação Nacional dos Bancos de Investimento	16
AG	Algoritmo Genético	91
BACEN	Banco Central do Brasil	17
BB	Banco do Brasil	19
C.D.B.	Certificado de Depósito Bancário	50
C.D.I.	Certificado de Depósito Interbancário	50
C.E.F.	Caixa Econômica Federal	19
CETIP	Central de Custódia e Liquidação de Títulos	50
C.M.N.	Conselho Monetário Nacional	49
C.V.M.	Comissão de Valores Mobiliários	46
Euro NCAP	<i>European New Car Assessment Programme</i>	29
FAC	Fundo de aplicação em cotas	47
GMB	General Motors do Brasil	24
IGPM	Índice Geral de Preços de Mercado	58
IIHS	<i>Insurance Institute for Highway Safety</i>	28
LS-DYNAD3D	<i>Software</i> para simulação de colisões em escala tridimensional	25
NASTRAN	<i>Software</i> para simulação em escala linear	25
SELIC	Serviço especial de liquidação e custódia	50
T.N.	Tesouro Nacional	49

LISTA DE SÍMBOLOS

<i>Símbolo</i>	<i>Discriminação</i>
Ca	Bônus da carência
d_c	Prazo de conversão
d_{ca}	Prazo de carência
d_r	Prazo máximo de resgate
d_u	Dias úteis
i_b	Taxa do indicador de referência
IR	Alíquota do imposto de renda
M_C	Meta de captação
m_i	Captação líquida na data i
M_L	Meta de lucro
M_R	Meta de risco para o gestor
M_V	Meta de rentabilidade do investidor
P_0	Patrimônio líquido inicial
P_{min}	Patrimônio líquido mínimo
R_p	Rentabilidade projetada do fundo
Ta_{max}	Taxa de administração máxima
tp_{max}	Taxa fixa de performance máxima praticada
x_1	Patrimônio líquido inicial
x_2	Taxa de administração
x_3	Prazo máximo de resgate
W	Investimento
α	Fator multiplicativo para o nível de confiança adotado
μ	Média
σ	Desvio-padrão
Σ	Somatória
Π	Produtória

capítulo 1

INTRODUÇÃO

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

“Os princípios instaurados no interior da fábrica são completamente novos em relação ao trabalho agrícola ou artesanal. E são tão fortes que, embora formulados para a oficina, serão em seguida aplicados também nos escritórios e, aos poucos, em todos os setores da sociedade”

Domenico De Masi¹

A atividade de projeto foi, durante muito tempo, praticada individualmente ou, em alguns casos, por pequenos grupos. Isso era comum antes da chamada Revolução Industrial (FERROLI et al., 2000). “Antes da Revolução Industrial o artesão era o profissional que criava e executava, ao mesmo tempo, todas as tarefas do processo de desenvolvimento e confecção de um produto” (MORAES, 1997).

A revolução industrial iniciada em 1776 proporcionou um salto de época com a utilização de novas fontes energéticas, como o carvão, entre 1780 a 1860, e a eletricidade, entre 1860 e 1914, novas formas de divisão do poder com o surgimento da classe operária e novas formas de organização do trabalho. Os artesãos e proprietários de oficinas, que não estavam em condições financeiras de adquirir máquinas e mecanizar sua produção, foram forçados a reunir-se sob um mesmo galpão de trabalho sob o comando de um único chefe. A fase de trabalho artesanal personalizado e de um ciclo gerencial marcado pela compra e estocagem de mercadorias dava lugar à produção em massa, mecanizada e de transformação de matérias-primas em produtos finais, realizada em um novo ambiente organizacional: a fábrica.

¹ O Ócio Criativo (2000).

A partir da Segunda Revolução Industrial (1860-1914), propagaram-se os conceitos de Taylor². Com isso, os aspectos referentes a tempos e movimentos dos operadores das linhas de produção, os cuidados com os projetos de estamparia para reduzir as sobras das chapas de aço, o desenvolvimento da hidrodinâmica, da pneumática, da eletricidade etc. aumentaram ainda mais a responsabilidade e o grau de conhecimento necessários aos projetistas. No entanto, os projetos ainda continuavam a ser realizados por poucos indivíduos, muitas vezes trabalhando componentes isolados de um mesmo produto (FERROLI et al., 2000).

Ao longo do tempo, os sistemas produtivos foram-se adaptando às mudanças ambientais. As plataformas produtivas passivas e de pequena variedade de produtos ajustavam-se a um ambiente plácido com pressões circunstanciais; depois, essas plataformas evoluíram até as atuais, com larga variedade de linhas de produtos e flexíveis às exigências de um ambiente turbulento com pressões múltiplas. Paralelamente, as estratégias de manufatura foram acumulando competências iniciadas com um foco excessivo sobre os custos de produção, passando para um segundo estágio com preocupação sobre qualidade. O terceiro estágio enfatiza a competição baseada no tempo e na flexibilidade para, finalmente, chegar à quarta fase, que prioriza a inovação como diferencial competitivo.

O complexo processo de desenvolvimento de novos produtos (DNP), que reúne atualmente um grande número de pessoas com diferentes habilidades e recursos, torna-se o centro das atenções do campo de batalha empresarial como fator de sobrevivência e renovação, subordinado, a partir dos anos 80 no século XX, a três novos vetores de força: a intensa competição internacional, a criação de mercados fragmentados compostos por clientes cada vez mais sofisticados e a diversidade de transformações tecnológicas.

² Frederick Winslow Taylor (1856–1915) autor de “The principles of scientific management” (1911), precursor da Administração Científica.

O DNP muda a relação entre produtores e consumidores e passa a integrar a cadeia produtiva que evolui de uma visão de fluxo de materiais entre seus participantes (Fornecedores, Produtor, Distribuidor e Consumidor) para uma perspectiva de fluxo de informações (DNP, Produção, Marketing, Consumidor) (CLARK; FUJIMOTO, 1991).

A revolução industrial disseminou um incontável contingente de produtos e processos produtivos que se foram alastrando pelo mundo em ondas de acordo com os interesses das nações colonizadoras e conforme a evolução histórica das relações entre os países detentores do capital industrial e as nações colonizadas. As diferenças de estágios de evolução tecnológica, características socioeconômicas, aspectos culturais e a enorme diversidade de indústrias refletem algumas das razões que justificam a existência de diferenças no desenvolvimento de um produto a ser executado. Por isso, entende-se a dificuldade em elaborar-se uma metodologia única para a compreensão de como a idéia de um produto surge, se desenvolve e é gerenciada pela empresa. Entretanto, é possível destacar algumas perspectivas recentes e distintas sobre a abordagem do desenvolvimento de novos produtos industriais que servem como introdução para os propósitos desta pesquisa.

A escolha dessas perspectivas são justificadas pelos seguintes aspectos:

- a) são obras consagradas na literatura científica;
- b) apresentam óticas conceituais distintas sobre o ciclo de desenvolvimento de novos produtos;
- c) mostram abordagens divergentes sobre a importância da experimentação e testes no desenvolvimento de novos produtos;
- d) tratam de diferentes indústrias e ambientes de desenvolvimento de novos produtos;
- e) são didáticas e de fácil compreensão sobre o ciclo de desenvolvimento de novos produtos.

COOPER (1983) definiu o processo de desenvolvimento de novos produtos industriais dividindo-o em sete estágios: idéia, avaliação preliminar, concepção,

desenvolvimento, teste, julgamento e lançamento. De acordo com a sua ótica, a partir da idéia, que é definida como o resultado do encontro entre as possibilidades tecnológicas e da demanda de mercado, o processo flui sequencialmente, passando por uma rápida avaliação das chances de mercado e, em seguida, por uma definição do produto e de seus segmentos mercadológicos, pelo desenvolvimento de um protótipo do produto, pela validação do protótipo do produto e de suas necessidades de engenharia, por um teste comercial preliminar e, finalmente, pelo lançamento. Apesar de descrever o conteúdo de cada etapa do processo, ainda assim, há uma grande distância entre a proposta teórica e sua operacionalização prática. No entanto, a visibilidade sequencial do processo é uma ferramenta gerencial útil contra a eliminação de etapas cruciais para o desenvolvimento do produto.

CLARK; FUJIMOTO (1991) mostram as raízes históricas, a evolução, os componentes e as tendências do Desenvolvimento de Novos Produtos na Indústria Automobilística. Por analogia e interpretação das transformações ocorridas e em curso na Indústria Automobilística, este trabalho contribui para a compreensão do processo de Desenvolvimento de Novos Produtos em outras indústrias submetidas às pressões da competição internacional. Conforme detalhado por CONSONI; CARVALHO (2002) e FERREIRA; TOLEDO (2001) sobre o estudo de CLARK; FUJIMOTO (1991), o Desenvolvimento de Novos Produtos é composto por cinco etapas principais:

- ✓ **Conceito do produto** é o estágio em que se procura definir, simular e analisar os objetivos dos consumidores, as possibilidades tecnológicas disponíveis e a viabilidade econômica, elementos que devem ser conjugados e traduzidos em uma descrição do produto a ser desenvolvido.
- ✓ **Planejamento do produto** é a fase em que são especificados os custos e as metas de desempenho, a escolha dos componentes, o estilo e o *layout* do veículo.
- ✓ **Engenharia do produto** busca fazer o detalhamento do projeto do veículo em termos de engenharia. Compreende três ciclos: projeto, fabricação e testes.

- ✓ **Engenharia do processo** é a etapa em que se estabelece a relação entre o produto e a fábrica.
- ✓ **Produção piloto** simula as condições normais de operação da fábrica, de forma a produzir os primeiros exemplares do produto para teste e realizar os acertos finais no processo de fabricação.

O estudo também contribui para a compreensão sobre as métricas de desempenho da atividade de desenvolvimento de produto como suporte gerencial para o controle do processo. O *lead time* (lapso de tempo necessário para a reposição de materiais), a qualidade e a produtividade são definidos como os principais parâmetros de avaliação. A partir deles é possível montar estratégias específicas, como a de minimização do *lead time* por meio da sobreposição das atividades de desenvolvimento, também conhecida como *concurrent design*. A prototipação mecânica (protótipo físico) ou virtual (por modelagem matemática) posiciona-se nas fases de Planejamento e Engenharia do Produto, assumindo um papel de integração de conhecimento e informação entre os inúmeros departamentos e funções envolvidos no DNP.

IANSTITI (1995) questiona o método tradicional e seqüencial de desenvolvimento de novos produtos a partir da identificação dos direcionadores relevantes para o desempenho do DNP em ambientes de incerteza tecnológica, como na indústria de supercomputadores. Verificou-se que projetos flexíveis que permitem o adiamento da fase conceitual (definição do produto) até perto da sua implementação atingiam maior eficiência do que os que congelavam antecipadamente essa fase. Essa flexibilidade é obtida pela gestão da sobreposição das atividades ou pela *concurrent engineering*. A etapa de testes e experimentação é essencial na flexibilidade do DNP desta indústria, pois propicia mudanças no produto por meio de rápidas iterações simuladas em computador.

KRISHNAN;ULRICH (2001) rompem a abordagem funcional clássica segmentada em Marketing, Projetos e Operações do desenvolvimento de novos

produtos para uma perspectiva baseada num processo de tomada de decisões, formuladas em forma de perguntas, sem distinção funcional e agrupadas em:

- ✓ **Desenvolvimento do conceito** – define, além das especificações do produto, a sua configuração básica, o seu ciclo de vida e o suporte pós-venda.
- ✓ **Desenho da cadeia de suprimentos** - abrange o fluxo de materiais internos e externos, bem como o suprimento de propriedade intelectual e serviços para a empresa.
- ✓ **Desenho do produto** - descrito como a fase de detalhamento dos parâmetros do projeto, determinação das relações de precedência, seqüência de montagem e descrição dos componentes.
- ✓ **Testes de desempenho e validação** - são as decisões sobre o desenho dos protótipos, sua validação, ajustes e fabricação.
- ✓ **Lançamento e *ramp-up*** - grupo de decisões relativas aos testes mercadológicos, seqüência de produtos a ser introduzidos no mercado, cronograma de lançamento, comunicação e coordenação de produção.

Desde o começo da era industrial, uma grande parte do esforço científico vem sendo dedicada à compreensão e investigação das relações de causa e efeito ocorridas no chão de fábrica e os resultados obtidos dessas observações foram gradativamente repassados para outros setores da economia. Apesar disso, ainda há várias áreas a serem desenvolvidas e exploradas em vários ramos da ciência quando mudamos do referencial industrial para o de serviços. A tabela 1.1 a seguir resume as características das abordagens de DNP citadas.

Tabela 1.1– Resumo comparativo entre as pesquisas sobre DNP

Autores	Abordagem do DNP	Foco da Pesquisa	Fases do DNP	Papel da
				Experimentação e Testes no DNP
Cooper (1983)	• Genérica	• Modelo genérico	• Idéia	• Igual às demais fases
	• Processo seqüencial de decisão	• Ferramenta gerencial	• Avaliação preliminar • Conceito • Desenvolvimento • Teste • Julgamento • Lançamento	
Clark; Fujimoto (1991)	• Específica sobre a ind. automobilística	• Análise estrutural do DNP	• Conceito	• Integradora • Essencial
	• Coordenação da sobreposição de atividades	• Desempenho	• Planejamento • Engenharia do produto • Engenharia do processo • Produção piloto	
Iansiti (1995)	• Específica sobre a ind. supercomputadores	• Flexibilidade do DNP	• Desenvolvimento do conceito	• Essencial
	• Gestão da sobreposição	• Adiamento da fase conceitual	• Implementação	
Krishnan ; Ulrich (2001)	• Genérica	• Estado da arte sobre produção científica sobre DNP	• Desenvolvimento do conceito	• Igual às demais fases
	• Processo decisório	• Enfoque sobre tipos de decisões no DNP	• Desenho da cadeia de suprimentos • Desenho do produto • Testes de desempenho e validação • Lançamento	

Fonte: Elaborado pelo autor

1.1 – Objetivos

A despeito da importância do setor de serviços, que desde meados do século XX tornou-se o setor econômico dominante das economias desenvolvidas conforme sua participação no produto interno bruto (PIB), há uma escassez de trabalhos científicos sobre o Desenvolvimento de Novos Serviços (DNS) (EASINGWOOD, 1986; De BRENTANI, 1989, 1991; MENDES, 1999). Essa deficiência amplifica-se quando analisamos o tema de Desenvolvimento de Novos Produtos e Serviços embutido na gerência de operações brasileiras (ARKADER, 2003).

O intuito deste trabalho é contribuir com o processo de Desenvolvimento de Novos Produtos Financeiros, especificamente novos fundos de investimento, por meio da integração conceitual e metodológica com o processo de Desenvolvimento de Novos Produtos Industriais. Não só o tema, mas também, e principalmente, a prática empresarial dos bancos, têm mostrado que esta é uma questão de grande interesse e preocupação tanto por parte dos gestores financeiros como por parte dos investidores. Em particular, será dada ênfase à etapa de experimentação e testes praticados para o desenvolvimento de fundos abertos referenciados DI (os cotistas podem solicitar, a qualquer tempo, resgates de suas quotas de fundos cuja rentabilidade está atrelada à variação do CDI).

Por essa analogia pretende-se, ao longo da pesquisa, responder às seguintes questões:

- a) Como é feito atualmente o Desenvolvimento de Novos Fundos de Investimento no mercado brasileiro?
- b) Quais são as técnicas de experimentação atualmente praticadas pelos administradores de recursos de terceiros dos bancos sediados no Brasil?
- c) Como especificar um Novo Fundo de Investimento?
- d) Seria possível aplicar ao Desenvolvimento de Novos Fundos de Investimento algumas das técnicas que consagraram o processo de Desenvolvimento de Novos Produtos Industriais?

- e) Como fazer testes, experimentação ou protótipos para o Desenvolvimento de Novos Fundos de Investimento se eles são intangíveis?
- f) Como integrar uma proposta de prototipação ou modelagem por simulação na estrutura de Desenvolvimento de Novos Fundos de Investimento?
- g) Como oferecer um suporte adequado para auxiliar as decisões de desenvolvimento desses produtos bancários?

O interesse e a escolha dessa categoria de produtos bancários justifica-se pelos seguintes aspectos:

- Alto grau de complexidade técnica dos produtos associada com a possibilidade de aplicação de modelagem matemática para fins de simulação;
- Mercado de expressiva relevância financeira com valores em torno de US\$ 375 bilhões, conforme mostrado na tabela 1.2 a seguir.

Tabela 1.2– Composição do mercado brasileiro de fundos de investimento
(R\$ bilhões)

Categoria	Patrimônio Líquido	Participação (%)
Renda Fixa ³	727,2	88,7
Ações	70,6	8,6
Outros	22,5	2,7
Total	820,3	100

Fonte: Elaborado pelo autor

Fonte: Boletim do Banco Central - abril de 2006

1.2 - Síntese

Este projeto está estruturado em 9 capítulos. No primeiro capítulo, é feita uma breve introdução sobre a evolução da atividade de desenvolvimento de novos produtos desde a revolução industrial até os dias de hoje, comparando-se pesquisas selecionadas de consagrados autores que trataram desse tema. Esta seção destaca a escassez de pesquisas voltadas para o setor de serviços e propõe as questões a ser perseguidas no trabalho. O capítulo 2 descreve a metodologia de pesquisa usada para o desenvolvimento do trabalho, detalhando a forma de obtenção, a origem e o tratamento das informações usadas na pesquisa.

³ Esta categoria engloba os fundos de renda fixa e referenciados DI com participações de 60% e 40% respectivamente.

O capítulo 3 apresenta uma descrição dos modos de experimentação e testes atualmente praticados pela indústria automobilística e petrolífera que foram usados como referência para as propostas feitas ao desenvolvimento de produtos financeiros. O capítulo 4 apresenta os resultados das entrevistas feitas com representantes do mercado financeiro por meio de descrições do fluxo do processo de desenvolvimento de fundos de investimentos. Esses resultados são acompanhados por uma análise detalhada da estrutura do mercado de fundos de investimento no Brasil, as características legais, origem, práticas, as recentes influências da regulamentação bancária internacional sobre a confiabilidade do sistema financeiro mundial, as formas atuais de avaliação de desempenho de fundos e as variáveis de configuração do produto. O processo de desenvolvimento de novos fundos de investimento no Brasil foi realizado de acordo com três lógicas dominantes: controle privado estrangeiro, controle privado nacional e controle estatal. O capítulo 5 utiliza os conceitos das metodologias estatísticas de desenvolvimento de produtos industriais para fundamentação qualitativa das propostas dos testes a serem praticados sobre os fundos de investimento. O capítulo 6 propõe um método de desenvolvimento de fundos de investimento baseado nas propostas levantadas pela pesquisa. O capítulo 7 caracteriza e classifica o tipo de problema enfrentado e justifica a escolha da técnica de solução de acordo com a teoria da complexidade computacional. A terminologia e os conceitos metaheurísticos são introduzidos assim como uma revisão dos últimos dez anos de publicações das suas principais aplicações sobre decisões financeiras. O capítulo 8 descreve o modelo matemático desenvolvido e avalia os resultados obtidos pela aplicação da metodologia proposta de testes com o desenvolvimento de um fundo fictício, usando-se dados reais levantados durante quatro anos na indústria brasileira de fundos de investimentos simulados por meio de algoritmos genéticos. O capítulo 9 encerra o ciclo da pesquisa, respondendo às questões formuladas como objetivos do trabalho e sugerindo novas perspectivas para o tema.

capítulo 2

METODOLOGIA DE PESQUISA

Capítulo 2

METODOLOGIA DE PESQUISA

2.1 – Método de Pesquisa Utilizado

Após uma revisão teórica e bibliográfica abrangente, verificou-se a possibilidade de fundamentar a pesquisa realizada por meio da integração multidisciplinar dos conceitos de Desenvolvimento de Novos Produtos Industriais, da Teoria Avançada de Finanças, da Gestão da Qualidade, Dinâmica de Sistemas e Metaheurística. Numa primeira fase, que pode ser denominada de busca bruta, os artigos científicos primários relativos ao tema da pesquisa foram procurados num período entre 1994 a 2005, nos principais periódicos, anais de congressos nacionais e internacionais e sistemas de busca, incluindo: Revista de Administração da USP (RAUSP), Revista de Administração de Empresas (RAE), Revista de Administração Contemporânea (RAC), Gestão & Produção, Encontro Brasileiro de Finanças, Encontro Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração (ENANPAD), Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos (CBGDP), Revista da BM&F, Artificial Intelligent Review, Bank Accounting & Finance, European Journal of Operational Research, Management Science, International Journal of Operations & Production Management, Journal of Banking and Finance, Journal of Finance, Journal of Financial Economics, Journal of Product Innovation Management, Research Policy, Harvard Business Review, Service Industries Journal, OMEGA: International Journal of Management Science, Sistema Dedalus (USP), Sistema Proquest, Web of Science, Periódicos CAPES e Google. Nesse processo, algumas excelentes resenhas e revisões literárias contribuíram para a seleção dos artigos (ARKADER, 2003; KRISHNAN ; ULRICH, 2001 e ZOPOUNIDIS, 1999). Optou-se, portanto, por uma seleção rigorosa dos artigos que agregassem valor à pesquisa no período escolhido, ao contrário de uma relação bibliográfica extensa de todas as obras que tivessem alguma intersecção com o tema. Apenas os artigos considerados clássicos na literatura tiveram um tratamento diferenciado, sendo selecionados indistintamente mesmo quando fora do período de tempo pesquisado.

A fase seguinte concentrou-se na investigação e construção de referenciais teóricos atualizados sobre a experimentação e testes de produtos industriais que foram observados pelo pesquisador durante dez anos de exercício profissional em diferentes indústrias (automobilística, metalúrgica, química). Essa experiência proporcionou a observação dos processos de desenvolvimento de novos produtos na área industrial e suas diferenças em relação ao setor financeiro. Por causa das restrições de tempo e da impossibilidade de tratar com todas as indústrias, foram selecionadas duas, de acordo com seu grau de importância, maturidade para o cenário industrial brasileiro e pela facilidade de acesso obtido pelos contatos profissionais desenvolvidos pelo pesquisador durante sua carreira profissional: a indústria automobilística e a petrolífera. A coleta de informações industriais foi obtida por meio de entrevistas e visitas aos respectivos centros tecnológicos de experimentação e testes da General Motors do Brasil, em São Caetano do Sul (SP), do Laboratório de Tecnologia Submarina da Universidade Federal do Rio de Janeiro, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (I.P.T.) e do Tanque de Provas Numérico (T.P.N.) do Departamento de Engenharia Naval da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Após 5 meses de diálogos, compreendidos entre setembro de 2003 e janeiro de 2004 e 10 entrevistas com 10 diferentes entrevistados foi possível compreender e descrever os atuais processos de experimentação e testes praticados por esses centros e a sua participação no desenvolvimento de novos produtos.

Manuscritos, comentários, observações e outras informações, considerados de caráter confidencial, foram omitidos da redação final do trabalho, conforme acordo previamente estabelecido com os entrevistados em cada etapa da coleta. Após cada entrevista, as mesmas eram transcritas e enviadas aos entrevistados para validação.

Na fase bancária, a última do levantamento, houve, inicialmente, uma cuidadosa leitura da legislação vigente sobre fundos de investimento. Essa ação, associada à experiência obtida na etapa da coleta industrial, contribuiu para a formulação de um roteiro de entrevistas semi-estruturado para a área financeira. Foram realizadas três entrevistas, no período compreendido entre dezembro de 2003

e maio de 2004, com uma amostra dos principais Administradores de Recursos de Terceiros dos bancos atuantes no Brasil (nacionais e estrangeiros), responsáveis por 23% de participação de todo o mercado brasileiro, de acordo com a Revista Exame de agosto de 2002 selecionados devido à proximidade profissional do pesquisador com os gestores de fundos com quem atuou durante muitos anos. Com as informações obtidas nessa etapa foi possível fazer uma descrição do processo de desenvolvimento de fundos de investimento, da estrutura organizacional, dos métodos de experimentação empregados e das principais variáveis consideradas no processo. O questionário aplicado encontra-se no anexo A deste trabalho.

A escolha da entrevista pessoal como forma de levantamento das informações e a possibilidade de acesso a representativas instituições para estudo de caso foi resultado da experiência profissional de 15 anos do pesquisador sobre o mercado bancário brasileiro. A entrevista é a forma mais adequada de levantamento de informações para o tipo de pesquisa e setor analisado, pois permite um diálogo flexível, objetivo e descontraído que consegue, muitas vezes, extrapolar os limites previstos pelas questões estabelecidas no roteiro inicial. Essa é uma vantagem relevante quando comparada a outros métodos de pesquisa, como o “survey”, que restringe o campo de resposta às alternativas estabelecidas para as questões formuladas, impedindo a iteração e o diálogo entre os participantes. Além disso, os retornos obtidos por esse tipo de pesquisa são, em geral, pouco representativos em relação ao número de propostas enviadas. Extensos e complexos questionários enviados para um setor em constante estado de redução de quadro favorecem os baixos retornos. Os gestores do setor financeiro, por sofrerem um grande assédio de pesquisas dessa natureza, em geral enviadas por *e-mails* provenientes de diversos pesquisadores nacionais e estrangeiros, acabam adotando uma postura negativa em relação aos questionários.

As unidades de pesquisa do setor financeiro foram selecionadas seguindo-se a classificação dos maiores gestores de fundos de investimento feita pela Revista Exame de agosto de 2002 e divididos em categorias de acordo com o controle acionário, abrangendo, desta forma, três lógicas dominantes de administração de

recursos de terceiros no Brasil: a gestão sob controle estatal, a de controle privado nacional e a de controle privado estrangeiro conforme, mostrado na tabela 2.1 a seguir.

Tabela 2.1– Unidades de pesquisa

Bancos brasileiros sob controle estatal	Bancos brasileiros sob controle privado	Bancos estrangeiros sob controle privado
Banco 3	Banco 2	Banco 1

Fonte: Elaborado pelo autor

A coleta e a construção da base de dados necessária à pesquisa foi realizada pelo pesquisador, que utilizou, além das próprias empresas citadas, as seguintes fontes de informação: registros contábeis, relatórios gerenciais, agendas, relatórios da administração, documentos administrativos, publicações, Internet, cartas, artigos, revistas especializadas, memorandos e todo e qualquer documento formal junto às áreas fonte de informação e às pessoas responsáveis por elas. A experiência profissional e os artigos publicados pelo pesquisador no ambiente bancário também foram outras importantes fontes de referência.

2.2 – Coleta e Análise de Dados

Para uma demonstração prática do alcance das propostas obtidas pela primeira etapa de levantamento da pesquisa (industrial e bancária) aplicou-se a metodologia de estudo de caso. O estudo de caso permite a construção e o refinamento de teorias por meio da investigação do fenômeno dentro do contexto da vida real. Assim, é possível identificar situações em que as fronteiras do fenômeno e a realidade não são claras (YIN, 1994).

Os dados primários da movimentação diária dos fundos de investimento organizados e administrados pela Associação Nacional dos Bancos de Investimento (ANBID) foram fornecidos pelo Laboratório de Finanças da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP (FEA) que realiza periodicamente uma

avaliação e classificação sobre o desempenho da gestão sobre os fundos de investimento.

Os períodos estudados compreenderam as movimentações realizadas nos fundos referenciados DI de todas as instituições financeiras nas seguintes épocas: entre agosto de 1997 e junho de 1999 e entre maio de 2002 e fevereiro de 2004. A escolha é justificada pelos seguintes aspectos:

a) Os períodos escolhidos cobrem as principais turbulências recentes ocorridas no mercado financeiro internacional e nacional: a crise asiática de outubro de 1997, a crise russa de agosto de 1998, a desvalorização do Real em janeiro de 1999 e a crise de liquidez do mercado brasileiro de fundos em junho de 2002. Os desempenhos extremados apresentam contrastes nítidos e salientes, sendo significativamente úteis e enriquecedores para o tipo de análise praticado. Como bem justificado por MATTAR (1994), “.... ao invés de trabalhar com casos médios, onde a percepção de pequenas diferenças tende a ser difícil, procura-se trabalhar com casos extremos, no sentido de exagerar as diferenças que possam existir, e daí tirar hipóteses explicativas para o fato”.

b) A partir de maio de 2002, o Banco Central determinou que a valorização dos títulos fosse feita pela marcação de mercado para refletir o valor atual das carteiras dos fundos, ao contrário dos critérios de apropriação contábil praticados. Após meses de turbulência e discordância no mercado, com prejuízos relevantes ocorridos, principalmente, sobre os fundos referenciados DI, o Bacen permitiu o retorno dos critérios anteriormente praticados. No entanto, os gestores de fundos de investimento acabaram por migrar suas diversas metodologias para a metodologia de marcação de mercado, tornando, a partir de então, mais confiável a comparação entre fundos da mesma categoria quando assim se fizer necessária.

De acordo com a técnica de Dinâmica de Sistemas, desenvolveu-se um simulador estruturado numa relação causa-efeito entre as variáveis identificadas no desenvolvimento de fundos de investimento com regras passíveis de uma modelagem matemática. Foram selecionados fundos de investimento da categoria referenciado DI cujas movimentações diárias serviram como geradores do processo de simulação

para fases distintas dos seus ciclos de vida. Depois, os dados e procedimentos usados foram analisados e supervisionados por um profissional de estatística para validação final da análise. A metodologia de experimentação e testes foi demonstrada por meio de simulação com o uso de princípios de Inteligência Artificial (algoritmos genéticos) para busca da melhor combinação das variáveis envolvidas para o lançamento de um fundo de investimento fictício da categoria DI; para isso, utilizou-se o *software* profissional Evolver[®] da Palisade. A escolha dos fundos cujos dados serviram para a demonstração das propostas de testes foi feita arbitrariamente e por amostragem não probabilística, respeitando as seguintes características:

- a) Fundos pertencentes à carteira de grandes gestores de recursos de terceiros.
- b) Fundos maduros (com mais de um ano em operação) preferencialmente lançados no período entre 1995 e 2002 abrangendo históricos expostos a vários ou pelo menos um dos períodos de crises nacionais ou internacionais. Esses dados serão usados para análise do comportamento da movimentação diária na fase inicial do ciclo de vida de um fundo.
- c) Fundos com patrimônios líquidos relevantes integrantes da lista dos 1000 maiores fundos de investimento, de acordo com a Revista Exame de agosto de 2003, detentores de uma vasta e diversificada base de clientes que lhes permite enfrentar expressivas oscilações do fluxo de movimentação diária. Esses dados serão usados principalmente para a análise do comportamento de movimentação diária em condições ambientais normais.
- d) Fundos abertos (com dados públicos de movimentação acessíveis à pesquisa⁴) pertencentes à categoria referenciada DI, uma das mais abaladas pela crise do mercado nacional em 2002.
- e) Fundos similares em termos de política de investimento (público alvo, objetivos de rentabilidade, carteira de títulos, aplicação inicial mínima, aplicações subseqüentes) preferencialmente aqueles cuja estratégia de atuação esteja focada no ambiente de varejo.

⁴ Alguns gestores consolidam e divulgam o patrimônio líquido de todos os fundos de uma categoria sob um mesmo rótulo, dificultando o rastreamento individual.

f) Fundos pertencentes à carteira de gestores sob controle estatal, pois seus dados não foram contaminados pela onda de fusões e aquisições do mercado bancário brasileiro, iniciada em meados dos anos 90 do século XX.

De acordo com as razões expostas, foram selecionados os seguintes fundos: BB DI Básico administrado pelo Banco do Brasil e Caixa FAC DI administrado pela Caixa Econômica Federal. As especificações de mercado dos fundos escolhidos são mostradas na tabela 2.2 a seguir.

Tabela 2.2 – Especificações dos fundos selecionados

Fundo	Empresa Gestora	Categoria ANBID	Tipo de fundo Tipo de Cliente	Aplicação	Aplicações	Patrim.
				Inicial (R\$)	Posteriores (R\$)	Líquido (R\$ milhões)
Caixa Fac DI	C.E.F.	DI	Varejo/Varejo	100,00	100,00	581,1
BB DI Básico	BB	DI	Varejo/Varejo	200,00	200,00	67,5

Fonte: Elaborado pelo autor

Fonte: Revista Exame 2003

Resumindo, os métodos aplicados à pesquisa têm as seguintes características:

Etapa 1

- ✓ pesquisa empírica descritiva
- ✓ estudo de casos múltiplos
- ✓ abordagem qualitativa
- ✓ documentação de entrevistas semi-estruturadas

Etapa 2

- ✓ modelo analítico (compreensão do fenômeno via modelos matemáticos)
- ✓ estudo de caso
- ✓ abordagem qualitativa
- ✓ desenvolvimento de ferramenta gerencial

capítulo 3

EXPERIMENTAÇÃO E TESTES NA INDÚSTRIA

Capítulo 3

EXPERIMENTAÇÃO E TESTES NA INDÚSTRIA

3.1 - Experimentação e Testes no Desenvolvimento de Novos Produtos Industriais

Ao longo do tempo, as técnicas de experimentação ou testes serviram a dois grandes propósitos:

- Definir um pré-produto (protótipo) subordinado às características assumidas em projeto e prepará-lo para a reprodução sob encomenda (avião, navio) ou em massa (moldes, carros, peças) ou.
- Usar o processo e o pré-produto para antecipação e correções de problemas.

Conforme CLARK; FUJIMOTO (1991): Nossa evidência empírica revela dois paradigmas conflitantes sobre o desenvolvimento de protótipos: o seu uso como detector antecipado de problemas ou como modelo mestre. Os especialistas europeus consideram o protótipo de engenharia como um guia para ser copiado pela produção. Ao contrário, os japoneses o consideram como uma ferramenta para detectar e solucionar problemas de projeto e manufatura em estágios iniciais do desenvolvimento do produto.

No entanto, reconhecer a importância da experimentação como atividade inerente para a validação do desenvolvimento de novos produtos é simultaneamente um exercício de bom senso e de humildade. Caso o conhecimento e a experiência adquiridos fossem os únicos pré-requisitos necessários para a elaboração de um produto, não haveria a necessidade de tanto esforço e investimento sobre essa técnica. Em outras palavras, a experimentação na forma de protótipos, moldes ou modelos matemáticos para simulação em computadores são representações materiais das limitações humanas sobre sua compreensão da realidade.

Conforme bem colocado por SIMON (1955): o paradoxo desaparece, e os contornos da teoria começam a emergir quando substituímos o homem econômico ou o homem executivo por um dado organismo de limitado conhecimento e habilidade. As simplificações feitas por esse organismo sobre o mundo real para propósitos de tomadas de decisão introduzem discrepâncias entre o modelo simplificado e a realidade; e essas discrepâncias, por sua vez, servem como explicação de muitos dos fenômenos do comportamento organizacional.

Somado às colocações feitas, temos ainda o processo de experimentação visto como uma oportunidade de aprendizado baseado no ato de errar sem trazer prejuízos maiores para toda a cadeia produtiva. Segundo comprovado por THOMKE (1998b) “meus resultados empíricos sugerem que uma estratégia de experimentação pode, algumas vezes, ser beneficiada por fazer errado primeiro (protótipo) opondo-se a regra principal do desenvolvimento de produto, ou seja, faça certo na primeira vez”.

A evolução da computação gráfica, da informática, da engenharia e de outras ciências interdisciplinares permitiu que a experimentação fosse realizada por meio de interfaces homem-máquina que simulam um ambiente real e permitem aos participantes interagirem com o mesmo. Este novo conceito de interação foi denominado de realidade virtual. A realidade virtual possui aplicações na arquitetura, medicina, entretenimento, telexistência⁵, computação gráfica, produção flexível, planejamento e controle da produção, planejamento do *layout* de fábrica, prototipação, simulação e treinamento (NETTO et al, 1998).

A realidade virtual está auxiliando no aumento da competitividade das empresas num panorama de globalização econômica, melhorando e modernizando a organização por meio da construção de uma interface em que o usuário pode realizar imersão, navegação e interação num ambiente tridimensional gerado por computador.

Dessa forma, é possível simular situações que seriam impossíveis, por razões físicas, de ser captadas no mundo real, ou economicamente irrelevantes para ser reproduzidas nas condições normais de trabalho.

⁵ É a substituição do trabalho humano por *robots* em condições inóspitas para o homem.

Como o conhecimento sobre o desenvolvimento de novos serviços é uma atividade recente e carente de referências (EASINGWOOD, 1986; De BRENTANI, 1989, 1991; MENDES, 1999), optou-se por fazer uma introdução ao assunto de testes e experimentação no setor financeiro por analogia a um segmento em que ela se encontra em estágio maturado: a indústria.

Atualmente, um dado experimento industrial (e seu respectivo aprendizado por tentativa e erro) pode ser conduzido de diferentes maneiras (ex: simulação por computador, prototipagem rápida) e há um ponto econômico ótimo de mudança entre elas que reduz o custo e o tempo de desenvolvimento do produto (THOMKE, 1998b). Tal fato permite que uma base similar de gerenciamento da experimentação seja praticada em diferentes indústrias que iniciam seus testes em ambientes virtuais para depois encerrá-los com protótipos físicos submetidos às condições específicas de uso.

Duas relevantes indústrias de expressão multinacional foram analisadas e duas práticas distintas de experimentação e testes pesquisadas:

- a) A experimentação virtual realizada na indústria automobilística com simulação feita em computador com representação tridimensional dos efeitos resultantes quando o conjunto do veículo ou componentes isolados são submetidos a esforços específicos (choques e colisões).
- b) A experimentação praticada pela indústria petrolífera que avalia as condições operacionais de funcionamento de plataformas marítimas por meio de protótipos físicos ou virtuais submetidos a testes de ondas simulados em tanques oceânicos ou tanques numéricos (simulações feitas em computadores).

Essa revisão, além de servir como introdução ao tema, reflete o estado da arte atualmente praticada por um segmento relevante da indústria sobre o campo de experimentação e testes, possibilitando o aprofundamento conceitual que será útil para o desenvolvimento no setor financeiro.

3.2 – A Indústria Automobilística

Embora a habilidade em projetar, testar e analisar conceitos técnicos e científicos com o auxílio de recursos computadorizados venha encantando o mundo de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) há décadas, só recentemente se alcançou um estágio de desempenho relevante graças ao avanço tecnológico e da evolução das técnicas de simulação⁶. Como resultado, é cada vez mais freqüente o relato dos ganhos de desempenho obtidos em P&D em projetos de engenharia (THOMKE, 1998a).

Um Breve Histórico

O Centro Tecnológico da General Motors do Brasil (GMB) iniciou seu plano de utilização de experimentação virtual em 1996 com ênfase na aplicação de análises estruturais para correção de problemas. Em 1997, a experimentação virtual começa a participar do ciclo de desenvolvimento de novos produtos (DNP) nos projetos do Celta e do Corsa. Inicia-se, também, a aplicação da simulação de impacto para determinação do *crashworthiness* (capacidade do veículo em se deformar num impacto).

A partir de 1998, a simulação participa das demais fases do desenvolvimento de novos produtos e em 1999 são feitos os testes de simulação de termodinâmica virtual. Em 2000, foram iniciadas as simulações de manobras bruscas de direção e, em 2001, são realizadas simulações de conforto (*ride*).

⁶Embora existam muitas interpretações, o termo simulação será usado neste trabalho como a representação de características selecionadas do comportamento de um fenômeno físico ou abstrato por meio de um modelo. Em sistemas computadorizados isso é feito por *softwares* que representam o comportamento do fenômeno analisado por meio de modelos matemáticos.

A área responsável pelas análises e simulações de testes em veículos é atualmente composta por 14 engenheiros que utilizam recursos tecnológicos de ponta, especificamente o *software* LS-DYNAD3D para simulação de colisões em escala tridimensional e o NASTRAN para simulações lineares. A estratégia adotada pela subsidiária brasileira tornou-a especializada em modelos de análise segmentada, diferenciando-a das demais unidades do grupo que utilizam modelos completos, complexos e menos flexíveis.

O Processo de Testes e Experimentação Virtual

COOPER (1983) definiu o processo de desenvolvimento de novos produtos industriais, dividindo-a em sete estágios:

Segundo COOPER (1983), “O estágio de testes é a validação do desenho do produto e de suas características em uso. Os protótipos do produto são testados dentro da empresa para garantir a eliminação de defeitos. Em paralelo, são conduzidos testes com os clientes”.

A fase de experimentação e testes divide-se em quatro etapas, conforme detalhado na figura 3.1 a seguir. O ciclo é um processo iterativo de aprendizagem, iniciando-se pelo desenho do produto que será a referência para a construção do protótipo a ser testado (físico ou virtual). Os resultados dos testes aplicados sobre o protótipo permitem um refinamento do projeto que, depois de muitas (ou nenhuma) iterações, chega a uma configuração final.

Figura 3.1 – O ciclo de experimentação e testes.

Fonte: Adaptado de THOMKE (1998b)

O processo de experimentação virtual da GMB correspondente ao fluxo genérico da figura 3.1 e apresenta-se dividido em quatro fases, conforme a tabela 3.1 a seguir. Esse método de trabalho é aplicado a todos os veículos, alterando-se apenas a intensidade das cargas envolvidas de acordo com o tipo de carro (passeio, *pickup* ou ônibus) ou pelo peso total do automóvel.

Tabela 3.1 – Fases da Experimentação Virtual da GMB

Fase de concepção	Fase de desenvolvimento Intermediária 1	Fase de desenvolvimento Intermediária 2	Protótipo
<ul style="list-style-type: none"> • Desempenho global • <i>Airflow</i> • Dinâmica de veículo 	<ul style="list-style-type: none"> • Durabilidade • Crash • Conforto 	<ul style="list-style-type: none"> • Ruído e vibração • <i>Airflow</i> • Proteção dos ocupantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Protótipo físico

Fonte: Elaborado pelo autor

Fase de Concepção

Na fase de concepção, as plataformas de veículos similares anteriores são aproveitadas com seus respectivos indicadores de desempenho para o desenho inicial do produto que será submetido aos testes virtuais específicos. Nessa fase são definidas as características do produto de acordo com as exigências de mercado, os parâmetros de desempenho, componentes, materiais, custos, tempo, processo produtivo a ser utilizado e o *design* do veículo.

O teste de dinâmica de veículo submete o protótipo virtual a uma série de manobras bruscas de mudança de direção em alta velocidade para avaliação da eficiência de resposta de componentes como a direção, os pneus, os amortecedores e o eixo diferencial. Nessa etapa, os resultados das simulações são periodicamente comparados com testes de campo para avaliação da correlação do modelo teórico com a realidade média das manobras praticadas por vários motoristas. Atualmente, essa correlação está em 92%. Os resultados da simulação são informados aos fornecedores de componentes da GMB que são beneficiados dessa e de outras etapas do ciclo de testes para aprimorar seus produtos. Essa é uma forma de aliança estratégica proporcionada pelo modelo de experimentação que fortalece os vínculos entre a montadora e seus fornecedores em nível mundial. Em determinadas circunstâncias, os fornecedores participam em loco, fazendo modificações dos componentes durante os testes. O teste de *airflow* nessa fase consiste de simulações com modelos bidimensionais e está focado exclusivamente sobre o fluxo de ar.

Fase de Desenvolvimento Intermediária 1

Nesta fase, avalia-se a resistência dos componentes do veículo quando submetidos a esforços específicos e controlados de acordo com as condições normais de trabalho previstas para o veículo ou em situações pré-definidas de choques. As condições da pista do campo de provas são “verificadas” constantemente com as características das estradas brasileiras. Por meio da conjugação de modelos de elementos finitos, os limites de resistência mecânica e a vida útil desses componentes são estimados por um software desenvolvido internamente pela GMB. Novamente, os resultados são periodicamente comparados com os testes tradicionais. Como exemplo, tem-se o surgimento de uma trinca estrutural prevista após 24.000 km de uso em apenas dois minutos de simulação; essa mesma falha foi averiguada após quatro meses, ou 30.000 km, pelo teste tradicional.

É durante a fase de desenvolvimento intermediária 1 que são realizadas as simulações de impacto (*crash*) para avaliação da capacidade de deformação do veículo e de seus componentes quando submetidos a vários tipos de colisões contra diferentes obstáculos. Em geral, as normas governamentais sobre colisões estabelecem padrões mínimos de segurança que vêm sendo, ao longo do tempo, complementados e substituídos por requisições mais exigentes elaboradas por entidades independentes na Europa (*European New Car Assessment Programme* - Euro NCAP: <http://www.euroncap.com>) e nos Estados Unidos (*Insurance Institute for Highway Safety* – IIHS: <http://www.hwysafety.org>). Como resultado desses testes, são feitas classificações de segurança que comparam os veículos das diversas montadoras. Essas classificações são públicas, por categoria de veículo (mini-van, veículo de passeio, utilitário) e divulgadas, periodicamente, pelas entidades independentes, forçando as montadoras a exceder os padrões mínimos exigidos pelas legislações locais.

Conforme a EuroNCAP, os testes de impacto dividem-se em:

a) Colisão frontal

Impacto entre um mínimo de 40% da parte frontal do veículo, a uma velocidade de 64 km/h, contra uma barreira deformável e fixa de 1000 mm de largura por 540 mm de espessura.

b) Colisão lateral

Impacto entre um *Trolley* com uma frente deformável de 1500 mm de largura por 500 mm de espessura, a uma velocidade de 50 km/h, contra a lateral de um carro parado.

c) Colisão contra um pedestre

Impacto entre a parte frontal do veículo, a uma velocidade de 40 km/h, contra um pedestre adulto ou criança.

d) Colisão contra poste

Impacto entre a lateral de um veículo colocado sobre uma plataforma móvel, a uma velocidade de 29 km/h, contra um poste rígido de 254 mm de diâmetro.

As simulações feitas em computador reproduzem os efeitos dos diferentes tipos de colisões sobre os componentes. Durante a visita, fez-se a reprodução das consequências de uma colisão frontal sobre o Meriva de acordo com a norma da Euro Ncap. O impacto foi reproduzido no computador a uma velocidade perceptível à vista humana com efeitos tridimensionais. A partir da tela pode-se rastrear a origem e a propagação das cargas empregadas durante a colisão sobre o conjunto do carro ou sobre peças de sacrifício⁷ para avaliação dos seus limites operacionais de resistência mecânica e de absorção de energia. Esses efeitos não seriam captados nem com o uso de câmeras de TV. De acordo com os resultados, novas peças ou novos materiais poderão ser empregados, contribuindo na definição do desenho das ferramentas que serão utilizadas no processo produtivo (Engenharia de Processo).

⁷Peças que serão sacrificadas (para-choques) em impactos de baixa velocidade para resguardar o conjunto do carro e suas condições de custo e segurança de reparo.

Todo o sistema é integrado à plataforma CAD que permite o redesenho dos componentes e sua incorporação ao processo de produção. Como exemplo de limite operacional tem-se a definição do limite de deformação plástica (*plastic strain*) de 18% nas chapas, possíveis de serem visualizadas graficamente.

O teste de conforto é feito por experts no assunto que ao dirigir o carro em pistas específicas avaliam-no segundo critérios de conforto do motorista. Na simulação, o mesmo percurso é feito com o carro "virtual" e os valores objetivos "sentidos" pelo carro são transformados para o mesmo tipo de valor "subjetivo" usado no teste.

Fase de Desenvolvimento Intermediária 2

Nesta fase, são feitas avaliações conjuntas dos componentes, materiais, estrutura e suas consequências sobre os ocupantes do veículo. Os resultados isolados anteriores são aproveitados. Os testes de ruído e vibração avaliam as principais fontes de ruído do veículo: a estrutura de suporte do motor, escapamento e o isolamento. Essas avaliações são baseadas nos modelos de mecânica dos fluidos e os testes são realizados com ar inserido internamente com medição da pressão sonora para rastreamento das fontes de ruído e sua trajetória. Como as condições das estradas brasileiras têm grande variabilidade, ajustes em materiais ou nos desenhos de vários componentes fazem-se necessários, mesmo em projetos consagrados, para adequação dos indicadores de desempenho às novas circunstâncias. Como exemplo tem-se o filtro de ar do Astra que após os testes foi adaptado com a introdução de um cano lateral para diminuição do ruído.

Os testes de *airflow* são fundamentados na Termodinâmica e os experimentos são realizados a partir da temperatura do ar de entrada do motor, de acordo com a temperatura ambiente, avaliando-se o sistema de refrigeração do motor. As simulações são feitas em modelos tridimensionais com foco sobre a relação do fluxo de ar e temperatura.

Os testes para proteção sobre os ocupantes almejam garantir um índice mínimo de 75% de sobrevivência a partir de levantamentos estatísticos realizados em autópsias de vítimas de acidentes automobilísticos. As principais partes do corpo humano avaliadas são: cabeça e pescoço, tórax, pernas e membros superiores e perna (joelho) e membros inferiores. São feitas avaliações de valores de desaceleração a que essas partes podem ser submetidas para que seja obtido o desenho e a especificação de peças e componentes do carro.

Protótipo

Os testes finais são feitos de forma tradicional, com um impacto realizado sobre um protótipo físico contendo *dummies* (protótipos de seres humanos) como ocupantes. Todos os resultados anteriores são confrontados com os resultados de uma colisão real em que os ocupantes do veículo são substituídos por esses bonecos feitos de material especial que permitem a constatação das deformações ocorridas em suas regiões vitais (cabeça, pescoço, tórax e pernas) e suas conseqüências sobre os seres humanos. Muitas são as contribuições trazidas pela experimentação virtual. Os ganhos de produtividade no desenvolvimento de novos produtos em comparação com o processo convencional podem ser visualizados na tabela 3.2 que será apresentada a seguir. As reduções de tempo e custo são significativas quando considerado o número de protótipos físicos que são poupados durante o processo.

A maior contribuição está na redução do número de mortes ocasionadas por acidentes automobilísticos. Em 2001, de acordo com o *Insurance Institute for Highway Safety*⁸, as colisões frontais representaram 51,8% dos acidentes fatais, as colisões laterais responderam por 30,6% e as colisões traseiras por 4,7%. Embora o número absoluto de fatalidades ainda seja alto, o número de mortes por milhão de passageiros teve uma redução relevante. Em 1981, foram registrados 177 casos fatais contra 83 em 2001, ou uma redução de 53%.

⁸As estatísticas brasileiras foram desconsideradas devido à polêmica existente sobre o método de avaliação de vítimas fatais em acidentes.

Tabela 3.2 – Comparação entre o DNP feito com uso de experimentação virtual e o processo convencional

Etapa	Simulação por computador (por iteração)	Método convencional (por iteração)
1. Desenho	CAD (criação e/ou alteração de uma peça em 3 dimensões) 2 horas	CAD (criação e/ou alteração de uma peça em 3 dimensões) 2 horas
2. Construção	Preparação e integração da base de dados 30 min	Desenho e construção do modelo 5 dias
3. Teste	Simulação de durabilidade da estrutura 2 min	Durabilidade em campo de provas 6 meses
4. Análise	2 min	5 dias
5. Tempo médio do ciclo do DNP	24 meses	36 meses
6. Protótipos economizados	Projeto Corsa 1999 6 protótipos	-
7. Economia média pela redução de protótipos ⁹	US\$ 800.000,00 (custo de um “protótipo” na fase inicial do projeto)	-

Fonte: Elaborado pelo autor

Fonte: General Motors do Brasil

Inovação

Os procedimentos de testes e os *softwares* usados são iguais em todas as subsidiárias da General Motors no mundo. No entanto, os reduzidos investimentos disponíveis para equipamentos e mão-de-obra impulsionaram a filial brasileira em direção à criatividade. O turbulento ambiente econômico brasileiro exige flexibilidade e agilidade, e são inaceitáveis, para a cultura brasileira, respostas demoradas para demandas urgentes de mercado.

⁹ Os resultados dos itens 5, 6 e 7 da tabela foram obtidos após o término do desenvolvimento de um novo veículo.

O complexo e lento modelo convencional de experimentação virtual foi adaptado às circunstâncias locais por meio de módulos segmentados que permitem análises independentes sem a necessidade de simulação completa do modelo. Assim, são possíveis simulações e análises quatro vezes mais rápidas do que as do procedimento convencional.

Essa vantagem competitiva contribuiu para que a GMB ocupasse uma posição de referência dentro da corporação e fosse solicitada para a realização de experimentos virtuais em projetos desenvolvidos por outras filiais e pela própria matriz.

3.3 – A Indústria Petrolífera

A maior parte da produção petrolífera brasileira é obtida por extração em águas marinhas profundas. A Petrobras, empresa estatal de petróleo, é detentora dessa tecnologia diferenciada que chega a operar em profundidades superiores a 2.000m. A exploração marítima é realizada por meio de navios tanques ou plataformas estáticas localizadas principalmente nos campos petrolíferos do litoral do Rio de Janeiro. Os projetos dessas plataformas ou de navios tanques são encomendados pela Petrobras e os testes realizados em centros com diferentes competências tecnológicas.

A figura 3.2 a seguir representa o ciclo ideal de experimentação e testes que poderá ser praticado de acordo com as recentes instalações tecnológicas inauguradas. Conforme mostrado, o ciclo ideal inicia-se com definições de profundidade de perfuração, estimativa de produção e características ambientais do local fornecidos pela Petrobras como parâmetros preliminares para o projeto básico da plataforma. O projeto pré-definitivo é obtido após consultas e adaptações sobre a biblioteca de projetos realizados. Com o projeto pré-definitivo elaborado, realizam-se os ensaios básicos no I.P.T. que farão a validação dos coeficientes numéricos a serem aplicados na simulação do Tanque Provas Numérico (T.P.N.) da Escola Politécnica da U.S.P. Após obtidos os resultados da simulação sobre a estrutura da plataforma, as

amarrações e as linhas de conexão de produção de óleo é feito o ensaio de configuração hidrodinâmica definitiva com uso de um protótipo de plataforma em escala reduzida para teste no tanque oceânico da Universidade Federal do Rio de Janeiro (U.F.R.J.).

Figura 3.2 – Ciclo hipotético de testes realizados para uma plataforma marinha.

Fonte: Elaborado pelo autor

O I.P.T. realiza vários tipos de ensaios para medição de forças e principalmente de movimentos para alimentação e geração de coeficientes para os modelos numéricos do T.P.N que inexitem na literatura e são de difícil mensuração. O modelo inicial da plataforma ou navio tanque é submetido aos seguintes ensaios:

a) Ensaio de modelo embarcado

Teste de estabilidade aplicado sobre o protótipo submerso para avaliar a ação dos ventos, com substituição do fluido de ar por água na relação de 1/19.

b) Ensaio de autopropulsão em modelo reduzido

Sistemas óticos de medição de movimentos avaliam a amplitude de oscilação do protótipo submetido a uma corrida do casco do modelo no canal de provas (280 m x 6,6 m x 4,4 m de profundidade) sob a influência, ou não, de ondas. Esse teste é feito exclusivamente para navios que irão navegar.

c) Modelo cativo

Testes de ondas, correnteza e vento aplicados sobre o protótipo para determinação de parâmetros para a modelagem numérica. Exemplo: o reflexo das ondas que se chocam nos pilares da plataforma formam outras ondas que podem atingir alturas que afetam o convés da plataforma.

d) Modelo parado em ondas

Testes de impactos de ondas sobre o modelo parado. Exemplo: evitar oscilações laterais superiores a 14° (exclusivo para ensaios sobre plataformas).

e) Embarque de água

Testes de invasão de água no modelo.

As figuras 3.3 e 3.4 mostram, respectivamente, um protótipo de plataforma para os ensaios citados e o canal de ondas onde são realizados os testes de propulsão.

Figura 3.3 – Protótipo de plataforma petrolífera para ensaios básicos

Figura 3.4 – Canal de ondas

Com os coeficientes definidos nos ensaios básicos, o Tanque de Provas Numérico realiza simulações de modelos hidrodinâmicos, reproduzindo, com recursos de computação gráfica tridimensional e em tempo real, os esforços de trações que ocorrem nas linhas de ancoragem e de produção de óleo sob a influência da correnteza e do deslocamento da plataforma. Os resultados são ajustados para as características do teste de configuração hidrodinâmico definitivo a ser realizado no Laboratório de Tecnologia Oceânica. Além disso, os modelos matemáticos permitem simulações das condições ambientais sem as restrições físicas impostas pelos testes efetuados nos tanques (problemas de redução de escala física ou limite máximo possível de profundidade), extrapolando as possibilidades dos experimentos para situações ainda inexistentes como, por exemplo, o comportamento previsto da plataforma para exploração acima de 3.000m de profundidade.

O Laboratório de Tecnologia Oceânica é o resultado de uma parceria com a iniciativa privada, inaugurado em abril de 2003, para testar tecnologias empregadas na indústria off-shore (extração de petróleo realizada em águas profundas). Por ele é possível simular fenômenos hidrodinâmicos do ambiente marinho em lâminas com até 2.500m de profundidade e variações pré-programadas de ventos com 12m/s, consideradas bem representativas das características ambientais da extração petrolífera off-shore brasileira.

O tanque oceânico construído é, atualmente, o mais profundo do mundo, com capacidade para 23 milhões de litros de água, 40m de comprimento, 30m de largura e 15m de profundidade e possui essas dimensões em função dos modelos lá ensaiados como plataformas de exploração, navios, rebocadores, protótipos de veículos marinhos, treinamento de mergulhadores etc.

O modelo de experimentação e testes empregado pelo laboratório combina a experimentação virtual (gerador de perfis de ondas marinhas) com a prototipação clássica (modelo em miniatura de uma plataforma petrolífera).

A reprodução das condições do mar é feita por medição das ondas no local da instalação da plataforma por um período de um ano, e a partir desse levantamento é feito um histograma com a frequência de aparecimento de alturas de ondas e direções (única, ou multidirecional) que servirão como informações de alimentação do sistema computadorizado de geração de ondas do tanque.

As ondas são geradas por 75 pás independentes, colocadas no sentido longitudinal do tanque, capazes de produzir movimentos em diversos ângulos. No sentido transversal, há praias de amortecimento que são responsáveis pela dissipação de energia das ondas, evitando que essas ondas retornem à área de testes e contaminem as medições.

As ondas são ensaiadas, medidas e calibradas, de acordo com o perfil pré-determinado, antes de o modelo ser introduzido para teste. A figura 3.5 a seguir mostra uma visão do gerador de ondas do tanque.

O modelo observado da plataforma foi construído de acordo com estudos de escala sobre efeitos dinâmicos numa proporção de 1 para 64 (64 vezes menor) em tamanho; pela teoria aplicada, as escalas de tempo são a raiz quadrada da escala geométrica, isto é, são de 1 para 8 (8 vezes menor). São instalados equipamentos de medição como acelerômetros, sensores infravermelhos e câmeras para avaliação do movimento do corpo do modelo. A figura 3.6 mostra um modelo de plataforma *Offshore* para testes de configuração hidrodinâmica no tanque.

Figura 3.5 – Tanque de provas com gerador de ondas

Figura 3.6 – Protótipo de plataforma *offshore* para teste hidrodinâmico

Como resultados práticos operacionais são definidos os limites de operação e sobrevivência da plataforma. Os limites operacionais refletem as condições normais ininterruptas de trabalho da plataforma quando submetidas a ondas de 4 a 5m de altura, variando de acordo com o local de instalação. O limite de sobrevivência revela a condição de colapso da plataforma quando submetida ao impacto de uma onda decenária (surge em intervalos de dez anos) ou centenária (surge em intervalos de cem anos). No Brasil, as ondas decenárias possuem altura de 7m, enquanto as ondas centenárias variam de 13m a 15m.

Inovação

A instalação do tanque oceânico é recente (2003) e ainda não há dados relevantes sobre seus impactos no ciclo de DNP. Novamente, a escassez de recursos é fonte de inspiração para a criatividade. Na impossibilidade de investir em sofisticados túneis de vento ou supercomputadores, os centros de pesquisa brasileiros inovaram os procedimentos. Testes feitos com modelos submersos na água substituem os experimentos convencionais em túnel de vento, obtendo flexibilidade e uma considerável margem de segurança pela substituição do ar por um fluido 9 vezes

mais denso. Um grupo com 120 computadores trabalhando em processamento paralelo substituiu o supercomputador e viabilizou a simulação. O T.P.N. é considerado inédito no mundo e reproduz por meio de modelos matemáticos em escala 3D as condições ambientais de trabalho das plataformas petrolíferas. Esse recurso contribui para um aumento de eficiência de extração de petróleo sobre as reservas atuais e simula a forma de operação das plataformas para condições ainda inexploradas, como a extração a 3.000m de profundidade.

3.4 – Conclusão

A pesquisa realizada com empresas consideradas exemplos industriais representativos para a comunidade de P&D, de avançada atualização tecnológica e de reconhecimento internacional, reforça a participação da etapa de experimentação e testes como *integradora e essencial* no processo de desenvolvimento de novos produtos.

A influência dos recursos de tecnologia de informação permite a realização, comunicação e a conclusão dos experimentos, com ênfase nas competências técnicas essenciais de cada centro científico sem restrições geográficas. A utilização da experimentação simulada em computadores com recursos gráficos tridimensionais reproduz em tempo real os fenômenos impostos aos produtos virtuais com comprovada redução de custos e do tempo do ciclo de desenvolvimento dos produtos. A técnica de simulação propicia a extrapolação dos testes para condições ambientais de difícil ou impossível reprodução física, antecipando configurações operacionais futuras para os produtos. Além dos ganhos de custos e de velocidade de processo, os resultados dos modelos matemáticos empregados comprovam o potencial das teorias em uso (mecânica dos fluidos, termodinâmica, hidrodinâmica, elementos finitos). Apesar do significativo avanço e confiabilidade da experimentação virtual, os protótipos físicos ainda se fazem necessários para validação total ou parcial dos modelos matemáticos adotados, o que configura uma estratégia de experimentação mista que combina o físico com o virtual. Em ambas indústrias, o principal propósito da fase de testes e experimentos é a *redução dos erros com*

aumento das chances de sucesso dos novos produtos no cumprimento de suas funções operacionais.

A vantagem competitiva do uso de simulação em P&D não está restrita aos modelos matemáticos utilizados, mas à capacidade de integrar e interagir no processo de aprendizado. Conforme THOMKE (1998a), “a flexibilidade na condução de uma maior variedade de experimentos com novas tecnologias com maior capacidade de apreensão de métodos permite incrementar o desempenho de P&D”. A existência de uma etapa de testes possibilita que todos os recursos tecnológicos de vanguarda sejam aplicados, tornando mais fáceis a tarefa de aprendizado e a capacidade de a empresa aprender, pois as consequências do erro ficam diluídas num ambiente virtual. Dessa forma, o trauma sobre o erro é contornado e, muito pelo contrário, ele é administrado para o aprimoramento do processo produtivo.

De forma conceitual, pode-se agrupar os testes observados de acordo com as suas finalidades em:

a) Testes de resistência estrutural

Aplicados para avaliar a capacidade de resistência e deformação do produto quando solicitado a diferentes tipos de esforços ou impactos. Como exemplo tem-se o *crashworthiness* na indústria automobilística e os testes de impacto de ondas decenárias e centenárias na indústria petrolífera.

b) Testes de reparabilidade

Usados para medir a recuperação das partes danificadas devido a um impacto. Como consequência observada desse conceito tem-se o emprego de peças de sacrifício (ex: parachoques) em impactos de baixa velocidade para resguardar o conjunto do carro e suas condições de custo e segurança de reparo.

c) Testes de limites operacionais

Aplicados para determinar as condições extremas suportáveis de trabalho do produto como um todo ou de seus componentes. Como exemplo tem-se os limites de absorção de energia ou escoamento dos componentes de um carro ou dos limites de sobrevivência de uma plataforma marítima submetida ao impacto de uma onda centenária.

e) Testes de durabilidade

Visam estimar o tempo de vida útil de partes ou do próprio produto final.

f) Testes de estabilidade

Visam avaliar a capacidade de manutenção do estado de equilíbrio do produto quando submetido à ação de fluidos externos. Como exemplo tem-se os ensaios de modelo emborcado da indústria petrolífera.

A experimentação virtual possibilita uma combinação entre a flexibilidade proporcionada pelas novas tecnologias com as habilidades culturais inerentes de cada povo. Essa combinação permite adaptações na forma de uso dos conceitos e recursos tecnológicos e dá origem a estratégias únicas e diferenciadas. Neste sentido, a globalização dá lugar à regionalização.

capítulo 4

ANÁLISE DO MERCADO DE FUNDOS DE INVESTIMENTO

Capítulo 4

ANÁLISE DO MERCADO DE FUNDOS DE INVESTIMENTO

Qual a ligação entre um tanque virtual, o protótipo de um veículo para testes de impacto e o lançamento de um fundo de investimentos?

A simulação virtual ajuda-nos a ultrapassar os limites e paradigmas impostos pelo campo prático. Assim, ela é uma ferramenta poderosa para auxiliar na experimentação dos produtos financeiros, assumindo uma grande interação com a sua dimensão de intangibilidade. O protótipo matemático está para o produto financeiro assim como o protótipo físico está para as aplicações de engenharia.

O autor

4.1 – O Mercado Brasileiro de Fundos de Investimento

Cada investidor tem um objetivo específico ao realizar um investimento. No entanto, as decisões sobre a utilização de seus excedentes financeiros podem ser genericamente classificadas em quatro grupos de interesse: consumo, investimentos, seguros e aposentadoria.

As áreas de administração de recursos de terceiros dos bancos brasileiros especializaram-se na ajuda aos investidores refletida na recomendação, no aconselhamento e na orientação técnica por meio de uma linha de raciocínio lógico que conduza à confiança nos produtos e serviços indicados.

Em se tratando de clientes pessoas físicas, as linhas de orientação são fundamentadas sobre:

a) A análise de sua situação financeira atual

Nesse estágio considera-se a estabilidade de sua renda, seu nível de endividamento e a projeção de sua renda futura.

b) Suas necessidades e objetivos dentro de um horizonte de tempo

Leva-se em conta o tempo disponível para cada investimento com o intuito de selecionar um ou vários tipos de investimentos adequados aos seus objetivos.

c) Sua atitude frente ao risco envolvido em cada investimento

Esse é um componente essencial para a determinação do perfil do investidor, pois avaliará sua sensibilidade aos riscos inerentes de cada investimento.

Aos bancos cabe a tarefa de montar e administrar as carteiras de investimento que atendam às necessidades de rentabilidade e aos riscos de cada investidor e que maximizem seus lucros.

O primeiro registro de um fundo de investimentos foi feito na Bélgica, em 1822. Após seu progresso na Europa, principalmente na Inglaterra, chegou aos Estados Unidos. No Brasil, o primeiro fundo de investimentos foi formado em 1957, com a criação do Fundo Crescincos, que, até o início dos anos 70, era o maior fundo brasileiro. Em 1970, foi criada uma regulamentação específica por meio da Resolução 145 (MORAES, 2000).

4.1.1 – Legislação¹⁰

Tecnicamente, os fundos de investimento são produtos financeiros compostos por títulos públicos e privados, de renda fixa (pré ou pós-fixada) ou variável, provenientes de várias instituições do mercado, permitindo uma diversificação por investirem numa cesta de papéis. Sua forma de administração assemelha-se à de um condomínio predial, em que há a figura do administrador de recursos (síndico), que é responsável pela estratégia de investimentos do fundo, e do cotista (condômino), que é dono de uma fração ideal (sua participação em número de quotas); sua remuneração é consequência da estratégia adotada pelo gestor de recursos e das condições de mercado e reflete-se sobre a valorização da quota do respectivo fundo.

¹⁰ O foco de interesse desta seção são os fundos abertos de renda fixa. As informações coletadas estão baseadas na Resolução 2183 e circulares 2616, 2906 e 2958 do BACEN e instruções 409, 411 e 413 da CVM oferecidas pela Associação Nacional dos Bancos de Investimento (ANBID) em <http://www.anbid.com.br>.

Conforme SAVOIA (1990), ‘ O fundo de aplicação de curto prazo é constituído sob a forma de condomínio. É feita uma assembléia dos cotistas fundadores e definido um regulamento interno. Este documento de constituição é encaminhado ao Banco Central para aprovação prévia. Uma vez aprovada a sua constituição, são feitos os registros junto ao Ministério da Fazenda, na Junta Comercial e, a partir daí, o fundo pode começar a captar recursos junto ao público. A administração do fundo pode ser exercida por Banco Comercial, Banco de Investimentos, Sociedades Corretoras e Sociedades Distribuidoras, que deverão indicar um diretor responsável.’

Atualizando-se as observações feitas por SAVOIA (1990) à legislação vigente, observam-se dois eventos marcantes relativos ao nascimento de um fundo de investimento: a elaboração do regulamento e as formalidades jurídicas de sua constituição. O regulamento deve estar pronto para apresentação e avaliação das entidades fiscalizadoras oficiais, como o Banco Central do Brasil (BACEN) e a Comissão de Valores Mobiliários (C.V.M.).

O regulamento constitui-se no instrumento jurídico que define as relações entre as duas partes interessadas no contrato: o investidor e o administrador de recursos.

A administração do fundo pode ser exercida por banco múltiplo, banco comercial, caixa econômica, banco de investimento, sociedade de crédito, financiamento e investimento, sociedade corretora de títulos e valores mobiliários ou sociedade distribuidora de títulos e valores mobiliários. Um membro estatutário designado pela entidade administradora é responsável civil e criminalmente pela administração dos recursos dos investidores. Entre as principais obrigações legais do administrador estão a manutenção da contabilidade do fundo e a divulgação e comunicação diária dos valores das quotas. Entre as principais restrições estão as proibições de compra de quotas do próprio fundo, a realização de operações com ativos fora do mercado financeiro e a realização de promessas de rendimentos e retiradas aos condôminos.

Embora o administrador esteja impedido de comprar quotas dos próprios fundos, um outro fundo pode fazê-lo. Os fundos de aplicações em cotas (FAC)

podem destinar seus recursos à aquisição de quotas de fundos de investimento, fundos de investimento no exterior e modalidades de fundos regulamentados pela C.V.M. Os investimentos em quotas de outros fundos devem representar no mínimo 95% do patrimônio líquido do FAC. Os 5% do patrimônio líquido restantes podem ser aplicados em títulos de emissão do Tesouro Nacional ou do Banco Central, em títulos de renda fixa de emissão ou aceite de instituições financeiras ou em operações compromissadas. Os FACs representam uma interessante possibilidade de diversificação e de aumento de capilaridade, pois permitem que diferentes partes do mercado tenham acesso a um fundo destinado inicialmente a um outro segmento sem fazer com que este último perca a sua identidade.

O administrador de recursos tem liberdade de ação para aplicações e emissões de quotas, desde que respeite os limites impostos pela legislação. Neste sentido, a legislação impõe restrições gerais para uma categoria de fundos, para um tipo específico de investidor, com o objetivo evitar concentração das quotas do fundo por um único cotista ou para diluir os riscos da carteira pela diversificação de seus ativos financeiros. Entre as principais regras estão o teto de 10% do patrimônio líquido do fundo para emissões de uma mesma pessoa jurídica, de empresas coligadas, do estado e do município, fundo de investimento ou pessoa física e o limite de emissões de 20% do patrimônio líquido do fundo para uma mesma instituição financeira. Entende-se como patrimônio líquido do fundo a soma algébrica do disponível com o valor da carteira, e os valores a receber menos as exigibilidades.

De acordo com a legislação vigente, os regulamentos devem conter, no mínimo, esclarecimentos sobre: taxa de administração, demais taxas ou despesas, política de investimento, condições de emissão e resgates de quotas, prazos de valorização de quotas e critérios de divulgação de informações aos cotistas.

As taxas, despesas e prazos são iguais para todos os condôminos. A instituição administradora deve estipular remuneração a ser recebida pela prestação do serviço de administração do fundo: a taxa de administração. Entretanto, uma vez

estabelecida, essa taxa somente pode ser elevada por decisão da assembléia geral de condôminos.

A política de investimento visa caracterizar o segmento de mercado em que atuará o fundo. O regulamento deve informar: as características gerais de atuação do fundo, composição da carteira, os riscos operacionais envolvidos e a realização de aplicações que coloquem em risco o patrimônio do fundo.

Os fundos definidos como de condomínio aberto permitem aos cotistas solicitar resgates de suas quotas a qualquer tempo. As quotas devem ser nominativas, intransferíveis e mantidas em conta de depósito em nome de seus titulares. Na emissão das quotas (ato de investimento) deve ser utilizado o valor da quota em vigor no horário de fechamento dos mercados em que o fundo atue. O prazo de resgate não deverá ser superior a 5 (cinco) dias úteis contados da data de conversão de quotas. Quando for o caso, respeitar-se-á o prazo de carência estipulado no regulamento para o resgate das quotas.

O administrador de recursos deve fornecer ao BACEN as seguintes informações diárias: saldo das aplicações, valor do patrimônio líquido, valor da quota, valores totais das captações e dos resgates no dia e as posições mantidas em mercados de derivativos. Aos cotistas é obrigatória a divulgação dos seguintes itens: (i) saldo e valor das quotas no início e final do período e a movimentação ocorrida ao longo do mesmo; (ii) rentabilidade do fundo auferida entre o último dia útil do mês anterior e o último dia útil do mês de referência do extrato.

Por ser o fundo de investimento constituído de uma assembléia geral de cotistas, a ela cabem determinadas tarefas e obrigações, como: deliberar sobre as demonstrações financeiras, alterar o regulamento; deliberar sobre a substituição da instituição administradora, a alteração do regulamento e a modificação da política de investimento; decidir sobre o aumento da taxa de administração e definir sobre transformação, fusão, cisão ou liquidação do fundo.

O regulamento do fundo deve ser registrado em cartório de títulos e documentos e, num prazo de 5 dias contados da sua ocorrência, ser comunicado à Delegacia Regional do Banco Central a que estiver jurisdicionada a instituição administradora. O BACEN pode determinar alterações no seu conteúdo.

4.1.2 – Estrutura e Classificação

De acordo com a sistemática relatada, os órgãos reguladores relacionados ao mercado de fundos de investimento são:

a) Conselho Monetário Nacional (C.M.N.)

Tem como função definir as diretrizes de atuação do mercado, mais especificamente por meio do Ministério da Fazenda, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), presidência do Banco do Brasil e sete membros nomeados pelo Presidente da República.

b) Banco Central (BACEN)

Atua como fiscalizador das demais instituições financeiras no que se refere ao cumprimento das normas impostas pelo C.M.N.

c) Tesouro Nacional (T.N.)

Responsável pela emissão de títulos como instrumentos da política monetária ou financiamento da dívida pública.

d) Comissão de Valores Mobiliários (C.V.M.)

Subordinada ao Ministério da Fazenda, é responsável pela regulamentação e fiscalização do mercado de valores mobiliários.

Os investimentos em Títulos podem ser praticados por pessoas físicas ou jurídicas por meio dos agentes do mercado (instituições financeiras). Entende-se que Títulos são ativos (bens mobiliários) que possuem características distintas no que se refere à renda (variável ou fixa), prazo (determinado ou indeterminado) e emitente (público ou privado).

Os principais títulos negociados no Sistema Financeiro Nacional e utilizados na composição dos fundos de investimento são listados a seguir.

Certificado de Depósito Interbancário (CDI)

Título de renda fixa que oferece liquidez no mercado interbancário e permite a troca de recursos entre as instituições. As negociações são feitas entre as tesourarias das instituições sem a incidência de impostos, são fechadas por meios eletrônicos e registradas na CETIP (Central de Custódia e Liquidação de Títulos). Sua taxa é divulgada diariamente para operações de um dia ou prazos superiores (30/60 ou mais dias). Geralmente, as taxas são anuais.

Certificado de Depósito Bancário (CDB)

Títulos emitidos por bancos comerciais que têm como lastro os depósitos à vista da instituição emissora. As taxas modificam-se diariamente e são expressas em termos anuais para um prazo de trinta dias.

Debêntures

Títulos emitidos por uma sociedade anônima para captação de recursos. Podem ser convertidos em ações de acordo com as condições estipuladas pelo emissor.

Títulos Públicos

Títulos emitidos pelo Banco Central do Brasil, Estados, Municípios e Distrito Federal com características próprias de prazo e remuneração. Como exemplo tem-se as Notas do Tesouro Nacional (NTN) e os Títulos Estaduais e Municipais. Ao longo dos anos, os fundos de investimento evoluíram de uma simples divisão entre fundos de renda fixa e renda variável até classificações mais sofisticadas que incorporam a natureza dos diferentes ativos utilizados, dos seus respectivos riscos, tempo de maturação dos ativos e o referencial de avaliação do desempenho esperado. A legislação vigente classifica o mercado de fundos nas categorias descritas a seguir.

Fundos de Curto Prazo

Compostos por uma carteira de títulos indexados à taxa do sistema de custódia e liquidação de títulos públicos (Selic) ou títulos indexados a índices de preços com prazo máximo de 375 dias.

Fundos Referenciados

Compostos por uma carteira de títulos cujo desempenho esteja o mais próximo possível de um índice de referência (CDI, dólar, euro, inflação). Um fundo é considerado referenciado se possuir, no mínimo, 80% de seu patrimônio líquido representado por títulos de emissão do T.N. ou do BACEN e se, no mínimo, 95% de sua carteira estiver composta por ativos financeiros que acompanhem direta ou indiretamente um indicador de desempenho.

Fundos de Renda Fixa

Representados por uma carteira de ativos com, no mínimo, 80% em ativos de renda fixa.

Fundos Cambiais

Fundos com uma carteira composta por ativos com, no mínimo, 80% relacionados diretamente à variação cambial.

Fundos Multimercados

Segmento de fundos que possuem políticas de investimentos que envolvam vários fatores de risco (taxa de juros, índice de ações, índice de preços) sem o compromisso de concentração em nenhum fator em especial.

Fundos Dívida Externa

São fundos com, no mínimo, 80% do seu patrimônio líquido investido em títulos dívida externa de responsabilidade da União.

Fundos de ações

Fundos compostos por uma carteira com, no mínimo, 67% em ações admitidas à negociação no mercado à vista de bolsa de valores ou entidade de balcão organizado.

As séries históricas do mercado de fundos de investimento brasileiro mostram uma elevada concentração patrimonial entre os dez maiores administradores de

recursos, conforme mostrado pela tabela 4.1 a seguir. De acordo com as tendências de fusões e aquisições do mercado bancário mundial há uma expectativa de aumento da concentração para os próximos anos. Ao longo de 32 anos, foram criados 2.811 fundos de investimento e 1.843 fundos de quotas, num total de 4.654 fundos.

Tabela 4.1 – Participação dos 10 maiores administradores de recursos no mercado brasileiro

Ano	Patrimônio Líquido dos 10 maiores (R\$ bi)	Participação dos 10 maiores (%)
1997	77,37	61
1998	98,21	68
1999	146,69	67
2000	202,89	69
2001	248,63	73

Fonte: Elaborado pelo autor

Fonte: DAVID (2001)

Em termos de composição de títulos, o mercado de fundos é, também, concentrado. Há uma predominância e preferência por fundos de renda fixa e DI, conforme mostrado pela tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Composição do mercado brasileiro de fundos

Categoria	Patrimônio Líquido (R\$ bi)	Participação (%)
Renda Fixa	171	35,79
DI	111,6	23,35
Ações	31,6	6,61
Cambiais	5,5	1,16
Mistos	132,3	27,68
Privatização	5,2	1,09
Outros	20,6	4,32
Total	477,8	100

Fonte: Elaborado pelo autor

Fonte: ANBID (nov. 2003)

4.1.3 – Regulamentação Bancária¹¹

A compreensão sobre os conceitos de risco e incerteza no mercado financeiro evoluiu de uma abordagem de prevenção patrimonial contra eventos tais como incêndios, roubos e danos físicos às instalações até um entendimento mais sofisticado, em que a administração do risco passa a ser a criação de salvaguardas de quaisquer eventos identificados como geradores de consequências financeiras adversas.

Há inúmeras apreciações a respeito do conceito de risco que geralmente partem de seu conceito puro, extrapolando-o gradativamente até o conceito específico de risco presente em cada situação empresarial sujeita a fatores internos e externos.

Dessa forma, o risco pode ser:

- a) Especulativo
Ganhar ou perder. Ex. Aplicação no mercado de ações.
- b) Puro
Só perde. Ex. Risco associado à colisão de um carro.
- c) Financeiro
Resultante do risco de transações financeiras
- d) Ambiental
Ex. Poluição
- e) Segurável
Aquele que pode ser transferido para uma companhia de seguros.

¹¹FAMÁ, R. **Fundamentos da gerência de risco**. São Paulo, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, 22 maio 2003. Notas de aula do curso de Teoria Avançada de Finanças, São Paulo, 2003.

Sob a ótica bancária, o risco abrange tudo que impacta sobre o capital, podendo ser consequência de vários eventos, esperados ou não. Muito embora os riscos bancários estejam atrelados às operações bancárias clássicas (empréstimos), o serviço bancário evoluiu em função da tecnologia, do aumento da competitividade, da mudança de hábitos e sofisticação dos clientes e da dinâmica da legislação.

A compreensão sobre o risco pode ser dividida nos grupos elencados a seguir¹².

Risco de crédito

É o risco de os empréstimos não serem honrados de acordo com as cláusulas contratuais estabelecidas. Ex. Concordata Parmalat 2003-2004.

Risco de mercado

Refere-se aos agentes do mercado que atuam com instrumentos de títulos, ações, taxas de juros, taxas de câmbio e commodities. Ex. Falta de liquidez ocorrida no segundo semestre de 2002 no mercado brasileiro.

Risco da taxa de juros

É a exposição da situação financeira do banco a movimentos adversos das taxas de juros. Ex. Aumento da taxa de juros no mercado norte-americano.

Risco do país

É o risco referente ao ambiente social, político e econômico do país tomador de empréstimo. Ex. *rating* de risco do país mensurado e divulgado por agências internacionais.

¹² Deste ponto até o fim da seção serão usados os conceitos e argumentos apresentados por JORION (2003).

Risco operacional

Envolve falhas em controles internos da instituição. Essas falhas podem originar perdas financeiras devido a fraudes, erros, falta de desempenho adequado ou interesses adquiridos entre o banco e os agentes financeiros que conduzam os negócios a uma forma de gestão imprudente. Ex. Falha no sistema de processamento de dados do banco.

Risco legal

É o risco de depreciação que os ativos financeiros podem sofrer por aconselhamento legal incorreto ou por falha na documentação. Ex. Erro na avaliação das garantias exigidas para a concessão de um crédito imobiliário.

Risco de liquidação

É o comprometimento do caixa do banco ocorrido pelo não pagamento de grandes empréstimos concedidos a clientes ou pela inadimplência de agentes financeiros internacionais.

Risco de imagem

É o risco devido à perda da reputação do banco junto ao mercado.

As práticas de administração de risco bancário sofreram uma grande alteração desde que o Comitê da Basiléia sobre a Fiscalização Bancária introduziu o Acordo de Capital em 1988. Nessa primeira versão, o acordo focalizava o montante de capital bancário necessário para a redução do risco de insolvência ou liquidação bancária (Razão de Cooke) e o custo operacional de uma falha para os depositantes. O capital mínimo exigido seria de 8% dos ativos do banco ponderados pelo risco. Neste sentido, o acordo fornecia uma opção única de mensuração de risco para os bancos com atuação internacional. O acordo também estabelecia limites sobre tomadas excessivas de risco, ou restrições para grandes riscos, definidos como posições que excedam 10% do capital de um banco e devem ser reportadas às autoridades reguladoras. No entanto, conforme mostrado, os riscos bancários apresentam-se de diversas formas e variam de acordo com as circunstâncias locais e internacionais,

originando diferentes formas de avaliação e administração. A partir de abril de 1995, permitiu-se que alguns bancos usassem seus próprios sistemas para avaliação de seus riscos de mercado, pois foi reconhecido que, em muitos casos, eram mais complexos e sofisticados que os propostos pelas autoridades reguladoras.

Ciente de que a proposta inicial focava principalmente o risco de crédito, o Comitê de Basiléia elaborou outras três propostas sobre o risco de mercado (como a taxa de juros): o modelo padrão, o modelo interno e o modelo de comprometimento. O modelo padrão fundamenta-se na abordagem de elementos básicos. O conceito de *Value at Risk*¹³ (VAR) ou risco sobre o capital é calculado para carteiras expostas ao risco de taxa de juro, de taxa de câmbio, de ações e de *commodities*. O VAR total do banco é obtido a partir da soma dos VARs das quatro categorias. O modelo interno é fundamentado da seguinte forma: (i) o cálculo do VAR deve ser feito com base num conjunto de entradas quantitativas uniformes como: horizonte de dez dias de negociação, intervalo de confiança de 99% e período de observação com base em pelo menos um ano de dados históricos atualizados, no mínimo, uma vez por trimestre; (ii) as correlações podem ser reconhecidas dentro de grandes categorias (como renda fixa); (iii) o encargo de capital é definido como o maior entre o VAR do dia anterior e o VAR médio dos últimos 60 dias úteis, multiplicado por um fator de histeria, cujo valor exato deve ser determinado pelas autoridades reguladoras locais, sujeito ao piso de 3. O propósito desse fator é fornecer proteção adicional contra perdas não previstas nos dados históricos levantados; (iv) um componente de penalidade é agregado ao fator multiplicativo, caso as avaliações posteriores revelem que o modelo interno do banco esteja projetando riscos de forma incorreta.

O método de mensuração interna pressupõe a existência de uma infraestrutura composta por sistemas que permitam a identificação, avaliação e o rastreamento do risco de perda operacional, bem como um banco de dados de perdas associadas ao histórico de atividades realizadas pela instituição.

¹³ Este método será melhor discutido nos capítulos seguintes.

Sob o modelo de comprometimento, o banco estaria previamente comprometido com uma perda transacional máxima sobre um determinado horizonte, a qual se tornaria encargo de capital para o risco de mercado. Com a emissão trimestral de relatórios, o supervisor observaria se as perdas transacionais estariam excedendo o limite. Se o estivessem, o banco sofreria uma pena, que poderia incluir multas, disciplina regulatória ou maiores encargos de capital no futuro.

Dessa forma, pretende-se oferecer métodos mais abrangentes que proporcionem mais solidez, segurança e eficiência na gestão de riscos do sistema financeiro internacional.

4.2. O Processo de Desenvolvimento de Fundos de Investimento

A primeira instituição financeira pesquisada é o banco 1, posicionado entre os dez maiores administradores de fundos no Brasil e com uma presença mundial abrangente. O banco de investimentos pertencente ao conglomerado financeiro possui razão jurídica própria com autonomia para as decisões de administração dos recursos de seus investidores, com aproximadamente, 80 fundos abertos em carteira, cobrindo todos os segmentos. Os gestores possuem conhecimento conceitual sobre as metodologias de desenvolvimento de produtos, mas ainda sem uma tradução num processo formal.

O processo genérico de desenvolvimento de fundos dessa instituição será demonstrado na figura 4.1. Na primeira etapa de concepção ou idéia têm-se como principais fontes para a criação de fundos a identificação de oportunidades de mercado, o *benchmarking* e, principalmente, mudanças ou brechas na legislação. Como exemplo da primeira fonte estão os fundos lastreados em títulos indexados por indicadores de inflação (como o IGPM), que proporcionaram ganhos de rentabilidade no turbulento processo de transição política do segundo semestre de 2002. Os fundos formados sobre papéis de empresas públicas como a Petrobras, que permitiram inclusive a captação de recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), são exemplos de criação sobre mudanças de regulamentação. É comum nesta fase a contribuição das áreas de produtos e comercial do banco. A fase seguinte, predominantemente exercida pela área de produtos, caracteriza-se como uma avaliação conceitual preliminar do potencial do fundo idealizado. Faz-se um desenho do fundo com suas especificações iniciais, tais como: valor mínimo de aplicação, carência, canal de distribuição (agência de varejo, Internet) e horário de movimentação, taxa de administração e, eventualmente, taxa de performance. A partir daí, realiza-se uma análise do histórico de desempenho de produtos similares para projeções da adequação de fundo idealizado de acordo com as estratégias globais de risco e retorno estabelecidas pela instituição. A aderência do fundo com a legislação vigente é reavaliada. A etapa seguinte é marcada por uma avaliação das características do fundo proposto em outras áreas do banco para uma validação

interna em que são consideradas opiniões de profissionais externos à área de produtos, organizados em um comitê. Nesse momento, as especificações dos produtos são definidas de forma mais precisa, bem como as restrições internas e os possíveis impactos operacionais sobre toda a cadeia (ex.: como e quem fará o controle da custódia dos títulos ou como será feita a valorização diária das cotas). A viabilidade econômica dos produtos é estimada de acordo com a experiência dos profissionais do canal de distribuição. Após vencidas as etapas anteriores, a fase de operacionalização ou desenvolvimento encarrega-se dos preparativos legais para a constituição e divulgação do fundo aprovado. Normalmente, não são realizados testes que possam a priori avaliar as possibilidades de sucesso posterior do fundo. As simulações, quando praticadas, são destinadas ao atendimento de condições particulares definidas por legislação ou impostas por investidores (ex.: investidores qualificados como seguradoras). Entre essas práticas de testes destaca-se o lançamento em um segmento específico. Na etapa final de divulgação ou lançamento, realiza-se, por um período de 2 a 3 meses, o acompanhamento do desempenho do fundo (captação, rentabilidade, risco) em comparação aos concorrentes.

O tempo médio total do ciclo de desenvolvimento varia entre 2 e 6 meses, divididos da seguinte forma:

- a) Concepção / Avaliação Conceitual / Avaliação Interna - de 2 a 3 meses
- b) Operacionalização / Lançamento – de 2 a 3 meses

Os gestores dessa instituição avaliam o sucesso do fundo pela captação efetivada em relação à expectativa que se tinha no seu lançamento.

Figura 4.1 – Fluxo ideal do processo de DNP do banco 1

A segunda instituição financeira pesquisada é o banco 2, sob controle privado brasileiro e com uma área de gestão de recursos de terceiros posicionada entre os cinco maiores administradores de fundos no Brasil. De uma forma geral, devido a sua grande participação de mercado e à segmentação da sua clientela, essa instituição é considerada como um dos termômetros da indústria. A destacada importância atribuída ao uso de recursos eletrônicos somada a uma extensa rede proprietária de auto-atendimento faz com que a tecnologia ou automação bancária seja uma importante variável de decisão em todas as etapas do desenvolvimento de fundos de investimento. Os gestores possuem conhecimento conceitual sobre as metodologias de desenvolvimento de produtos.

O processo genérico de desenvolvimento de fundos dessa instituição será demonstrado na figura 4.2. Na etapa de concepção ou idéia nota-se que a grande diferença em relação à primeira instituição está no fato que a área de produtos, aproveitando-se das oportunidades existentes e de ter uma visibilidade privilegiada de todo o processo produtivo, é a grande fomentadora das iniciativas de desenvolvimento de novos produtos. Nas demais fases, há uma grande semelhança entre os processos. A fase de avaliação conceitual também é predominantemente exercida pela área de produtos como uma avaliação conceitual preliminar do potencial do fundo idealizado. Faz-se um desenho do fundo com suas especificações iniciais, tais como: taxa de administração diferenciada de acordo com o perfil do cliente, aplicação mínima inicial, prazos de aplicação e resgate, política de investimento, horário de movimentação adequado ao canal de atendimento e baixa automática (conta remunerada com resgate automático do fundo de investimento). Realiza-se uma análise do histórico de desempenho de produtos similares para projeções da adequação de fundo idealizado de acordo com as estratégias de risco e retorno estabelecidas pela instituição. A aderência à legislação vigente é reavaliada. A etapa de avaliação interna analisa e discute as características do fundo proposto com outras áreas do banco para uma validação interna em que são consideradas opiniões de profissionais externos à área de produtos. Desta maneira, as especificações dos produtos são definidas de forma mais precisa, bem como as restrições internas e os possíveis impactos operacionais sobre toda a cadeia. A

viabilidade econômica dos produtos é estimada de acordo com a experiência dos profissionais do canal de distribuição. A fase de operacionalização ou desenvolvimento encarrega-se dos preparativos legais para a constituição e divulgação do fundo aprovado. De forma análoga à primeira instituição, não são realizados testes que possam avaliar com antecedência as possibilidades posteriores de sucesso do fundo. As práticas de testes existentes são focadas no treinamento da rede de distribuição, principalmente os gerentes de agência, para esclarecimento e orientação sobre as características do novo produto a ser comercializado. Após o lançamento, realiza-se o acompanhamento do desempenho do fundo (captação, rentabilidade, risco) em comparação à indústria.

O tempo médio total do ciclo de desenvolvimento normal de um fundo oscila entre 15 e 30 dias, divididos da seguinte forma:

- a) Concepção / Avaliação Conceitual / Avaliação Interna - 15 dias
- b) Operacionalização / Lançamento – 15 dias

Os gestores dessa instituição avaliam o sucesso do fundo de acordo com os seguintes critérios:

- a) Rentabilidade do fundo comparada com concorrentes escolhidos como referenciais
- b) Aumento da base de clientes
- c) Atração de novos clientes
- d) Velocidade de evolução do patrimônio líquido

Figura 4.2 – Fluxo ideal do processo de DNP do banco 2

A terceira instituição financeira pesquisada é o banco 3, um banco brasileiro de controle estatal posicionado entre os cinco maiores administradores de fundos de investimento no Brasil. A proximidade e o alinhamento natural com as estratégias do governo permite-lhe ações diferenciadas em relação aos concorrentes privados. Dessa forma, a instituição vem obtendo expressivos resultados na administração de fundos com objetivos setoriais, como os vinculados à Petrobras. Por opção estratégica, essa instituição não possui fundos com rentabilidade atrelada à variação cambial na sua carteira.

O processo genérico de desenvolvimento de fundos dessa instituição será demonstrado na figura 4.3. Na etapa de concepção ou idéia percebe-se novamente a influência da área comercial como fomentadora das idéias de desenvolvimento de novos produtos feitos de forma ativa por meio de solicitações dos gerentes de rede ou de consultas realizadas pela área de produtos com a área comercial. Nas demais fases, há uma grande semelhança entre os processos anteriores. Faz-se um desenho do fundo com suas especificações iniciais do público alvo, tais como: valor mínimo e máximo de aplicação, valor das aplicações subsequentes, valor mínimo de resgate, horário de movimentação e taxa de administração. A partir daí, realiza-se uma análise inicial de viabilidade pela comparação com o histórico de desempenho de produtos similares e circunstâncias econômicas de momento para projeções da adequação do fundo idealizado de acordo com as expectativas de risco e retorno estabelecidas pela instituição. A etapa seguinte é marcada por uma avaliação das características do fundo proposto realizada em outras áreas do banco para uma validação interna onde são consideradas opiniões de profissionais externos à área de produtos. Nesse momento, as especificações do produto são definidas de forma mais precisa. Vencidas as etapas anteriores, a fase de operacionalização ou desenvolvimento encarrega-se dos preparativos legais para a constituição e divulgação do fundo aprovado. Essa instituição faz uma audiência prévia com os gerentes comerciais, configurando-se como um treinamento avançado para testar e reforçar as características do produto a ser lançado, além de visualizar as chances de sucesso do produto por comparação com a análise de desempenho de produtos

similares pela concorrência. Após o lançamento, realiza-se o acompanhamento do desempenho efetivo do fundo (captação, rentabilidade, risco) em comparação à indústria.

O tempo médio total do ciclo de desenvolvimento normal de um fundo varia entre 30 e 90 dias, divididos da seguinte forma:

- a) Concepção / Avaliação Conceitual / Avaliação Interna - 15 a 30 dias
- b) Operacionalização / Lançamento – 30 a 60 dias

Os gestores dessa instituição avaliam o sucesso do fundo de acordo com os seguintes critérios:

- a) Captação em R\$ do patrimônio líquido comparado com o histórico de captação de fundos similares.
- b) Rentabilidade em relação à concorrência.

Figura 4.3 – Fluxo ideal do processo de DNP do banco 3

4.3. Conclusão

A descrição do mercado brasileiro de fundos de investimento sobre os prismas legislativo, estrutural e empírico permite uma série de conclusões indicativas para os propósitos desta pesquisa. A combinação dessas fontes evidenciou as variáveis relevantes para a caracterização do produto, os diferentes processos utilizados pelos gestores de recursos e a carência de testes preliminares realizados durante a fase de desenvolvimento que possibilitem uma maior chance de sucesso posterior do produto. A investigação da legislação pertinente aos fundos de investimento serviu como referencial para compreensão dos procedimentos necessários para a caracterização jurídica das relações entre investidores e administradores de recursos. Essas relações, por sua vez, determinam as variáveis essenciais para a especificação do produto, conforme apresentado na tabela 4.3 a seguir.

Tabela 4.3 – Variáveis para especificação de fundos de investimento

Variável	Descrição
Taxa de administração	Remuneração a ser recebida pela instituição prestadora do serviço de administração do fundo. Geralmente, definido como um percentual anual aplicado sobre o patrimônio líquido.
Taxa de performance	Remuneração eventualmente recebida pela instituição por ter alcançado desempenho superior ao índice de referência do fundo.
Patrimônio líquido	Soma algébrica do disponível com o valor da carteira, mais os valores a receber, menos as exigibilidades.
Ativos	Natureza dos títulos que integram a carteira do fundo.
Aplicação inicial mínima	Valor mínimo exigido para a aplicação inicial.
Aplicação mínima	Valor mínimo exigido das aplicações subsequentes.
Aplicação máxima	Valor máximo de aplicação.
Resgate mínimo	Valor mínimo admitido para resgate de cotas.
Horário de movimentação	Horários limites definidos para solicitação de aplicação ou resgate.
Prazo de conversão	Prazo compreendido entre a data de solicitação da aplicação e a data usada para conversão da aplicação em cotas do fundo.
Prazo de resgate	Prazo compreendido entre a data de solicitação de resgate e a data de efetivo crédito do valor das quotas na conta do investidor.
Prazo de aplicação	Prazo compreendido entre a data de solicitação de aplicação e a data da efetiva disponibilidade dos recursos oferecidos pelo investidor à instituição financeira administradora.
Carência	Prazo mínimo de permanência da aplicação no fundo.

Fonte: Elaborado pelo autor

A legislação acompanha a prática comercial existente entre as partes interessadas e é uma fonte relevante para a especificação de serviços em geral (apêndice I). De forma geral, os gestores avaliam o sucesso de um novo fundo pela captação alcançada em relação à expectativa inicial estabelecida durante o lançamento. Essa prática está de acordo com o estudo de STOREY;KELLY (2001) que concluíram que o lucro (sustentável no longo prazo), o crescimento de vendas, a satisfação dos clientes e a eficiência do processo foram os indicadores mais destacados para avaliação da performance no desenvolvimento de novos serviços em diferentes grupos de empresas do setor de serviços pesquisados no Reino Unido (incluindo bancos). A leitura do estudo dos autores sobre a indústria de fundos de investimento pode ser interpretada da seguinte forma: lucro ou rentabilidade (margem de contribuição da taxa de administração), crescimento de vendas (captação em dinheiro refletida sobre o aumento do patrimônio líquido ou quantidade de quotas emitidas), satisfação dos clientes (relação retorno sobre o risco) e eficiência (velocidade de desenvolvimento e lançamento de novos produtos).

As tendências recentes sobre a gestão de riscos bancários destacados no Acordo de Basiléia II reforçam a necessidade de testes específicos que aumentem a confiabilidade¹⁴ dos produtos quando submetidos a eventos geradores de consequências financeiras adversas. Esse aspecto é de grande relevância para os investidores, pois, em geral, as aplicações feitas nos fundos brasileiros não são cobertas pelo seguro bancário, caracterizando uma relação de risco para o seu capital (ex.: falência dos bancos Marka e FonteCindam em janeiro de 1999). A ênfase genérica sobre uma metodologia única de avaliação de um requisito mínimo de capital para fazer frente aos riscos bancários evoluiu para sofisticadas metodologias de mensuração segmentadas que consideram diferentes categorias de riscos, como, por exemplo, o risco operacional. Sob essa nova ótica, os conceitos de eventos aleatórios, perdas relativas, perda total e falha passam a ter um papel significativo na gestão de riscos bancários.

¹⁴A habilidade de um sistema, produto ou serviço para desempenhar suas funções de acordo com o esperado, durante certo intervalo de tempo.

Como exemplos dessas novas tendências sobre a prestação dos serviços de administração de recursos de terceiros têm-se: patrimônio líquido do fundo insuficiente contra os eventos identificados como perdas, prazos de resgate ou aplicação inapropriados para as características do mercado alvo, período de carência inadequado ou subavaliação do risco de mercado da carteira de títulos (perda).

Os testes aplicados no mercado consistem em indicadores de performance que procuram, num só valor, agregar informações concomitantes acerca do risco e do retorno das carteiras, avaliadas com base em dados passados relativos à fase pós-lançamento dos fundos (BRANDÃO, 1999). Conforme BRANDÃO (1999), várias entidades calculam e divulgam periodicamente o desempenho de fundos de investimento destacando-se entre elas o Laboratório de Finanças FIA/FEA-USP, a ANBID e o Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais (IBMEC). Os principais indicadores aplicados e divulgados por essas entidades são descritos, resumidamente, a seguir.

Índice de Jensen

Capta o diferencial entre o retorno observado do ativo ou da carteira avaliada e o retorno de uma carteira de mesmo risco.

Índice de Treynor

Indica o excesso de retorno da carteira em relação à taxa livre de risco (por exemplo, a poupança) verificado por unidade de risco sistemático (relacionada à conjuntura política e econômica).

Índice de Sharpe

Mede o retorno em relação ao risco total da carteira através do desvio-padrão dos retornos da carteira avaliada.

Índice de Modigliani

É a diferença entre o retorno da carteira analisada e o retorno do mercado.

Índice de Sortino

Semelhante ao índice de Sharpe, diferenciando-se apenas no que diz respeito à medida de risco, utiliza o conceito de semi-variância ao invés de variância.

Valor Teórico Mínimo

Consiste no menor valor que um capital de R\$ 1.000,00 (mil reais) assumiria ao final de um período com 95% de probabilidade.

Market Timing

Avalia a habilidade do administrador em antecipar altas e baixas do mercado.

Observa-se que os testes aplicados pelo mercado financeiro são voltados para o período pós-desenvolvimento dos fundos quando eles já estão em regime operacional, não havendo propostas de testes específicos para a fase de desenvolvimento do produto. De acordo com as conclusões deste capítulo, reforçam-se os aspectos apresentados como objetivos deste trabalho, ou seja, testes elaborados na fase de desenvolvimento do produto que aumentem as suas chances posteriores de sucesso.

capítulo 5

PROPOSTA DE EXPERIMENTAÇÃO E TESTES

Capítulo 5

PROPOSTA DE EXPERIMENTAÇÃO E TESTES

Os teóricos são pensadores, os experimentadores são artesãos...

O experimentador desenvolve uma intimidade com a matéria, tal como o escultor com a argila, lutando com ela, dando-lhe forma, empenhando-se.

James Gleick¹⁵

Nos capítulos 3 e 4 foram descritos os testes aplicados no desenvolvimento dos produtos industriais analisados, as variáveis que especificam um fundo de investimento, os fatores considerados para avaliação do sucesso do lançamento de novos fundos e os testes praticados pelo mercado financeiro para avaliação do desempenho de fundos de investimento já constituídos. Todos os testes descritos podem ser agrupados da seguinte forma:

- a) Testes dos produtos industriais analisados na fase de desenvolvimento
 - ✓ Resistência estrutural
 - ✓ Limites operacionais
 - ✓ Reparabilidade
 - ✓ Durabilidade
 - ✓ Estabilidade
- b) Testes dos produtos financeiros constituídos e fatores críticos de sucesso
 - ✓ Indicadores de performance (relação retorno/risco)
 - ✓ Crescimento de vendas (patrimônio líquido da carteira)
 - ✓ Lucro ou rentabilidade (margem de contribuição)

¹⁵ **Caos:** a criação de uma nova ciência (1990).

Embora sob diferentes rótulos, os objetivos dos testes são conceitualmente similares, podendo ser empregados tanto para propósitos industriais como financeiros. Quando vistos em conjunto, eles são complementares, caracterizando uma categoria de testes híbridos que relacionam aspectos operacionais, financeiros, comerciais e mercadológicos.

Individualmente, os testes são compreensíveis e justificados, pois são realizados para um propósito específico ou sobre um produto conhecido e, em muitos casos, tangível. Eles podem ser vistos como respostas às perguntas “o que” e “como” são feitos, no entanto, não respondem adequadamente por que estão sendo realizados. A formulação de uma ou várias propostas de testes sobre um produto intangível em fase de projeto necessita de uma organização racional e didática que integre esses aspectos, ou seja, uma metodologia.

Muitas são as metodologias e ferramentas de suporte à gestão do processo de desenvolvimento de produto (PDP) que são usadas para combinar qualidade, tempo e produtividade para obtenção de um PDP eficiente e eficaz. Entre elas estão as metodologias estatísticas que realizam descrições, análises e correlacionam dados da produção, mercado e desenvolvimento para solucionar problemas e falhas que surgem ao longo do PDP (FERREIRA; TOLEDO, 2001). Nessa categoria, destacam-se algumas metodologias consagradas na gestão da qualidade, tais como:

1) *Design of Experiments* (DOE)/Taguchi

Determina a função perda do produto e otimiza-a, empregando técnicas estatísticas e determinando os parâmetros ótimos de projeto para minimizar os fatores de ruído. Propõe projetos robustos que eliminem os defeitos.

2) Confiabilidade

Define o sistema analisado, identificando suas falhas potenciais e fazendo, em seguida, um estudo qualitativo e quantitativo da sequência de falhas por meio de testes reais e simulados que quantificam os efeitos de uma falha e os riscos para pessoas, o meio ambiente e danos materiais.

3) Análise do Modo e Efeito de Falha (FMEA)

Analisa e classifica as falhas potenciais no projeto do produto e do processo, propondo ações de melhorias. Entre os principais objetivos dessa técnica estão a redução do tempo de desenvolvimento de processo e a avaliação dos modos potenciais de falhas e seus efeitos, indicando as causas e ações que possam eliminar ou reduzir suas chances de ocorrência.

Segundo FERREIRA;TOLEDO (2001), todos os métodos acima citados são praticados na fase de Engenharia do Produto (testes e protótipos) na indústria de autopeças brasileira, com destaques para o FMEA e o DOE/Taguchi. O objetivo comum de todas as metodologias é aumentar a confiabilidade dos produtos durante o processo de desenvolvimento, identificando os modos potenciais de falhas operacionais e suas causas e propondo ações que possam eliminar ou reduzir as suas chances de ocorrência.

Neste capítulo serão combinados os conceitos dos testes descritos nas seções anteriores com as metodologias de gestão da qualidade para fundamentar as propostas de experimentação de fundos de investimento. Não haverá uso exclusivo de um método de gestão da qualidade, mas de fragmentos conceituais das várias metodologias consideradas apropriadas para a análise do processo de desenvolvimento. Os conceitos serão introduzidos na medida que forem empregados durante a análise. O propósito do esforço empregado neste capítulo é uma identificação potencial e qualitativa das falhas que possam ocorrer no processo de desenvolvimento dos produtos analisados para que estas sejam contempladas nos testes a serem propostos. Essa forma de combinação de metodologias como suporte ao desenvolvimento de produtos está alinhada com outros trabalhos já apresentados (PULLMAN; MOORE; WARDELL, 2002).

5.1. Análise dos Fatores Potenciais de Falhas

Como ressaltado na seção anterior, as metodologias estatísticas contribuem para o aumento da confiabilidade por meio da identificação, quantificação, eliminação ou redução das falhas durante a fase de desenvolvimento do produto. O ponto de partida para essa tarefa é a análise e compreensão do processo operacional a que será submetido o produto. A figura 5.1 a seguir faz uma demonstração dos principais eventos da gestão de fundos. As solicitações dos investidores são feitas por meio de diferentes canais de comunicação até o administrador de recursos que efetuará o atendimento na mesa de operações de mercado. Os títulos que fazem a composição da carteira dos fundos são negociados com o respectivo mercado de acordo com a categoria a que pertencem. Nesse momento e no decorrer de toda vida útil do fundo, vários fatores externos dinâmicos agem sobre a negociação, influenciando na valorização e liquidez¹⁶ dos títulos. Após o término das negociações e de acordo com a natureza do pedido, o administrador de recursos credita ou debita a solicitação feita na respectiva conta de investimentos. As demais atividades pertinentes à gestão do fundo são realizadas e divulgadas conforme mostrado na figura 5.1.

¹⁶ Entendida como negociabilidade.

Figura 5.1 - Fluxo operacional simplificado da gestão de fundos de investimento

Fonte: Elaborado pelo autor

O exame da figura 5.1 salienta vários pontos críticos na relação entre o administrador de recursos e o investidor. Alguns deles serão descritos a seguir com o uso do procedimento de análise de árvore de falhas que ampliará a visibilidade das relações de causas e efeitos das mesmas. A figura 5.2 apresenta as possíveis falhas que podem interferir ou mesmo impedir as atividades de solicitação de resgate ou aplicação. A figura 5.3 mostra as falhas que podem originar uma baixa rentabilidade do fundo sob a ótica do investidor e do administrador de recursos. Essas possibilidades estão relacionadas com os riscos descritos no capítulo 4.

Figura 5.2 – Árvore de falhas potenciais para aplicações e resgates de cotas

Fonte: Adaptado de SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON (2002)

Figura 5.3 – Árvore de falhas potenciais para baixa rentabilidade do fundo

Fonte: Adaptado de SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON (2002)

A consequência de uma falha é a perda total ou parcial do produto. O método Taguchi (TAGUCHI, ELSAYED; HSIANG, 1990) propõe três etapas para a garantia da qualidade no desenvolvimento de projetos de produtos: projeto do sistema, projeto dos parâmetros e projeto de tolerâncias.

Na etapa do projeto do sistema, desenvolve-se um projeto de protótipo básico que desempenha as funções desejadas e exigidas de um produto com desvio mínimo de valores nominais de desempenho. Na fase seguinte, são determinados os níveis ótimos para os parâmetros de cada elemento do sistema, de modo que desvios funcionais do produto sejam minimizados. Por fim, uma vez que o projeto seja completado e que os valores ótimos dos parâmetros sejam obtidos, determina-se a tolerância de cada parâmetro individualmente, estabelecendo-se uma relação perda da qualidade-custo.

A qualidade, segundo Taguchi, é medida pelo desvio que uma característica funcional apresenta em relação ao valor esperado da mesma. Há três origens de variação das características de produtos de seus valores nominais: fatores ambientais, deterioração e imperfeições nos processos industriais. Os fatores que causam esses desvios são denominados de ruídos e resultam em perda de qualidade do produto medida por uma função perda. A proposta do método é otimizar uma função objetivo empregando técnicas estatísticas. Essa técnica permite a minimização da influência dos fatores de ruído no produto e foi denominada de Projeto Robusto (TOLEDO; AZEKA; AMARAL, 2004).

Ainda conforme o método, o limite funcional de um parâmetro ou característica funcional de um produto é determinado pelo conhecimento da engenharia do produto ou por *experimentação*.

¹⁷ O sistema bancário como um todo é alvo de tentativas variadas de fraude que se sofisticaram na mesma velocidade da evolução dos recursos tecnológicos. Portanto, a inclusão de medidas anti-fraude é um atributo necessário no desenvolvimento de novos produtos.

5.2. Caracterização dos Testes Propostos

De acordo com a análise descritiva realizada nos capítulos 3 e 4 e acrescentando-se a contribuição conceitual das metodologias estatísticas de engenharia da qualidade, os testes propostos para a gestão do processo de desenvolvimento de novos fundos de investimento devem atender às características relacionadas a seguir.

Híbridos

Aspectos operacionais, financeiros e mercadológicos devem ser combinados para uma avaliação integrada e antecipada das possibilidades de sucesso de um novo fundo. As questões operacionais relacionam-se direta ou indiretamente com as atividades habitualmente realizadas entre investidores e o gestor de recursos (aplicações e resgates). As características funcionais pertinentes a esse grupo são: carência, prazo de resgate, prazo de aplicação, prazo de conversão, horário de movimentação, aplicação mínima, aplicação inicial mínima e resgate mínimo.

As questões financeiras são relativas às fontes de rentabilidade e remuneração do gestor de recursos. As características funcionais pertinentes a esse grupo são: taxa de administração, taxa de performance, patrimônio líquido e composição da carteira de ativos.

Os aspectos mercadológicos dizem respeito a indicadores de desempenho comercial e de participação de mercado que, embora não estejam relacionados diretamente às características funcionais dos fundos, são importantes para a avaliação integrada das possibilidades de sucesso do lançamento. Fazem parte dessa categoria: base de clientes, captação de novos clientes, taxa de sucesso de venda por tipo de canal de atendimento, histórico de sucesso da instituição por tipo de fundo e metas de captação.

Falhas Potenciais

Os testes deverão permitir a atuação do gestor na minimização da influência dos fatores de ruído sobre os desvios das características funcionais do produto. Os fatores de ruído citados são os riscos sistemáticos ou de mercado expressos em indicadores, tais como: taxa de juros, inflação, taxa cambial, risco país, fluxo de aplicações e resgates etc. A simetria de propósitos entre investidores e gestores nos resultados esperados sobre um fundo de investimento direcionam as experimentações sobre falhas vinculadas aos eventos de solicitações de aplicação e resgate e sua influência sobre a rentabilidade do fundo.

As características funcionais a serem testadas são relativas aos riscos sistemáticos (administrativos) sob o controle do gestor de recursos no projeto de desenvolvimento do produto, tais como: resgate mínimo, prazo de aplicação, prazo de resgate, prazo de conversão, patrimônio líquido e carteira de ativos (liquidez).

Função Perda

A perda ocorre quando uma característica funcional da qualidade de um fundo (ex. patrimônio líquido ou a rentabilidade) desvia-se do valor nominal esperado. A quantificação da perda pode ser obtida de várias formas. TAGUCHI; ELSAYED; HSIANG (1990) propuseram uma função de perda quadrática em que o valor da perda A é igual a uma constante de proporcionalidade k multiplicada pelo desvio em relação ao valor nominal Δ elevado ao quadrado ($A = k\Delta^2$). Analogamente, o mercado financeiro utiliza o *Value at Risk* (Var) ou capital sob risco que sintetiza a maior (ou pior) perda esperada dentro de determinado período de tempo e intervalo de confiança (JORION, 2003). Uma variante deste conceito é o valor Teórico Mínimo (VTM) que consiste no menor valor que um capital de R\$ 1.000,00 (mil reais) assumiria ao final de um período com 95% de probabilidade. O VTM é empregado pelo Laboratório de Finanças da FEA-USP como um dos indicadores de avaliação do desempenho dos gestores de fundos de investimento no Brasil.

A função perda dos testes propostos será expressa pelo desvio nas características funcionais entre as variáveis determinadas e as metas estabelecidas pelos gestores do fundo no capítulo 4, tais como: captação esperada, rentabilidade do gestor, rentabilidade do cliente e risco definido pelo conceito VAR. Essa forma de análise é similar aos testes de durabilidade e estabilidade praticados sobre os produtos industriais e ao conceito de confiabilidade vistos no capítulo 3.

Características Funcionais e Limites Operacionais

Os testes devem obter como resultado os valores (níveis) ótimos assumidos pelas características funcionais (fatores ou variáveis) durante o experimento que minimizem a função perda. Assim como nos experimentos industriais, os testes devem submeter o fundo de investimento estudado às condições usuais e críticas de trabalho do produto para determinação dos seus limites operacionais.

As amplitudes dos níveis nominais atuais de desempenho das características funcionais foram obtidas por um levantamento dos fundos abertos referenciados DI oferecidos, via Internet, pelos principais administradores de recursos de terceiros no Brasil e são apresentados a seguir na tabela 5.1. As instituições foram selecionadas de acordo com a organização, facilidade de acesso dos dados e por oferecer todas as informações necessárias à análise via Internet.

Outra importante característica do processo de testes a ser proposto é a simultaneidade. Devido ao comportamento dinâmico das variáveis envolvidas, a avaliação dos impactos sobre os resultados deve ser medida de acordo com a influência da sobreposição da variação das características funcionais numa complexa rede de relações causais.

Tabela 5.1 – Amplitude dos valores nominais das características funcionais de fundos de investimento DI oferecidos pela Internet (25/03/2004)

Instituição	Fundos	Taxa de adm. (%aa)		Patrimônio Líquido (R\$ bilhões)		Aplicação Inicial Min. (R\$)		Aplicação Mínima (R\$)		Resgate Mínimo (R\$)		Prazo Resgate (dias) ¹⁸		Prazo Aplicação (dias) ¹⁸		Prazo Conversão (dias) ¹⁸	
		mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.
B. Brasil	7	0,50	4,50	0,04	3,30	200	100.000	200	5.000	200	1.000	D+ 0	D+ 0	D+ 0	D+ 0	D+ 0	D+ 0
Banespa	6	0,50	4,00	0,55	1,10	100	300.000	100	1.000	100	1.000	D+ 0	D+ 0	D+ 0	D+ 0	D+ 0	D+ 0
Boston	8	0,50	3,00	0,02	2,78	5.000	300.000	1 ¹⁹	5.000	1 ¹⁹	5.000	D+ 0	D+ 0	D+ 0	D+ 1	D+ 0	D+ 0
Bradesco	5	0,30	4,50	0,24	1,30	100	200.000	100	200.000	15	15	D+ 0	D+ 0	D+ 0	D+ 0	D+ 0	D+ 0
HSBC	7	0,50	3,50	0,02	2,30	50	300.000	15	1.000	15	1.000	D+ 0	D+ 0	D+ 0	D+ 2	D+ 0	D+ 0
Itaú	3	2,50	4,00	1,20	4,30	100	30.000	50	500	50	500	D+ 0	D+ 0	D+ 0	D+ 0	D+ 0	D+ 0
Unibanco	5	1,25	4,00	0,17	1,50	200	50.000	100	1.000	100	1.000	D+ 0	D+ 0	D+ 0	D+ 0	D+ 0	D+ 0
Geral		0,30	4,50	0,02	4,30	50	300.000	1	200.000	1	5.000	D+ 0	D+ 0	D+ 0	D+ 2	D+ 0	D+ 0

Fonte: Elaborado pelo autor

¹⁸ D representa a data da solicitação.

¹⁹ O valor 1 foi adotado para representar fundos com movimentação livre

Não há taxa de performance para os fundos DI pesquisados. Os valores da linha “Geral” são relativos às instituições da tabela.

capítulo 6

METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE UM FUNDO DE INVESTIMENTO

*Capítulo 6****METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE UM FUNDO DE INVESTIMENTO***

“A arte não é verdade. A arte é uma mentira que nos ajuda a compreender a verdade.”

*Pablo Picasso*²⁰

Embora em diferentes campos da criatividade humana, tanto a pintura como a modelagem matemática são manifestações dos esforços que o ser humano emprega na sua busca pela explicação e significado do abstrato. Neste sentido, a simulação é uma forma de arte. O capítulo 3 demonstrou que a simulação virtual vem contribuindo significativamente nas práticas de gestão empresarial com grande uso no processo de desenvolvimento de produtos, permitindo ganhos de custos, velocidade e aprendizado, extrapolando os testes para condições ambientais de difícil ou impossível reprodução física e antecipando configurações operacionais futuras para os produtos.

As vantagens e desvantagens do uso da simulação para o estudo de sistemas foram bem esclarecidas por CASSEL;MULLER (1996) ao comentarem o trabalho de LAW;KELTON (1991) :

- a) Sistemas complexos que contenham elementos estocásticos que não conseguem ser descritos perfeitamente por modelos matemáticos resolvidos analiticamente podem ser estudados por simulação.
- b) Fornece um controle melhor sobre as condições experimentais do que seria possível no sistema real, pois pode-se fazer várias replicações no modelo designando-se os valores que se deseja para todos os parâmetros.
- c) Permite a replicação precisa dos experimentos, podendo-se assim, testar alternativas diferentes para o sistema.
- d) Permite simular longos períodos em um tempo reduzido.

²⁰ Frase contida na Exposição Comemorativa dos 450 anos de São Paulo na OCA, Ibirapuera, junho de 2004.

- e) É, em geral, mais econômico que testar o sistema real e evita gastos inúteis na compra de equipamentos desnecessários.

As principais desvantagens são:

- a) Os modelos devem ser rodados várias vezes para poder se prever a performance do sistema.
- b) A simulação é muito dependente do modelo desenvolvido.
- c) A técnica de simulação não é por si só otimizante, testando somente as alternativas dadas pelo usuário.

Ainda segundo CASSEL;MULLER (1996), “uma maneira de se estudar um sistema é modificar o sistema real e verificar como ele se comporta [....] Outra maneira é a construção de um modelo que represente o sistema real. Este modelo pode ser físico ou matemático.”

ABENSUR;FISCHMANN (2002) defendem o emprego da simulação quando as variáveis selecionadas são interdependentes, ou seja, a variação em uma delas tem efeito propagador sobre todo o ambiente desde que a relação causa-efeito entre as variáveis seja regida por regras passíveis de uma modelagem matemática. Um modelo é uma representação matemática de uma empresa, mercado ou algum outro tipo de sistema fundamentado em regras baseadas em uma teoria.

ABENSUR;FISCHMANN (2002) ainda apontam uma nova restrição ao uso da simulação quando o sistema estudado for composto por numerosas variáveis e cada uma apresentar uma faixa ampla de tolerância (variabilidade). Os autores apresentam como solução para o impasse a construção de cenários factíveis a partir das configurações ambientais levantadas que possam assim restringir o campo de oscilação das variáveis e viabilizar o emprego da simulação.

De acordo com as evidências empíricas identificadas na primeira etapa da pesquisa, com as características identificadas das variáveis de configuração dos

fundos de investimento e com o respaldo científico de vários trabalhos divulgados, adotou-se a técnica da simulação para a operacionalização dos testes propostos para avaliar as possibilidades de sucesso do lançamento dos produtos.

A intenção é avaliar as possibilidades de sucesso do lançamento de um novo fundo de investimento. As variáveis selecionadas são interdependentes, ou seja, a variação em uma delas tem efeito propagador sobre todo o ambiente. No entanto, as relações de causa-efeito entre as variáveis podem ser expressas por regras passíveis de uma modelagem matemática.

Todos os relacionamentos entre as variáveis envolvidas podem ser expressos matematicamente, facilitando o uso da simulação; além disso, ela é flexível, um atributo desejável para a situação estudada e que permitirá contornar dificuldades, como a falta de dados primários sobre a quantidade de clientes de um fundo ou a sua movimentação média de aplicações e resgates. Mesmo que os bancos possuíssem essas informações, elas não seriam reveladas por configurar uma quebra de sigilo bancário.

Escolhida a técnica de análise, ainda resta um problema a resolver. As variáveis identificadas são numerosas e apresentam uma faixa ampla de tolerância (variabilidade), o que poderia inviabilizar o emprego da simulação. Para solucionar esse impasse, optou-se pela construção dos cenários factíveis a partir das configurações ambientais ocorridas nos períodos históricos escolhidos para análise, respeitando-se o ciclo de vida de um fundo. Esse procedimento está em sintonia com várias práticas e estudos adotados pelo mercado financeiro brasileiro (NETO;URBAN, 2000; MENDES, 1999). A partir da construção da trajetória mais provável de ocorrência das variáveis ambientais é apresentado um cenário factível que reduz consideravelmente a variabilidade e torna praticável o uso da simulação. As trajetórias podem ser reformuladas de acordo com as expectativas futuras dos gestores.

O objetivo do modelo proposto é avaliar qual combinação de fatores proporciona uma condição mais favorável para o lançamento do fundo de investimento. A sequência lógica da simulação é representada na figura 6.1 a seguir.

Figura 6.1- Método para Testes de Desenvolvimento de um novo Fundo

capítulo 7

METAHEURÍSTICAS

Capítulo 7

METAHEURÍSTICAS

“A vida não é um problema que tem de ser resolvido, mas sim um mistério a ser vivido”

Joseph Campbell

A palavra heurística tem sua origem no termo grego “heuriskein” que significa descobrir. Heurística é um procedimento (algoritmo) para resolver problemas por meio de uma abordagem intuitiva, em geral racional, no qual a estrutura do problema possa ser interpretada e explorada de forma a obter uma solução razoável. Como características principais dos procedimentos heurísticos destacam-se: o bom desempenho, rapidez e simplicidade que, entretanto, não têm prova de convergência e não garantem achar a solução ótima.

A partir da década de 80, há o surgimento da Metaheurística que fortalece e revigora as técnicas heurísticas por mecanismos de busca inspirados em modelos do cotidiano humano ou da natureza. Fazem parte dessa relação:

- a) Busca Tabu: faz analogia com a descoberta de uma trilha durante a escalada de uma montanha.
- b) *Simulated Annealing* (SA): analogia ao resfriamento de materiais.
- c) Algoritmo Genético (AG): faz analogia à reprodução humana com diversificação e mutação de cromossomos.
- d) *Ant System*: analogia com um sistema de busca de comida por uma colônia de formigas.
- e) Híbridos: combinação de duas ou mais técnicas.

Tanto as heurísticas como as metaheurísticas são consideradas poderosas ferramentas de busca capazes de obter boas soluções em curto espaço de tempo computacional sobre problemas que não possuem solução matemática exata. Elas partem de uma solução inicial viável para o problema e fazem melhorias sucessivas até alcançar um critério de parada pré-definido. Após o término do processo,

seleciona-se a solução com melhor desempenho. Em termos práticos, ambas podem ser definidas como tipos de simulação. Entretanto, o progresso dos recursos computacionais proporcionou uma evolução conceitual sobre o seu entendimento e as suas possibilidades de aplicação. As metaheurísticas são simulações mais complexas que possuem a capacidade de incorporar, durante o processo de simulação, padrões de comportamento humano, como a adaptação e o aprendizado, permitindo assim a seleção de soluções superiores. Por essa razão, algumas metaheurísticas são consideradas e aplicadas como procedimentos de inteligência artificial (ex. algoritmos genéticos).

Os métodos heurísticos ou metaheurísticos²¹ são recomendados quando:

- a) os métodos de solução exata (ex. programação linear) são proibitivos devido ao alto tempo de execução, consumo de memória computacional, alto tempo de desenvolvimento, alto custo de preparação e quando não há garantia científica de explicação do fenômeno;
- b) os dados têm baixa confiabilidade, fazendo soluções exatas perderem o sentido;
- c) o modelo mais realista com solução aproximada fizer mais sentido que o modelo menos realista com solução ótima;
- d) servem para encontrar pontos de partida para métodos exatos reduzindo o número de alternativas viáveis (ex. regras de inicialização, como do canto noroeste para o problema do transporte).

²¹Ronconi, D.P. **Teoria da Complexidade**. São Paulo, Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da USP, 18 de setembro 2002. Notas de aula do curso de Metaheurística, São Paulo, 2002.

Outra forma de escolha dos métodos citados está associada à complexidade do problema analisado. De acordo com a teoria da complexidade (para maiores detalhes ver GOLDBARG;LUNA, 2005), o grau de dificuldade de um problema está relacionado com o número de operações necessárias para resolvê-lo. Os problemas podem ser classificados em duas categorias:

a) Classe P

Problemas que admitem algoritmos de complexidade polinomial;

b) Classe NP

Problemas em que, dada uma solução, pode-se comprovar em tempo polinomial que seu custo é melhor que um determinado valor.

Dentro dessas categorias ainda existem duas subdivisões: (i) NP completo, que abrange problemas NP passíveis de resolução por algoritmo de complexidade polinomial; (ii) NP Hard, quando o problema de decisão associado é do tipo NP completo. Os problemas do tipo NP Hard são altamente recomendados para aplicação dos métodos metaheurísticos.

As Metaheurísticas alargaram o campo de atuação e aumentaram as possibilidades de obtenção de melhores resultados em comparação às técnicas heurísticas anteriores. Em comum, elas surgiram para a solução de problemas específicos, entre eles o tema abordado neste trabalho: o desenho de produtos com múltiplos atributos.

7.1. Aplicações Metaheurísticas em Decisões Financeiras

As decisões financeiras encontram-se geralmente inseridas no contexto de otimização. No longo prazo, estão as decisões relacionadas com a alocação ótima dos recursos e a estrutura ótima de capital. No curto prazo, estão as decisões ligadas à otimização de ações, gerenciamento de caixa, passivo circulante etc. As possibilidades de otimização dessas decisões conduziram os pesquisadores a fazerem propostas de técnicas de pesquisa operacional para resolução de tais problemas.

Com o tempo, os métodos tradicionalmente aplicados ao suporte de decisões financeiras foram questionados quanto a sua capacidade de tratar eficazmente problemas que aumentavam em grau de complexidade, número de variáveis envolvidas e que possuíam não apenas um, mas múltiplos objetivos de otimização.

Conforme ZOPOUNIDIS (1999), a formulação dos problemas em termos de busca do ótimo foi envolvida numa perspectiva muito estreita, geralmente irrelevante para a decisão do problema real. As decisões são tomadas por seres humanos e eles devem estar envolvidos no processo de decisão. É necessário levar em consideração suas preferências, experiências e conhecimento. Em se tratando de decisões financeiras, como a seleção de projetos de investimento, seleção de carteiras, avaliação do risco de falência etc, parece ilusório falar em otimização sem considerar múltiplos objetivos e atributos.

A partir de então, abriu-se a possibilidade para a utilização de outras técnicas que incorporassem a complexidade das variáveis envolvidas e que fossem flexíveis no sentido de poder incluir novas variáveis ao longo do tempo mesmo que isso aumentasse o grau de dificuldade do problema.

A disseminação das técnicas metaheurísticas estendeu-se a uma complexa variedade de problemas como, por exemplo, os de engenharia espacial, civil, mecânica e de produção (programação de máquinas, planejamento da produção, transporte, arranjo físico). No entanto, o mesmo progresso e a mesma disseminação ainda estão em estágio modesto de evolução no campo financeiro, talvez em razão do isolamento desse mercado dificultando as oportunidades de exposição de seus problemas ao campo de pesquisadores destas técnicas.

Longe de ser uma revisão definitiva sobre o tema, o levantamento realizado sobre publicações em fóruns de relevância científica contribuiu para a escolha da metaheurística utilizada nesta pesquisa, bem como serviu como um sinalizador sobre os rumos e as características das aplicações metaheurísticas realizadas sobre decisões

financeiras feitas até o momento. As publicações ainda são poucas quando comparadas a outros campos de estudo. Há uma evidente predominância do uso de algoritmos genéticos em relação às demais metaheurísticas e todas apontam para a obtenção de resultados superiores quando comparados aos conseguidos com a utilização de métodos tradicionais. Em termos gerais, as publicações selecionadas no campo financeiro estão divididas nas seguintes categorias:

- a) Otimização da seleção de carteiras (CARTACHO; SOUZA, 2002; CRAMA; SCHYNS, 2003; KORCZAK; LIPINSKI, 2001 e PARREIRAS, 2003).
- b) Regras de comercialização de ações (ALLEN; KARJALAINEN, 1999).
- c) Previsão de dificuldades financeiras e risco de insolvência (MCKEE; LENSBERG, 2002) e (VARETO, 1998).
- d) Recomendações de investimento (LI; TSANG, 1999) e (LI; TSANG, 2000)

A tabela 7.1 a seguir resume a revisão realizada. Percebe-se que não há trabalhos relacionados ao problema de desenvolvimento de produtos financeiros, muito embora esse tipo de problema seja passível de uso de técnica metaheurística, como será explicado na próxima seção.

Tabela 7.1 – Aplicações metaheurísticas em decisões financeiras

Natureza da decisão	Número de trabalhos	Metaheurísticas usadas
Otimização da seleção de carteiras	4	AG (3) SA (1)
Regras de comercialização de ações	1	AG
Previsão de dificuldades financeiras	1	AG
Risco de insolvência	1	AG
Recomendações de investimento	1	AG

Fonte: Elaborado pelo autor

7.2. O Problema do Desenho de Produtos com Múltiplos Atributos

Há décadas que o problema do desenho de produtos com múltiplos atributos vem sendo pesquisado e a lista de propostas e contribuições sobre o assunto é considerável.

KOHLI;KRISHNAMURTI (1987,1989) demonstraram que os problemas de maximização do *market share* pela introdução de novos produtos com múltiplos atributos e níveis são do tipo NP-hard. Propuseram e compararam duas propostas de heurísticas para a solução do problema: heurística do menor caminho e heurística de programação dinâmica, sendo que a última mostrou-se superior.

KOHLI;SUKUMAR (1990) estenderam as possibilidades de aplicação das heurísticas de programação dinâmica desenvolvidas por KOHLI;KRISHNAMURTI (1987,1989) por meio de análise conjunta de dados, obtendo desempenho computacional superior.

BALAKRISHNAN;JACOB (1996) avaliaram e compararam os resultados obtidos pela aplicação do algoritmo genético contra os mesmos problemas propostos e resolvidos pelas heurísticas de KOHLI;KRISHNAMURTI (1987,1989) de acordo com o critério de número de soluções ótimas obtidas por cada método. Os resultados obtidos com a metaheurística genética foram superiores.

SHI;ÓLAFSSON;CHEN (2001) reforçaram as conclusões de KOHLI;KRISHNAMURTI (1987,1989) sobre a impossibilidade de aplicação de métodos de solução exata sobre o problema do desenho de novos produtos, propuseram um novo método híbrido de busca baseado em algoritmos genéticos e compararam seus resultados contra outros métodos híbridos e metaheurísticas puras. O método proposto obteve resultados superiores aos demais.

Classicamente, os problemas de desenhos de produtos com múltiplos atributos dividem-se em dois grupos: (i) o produto simples, cujo objetivo é o lançamento de um único produto ou (ii) linha de produtos, quando vários produtos são oferecidos simultaneamente. O problema do desenho de um produto simples envolve a determinação dos níveis ideais dos atributos para uma configuração que maximize uma dada função-objetivo. Como exemplos de função-objetivo têm-se: a utilidade total para os consumidores (*buyer's welfare problem*) ou a margem de contribuição (*seller's welfare problem*).

Matematicamente, o desenho de um produto simples com múltiplos atributos para maximização da utilidade total dos consumidores pode ser expresso da seguinte forma²²: o produto tem um conjunto de K atributos de interesse $\Omega = \{1, 2, \dots, K\}$. Para cada atributo $k \in \Omega$, seja $\Phi_k = \{1, 2, \dots, J_k\}$ o conjunto de J_k níveis. Além disso, seja $\Theta = \{1, 2, \dots, I\}$ o conjunto de I consumidores da amostra escolhida. Para cada consumidor $i \in \Theta$, w_{ijk} expressa o valor ou a utilidade da sua preferência no nível j para o atributo k . Seja j_k^* o nível do atributo k que aparece no perfil do produto de preferência do consumidor i , então:

$$c_{jik} = w_{ijk} - w_{ijk}^*$$

expressa o valor da preferência no nível j para o atributo k relativo ao nível j_k^* do atributo k do consumidor i . Considerando-se u_{ip} igual à soma de c_{jik} através de todos os níveis de todos os atributos contidos no perfil do produto p^* e como Θ é constante, então, o desenho ideal de produto será aquele que maximize o número de consumidores para $u_{ip} > 0$. A interpretação da formulação feita é a busca da combinação ideal de atributos (ex: cor ou tamanho) em seus diferentes níveis (ex: vermelho ou azul, grande ou pequeno) que otimizem uma determinada função objetivo (ex: custo ou preferência dos consumidores).

²² Adaptado de KOHLI; KRISHNAMURTI (1987).

7.3. Algoritmos Genéticos²³

“A descoberta do código genético quebrou também um paradigma. Com ela, o homem dominou a matéria viva e abriu o caminho para a ciência explicar os mecanismos que criam a vida quase três séculos após a física começar a explicar como se comporta a matéria não viva com Isaac Newton”²⁴

Alessandro Greco

O conceito dos algoritmos genéticos (AG) foi inicialmente proposto por HOLLAND (1975). Os fundamentos para o algoritmo basearam-se na observação que a combinação da reprodução sexual e a seleção natural permitem à natureza o desenvolvimento de espécies vivas com alto grau de adaptação ao ambiente.

No contexto dos algoritmos genéticos, existe uma analogia com a terminologia usada pela biologia, embora as entidades a que se refiram sejam um tanto mais simples que as correspondentes biológicas reais.

Todos os organismos vivos consistem de células, e cada célula contém o mesmo conjunto de um ou mais cromossomos – filamentos de DNA – que servem como a impressão digital, por assim dizer, de um organismo. Um cromossomo pode ser conceitualmente dividido em genes – blocos funcionais de DNA, cada um dos quais codifica uma particular proteína. Grosseiramente, pode-se imaginar um gene como o código de uma particular característica, digamos, a cor dos olhos. As diferentes possibilidades para uma característica (olhos verdes, azuis, castanhos) são chamadas de alelos. Cada gene está localizado em um particular *locus* (posição) no cromossomo.

²³ Este capítulo foi baseado em grande parte em (BALAKRISHNAN; JACOB, 1996; CARTACHO; SOUZA, 2002; MITCHELL, 1996 e PARREIRAS, 2003).

²⁴ Além do seu reconhecido potencial como ferramenta de busca, a escolha da metaheurística genética é também uma homenagem a Francis Harry Compton Crick (1916-2004) e Maurice Wilkins (1916-2004) que, juntamente com James Dewey Watson, descobriram a estrutura do DNA, sem sombra de dúvida, uma das maiores descobertas científicas de todos os tempos.

Muitos organismos têm múltiplos cromossomos em cada célula. O conjunto completo do material genético (todos os cromossomos juntos) é chamado de genoma de um organismo. O termo genótipo refere-se ao grupo particular de genes contido em um genoma.

Nos AGs, o termo cromossomo refere-se tipicamente a uma solução candidata para um problema, normalmente codificada como uma sequência de *bits*. Os genes são *bits* únicos ou pequenos blocos de *bits* adjacentes que codificam um particular elemento da solução candidata. Um alelo numa sequência de *bits* é ou 0 ou 1. Funcionalmente, o algoritmo genético utiliza-se dos seguintes operadores:

a) Reprodução

A solução inicial é formada por uma sequência de bits que representam as características do produto. O operador de seleção escolhe um subconjunto m de cromossomos de tamanho M da população que poderão se reproduzir; na média, os cromossomos mais adaptados produzem mais descendentes do que os menos adaptados. Geralmente, o tamanho do cromossomo é mantido nas sucessivas gerações.

b) *Crossover*

O operador de *crossover* troca partes dos cromossomos de posições especificamente escolhidas para a formação de novos descendentes.

c) Mutação

O operador de mutação troca os valores de alguns alelos, de forma aleatória.

Os cromossomos de uma população em um AG normalmente tomam a forma de sequências de *bits*. Cada *locus* no cromossomo têm duas possíveis formas, ou alelos: 0 ou 1. Cada cromossomo pode ser visto como um ponto no espaço de busca de soluções candidatas. O algoritmo genético processa sequencialmente as populações de cromossomos, substituindo progressivamente uma população pela outra. Normalmente, se faz uso de uma função de utilidade que dá a cada cromossomo um valor (a utilidade dele). A utilidade de um cromossomo depende basicamente de quão bem ele consegue resolver o problema em questão. Idealmente,

a solução ótima dentro de um determinado espaço de busca corresponde àquela com a maior utilidade.

O objetivo básico dos algoritmos genéticos é propor soluções para o problema a ser resolvido e evoluí-las com o tempo. Esse objetivo é alcançado, permitindo-se que as soluções mais adaptadas ao problema tenham maiores chances de sobreviver e, com isso, maiores oportunidades de gerar soluções descendentes, parecidas a elas mesmas e com grandes possibilidades de estarem mais adaptadas. Essas soluções podem também ser chamadas de indivíduos ou soluções candidatas e, quando agrupadas num mesmo período de tempo, formam uma população. Os indivíduos agrupados em uma população e em determinado período de tempo formam uma geração, que é sempre substituída no período seguinte por seus descendentes.

Os algoritmos genéticos apresentam uma série de vantagens no desempenho do seu processo de busca. A principal delas é que a busca é conduzida numa população de pontos ao invés de um único ponto, aumentando-se assim a capacidade exploratória do método. Os AGs usam as funções objetivos para comparação de resultados, uma característica facilitadora em contraste com outras técnicas que necessitam de recursos adicionais, como a diferenciação de funções. Os AGs avaliam por completo as soluções candidatas especificadas, ao contrário de heurísticas de programação dinâmica que constroem, sequencialmente, as soluções e adicionam um atributo por vez. Os AGs são adaptáveis à implementação de processamento em paralelo, propiciando menores tempos computacionais.

O funcionamento de um algoritmo genético básico pode ser visualizado na figura 7.1 a seguir:

Figura 7.1 – Modelo Básico de um Algoritmo Genético

Fonte: Elaborado pelo o autor

capítulo 8

DEMONSTRAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

DEMONSTRAÇÃO DO MODELO PROPOSTO**8.1 – Introdução**

Este capítulo é dedicado à aplicação e análise do modelo proposto para testes e experimentação no desenvolvimento de novos produtos financeiros. Como visto nos capítulos anteriores, a configuração ideal do novo fundo de investimento será obtida por simulação que definirá a melhor combinação das variáveis funcionais que o caracterizam. Por questões didáticas, a explicação do conjunto de simulações realizadas será dividida em dois estágios: simulador do produto e simulador de mercado. O primeiro representa o modelo matemático e as relações causais entre as variáveis funcionais que caracterizam o produto. O último descreve os procedimentos para geração dos fluxos de movimentação.

As simulações serão constituídas por impactos de fluxos líquidos de captação escolhidos de acordo com cenários pré-definidos sobre um núcleo matemático estruturado. Esse núcleo matemático é composto por: (i) variáveis funcionais; (ii) diagrama causal; (iii) restrições; (iv) parâmetros e (v) função objetivo. Os itens (i), (iv) e (v) foram citados nos capítulos 4 e 5. Os itens (ii) e (iii) serão introduzidos enquanto os demais serão refinados nesta seção.

O diagrama causal expressa a relação de causa e efeito entre as variáveis envolvidas no modelo. Essa leitura prévia é importante para início dos trabalhos e para uma posterior avaliação qualitativa do comportamento das variáveis e da coerência dos resultados do modelo. Esse tipo de procedimento é usado na Dinâmica de Sistemas e em especial será usada a terminologia²⁵ de ROBERTS et al (1983) que fundamentam sua técnica num *feedback* (retro-alimentação) constante do sistema que interage com o meio ambiente por variáveis internas a ele mesmo.

A leitura das setas é a seguinte: o pé da seta é positivo e indica um aumento da participação da variável no sistema, enquanto a sua consequência é vista na ponta da seta e pode ser positiva (aumento) ou negativa (diminuição). Uma malha composta por um grupo de variáveis pode ser convergente caso todos os sinais envolvidos sejam positivos ou divergente caso haja pelo menos um sinal negativo.

A interpretação da figura 8.1 mostra que um maior aprimoramento do desenho do fundo aumenta as possibilidades de vendas pelos canais bancários (agências, Internet). Por sua vez, um aumento nas vendas aumenta a captação do fundo que aumenta seu patrimônio líquido e, por sua vez, aumenta a sua rentabilidade e a do investidor, caracterizando uma malha convergente. O aumento do patrimônio líquido do fundo faz aumentar as chances de se atingir as metas de captação e rentabilidade do gestor. Entretanto, um aumento da volatilidade do fundo (refletido no aumento da sua rentabilidade diária) aumenta seu risco medido pelo VAR, distanciando-o, assim, da meta de gestão de risco estabelecida e caracterizando uma malha divergente. A taxa de administração e a carência têm efeitos e relações interessantes. Um aumento dos prazos de carência, embora aumente o patrimônio líquido do fundo por inibir as captações negativas (resgates) do período, faz aumentar a taxa de administração. Esse impacto deve-se ao fato que o investidor exigirá um bônus como compensação para permanecer sem resgatar pelo prazo de carência, caso contrário, ele poderia investir num fundo similar concorrente que não possua essa restrição. Esse bônus deverá ser compensado pelo gestor por meio da taxa de administração. Aumentos na taxa de administração facilitam o cumprimento da meta de rentabilidade do gestor, mas diminuem a rentabilidade do fundo e, conseqüentemente, a rentabilidade do investidor, o que pode, dependendo das escalas envolvidas, torná-lo desinteressante.

Alguns comportamentos lógicos de causa-efeito já foram constatados em outros estudos, como a correlação do aumento da rentabilidade do fundo com o aumento do seu patrimônio e a influência negativa das taxas de administração e performance na demanda dos investidores (SANVICENTE, 2002;

SIRRI;TUFANO,1998; VARGA;WENGERT, 2005). A descrição oferecida no diagrama está coerente com esses resultados e as relações mostradas estarão presentes nos resultados das simulações do modelo.

A complexidade do gênero do problema analisado foi citada no capítulo 7, mas para a nova espécie que trata este trabalho é interessante uma representação numérica e gráfica que demonstre essa problemática. Se combinarmos dez das treze variáveis funcionais descritas na tabela 4.3 (menos patrimônio líquido, ativos e horário de movimentação) com suas possíveis faixas de tolerância descritas na tabela 5.1 e se assumirmos a precisão de uma casa decimal para cada uma delas obteríamos 8.413.009.920 possibilidades de solução para o sistema ($42 \times 30 \times 32 \times 28 \times 46 \times 3 \times 3 \times 3 \times 6$). Para melhor ilustrar a complexidade do problema de otimização, a figura 8.2 mostra uma simplificação da situação com o impacto na função objetivo devido à variação de apenas duas variáveis. Percebe-se que a complexidade do problema aumenta significativamente com o acréscimo de variáveis e faixas de tolerância. Uma outra forma de expressar a complexidade matemática do problema é apresentada no apêndice III após a definição da função objetivo.

Uma outra contribuição obtida pelo uso da Dinâmica de Sistemas foi a avaliação de todas as variáveis inicialmente propostas para a definição das que seriam consideradas importantes para o modelo.

Conforme resultado do processo de entrevistas com os gestores dos fundos, a tabela 4.3 apresenta as variáveis identificadas como necessárias à especificação dos fundos de investimento. Nela constam: taxa de administração, taxa de performance, patrimônio líquido, ativos, aplicação mínima inicial, aplicação mínima, aplicação máxima, resgate mínimo, horário de movimentação, prazo de conversão, prazo de resgate, prazo de aplicação e carência.

A demonstração prática será realizada com simulações para o desenvolvimento de um fundo fictício DI que possui uma carteira de ativos definida e rentabilidade projetada conhecida.

Da forma como as variáveis aplicação mínima inicial, aplicação mínima, aplicação máxima e resgate mínimo são apresentadas, elas são dispensáveis, pois os valores de resgate e aplicação praticados pelos investidores são muito superiores aos valores divulgados. Da maneira que estão, elas representam franquias estabelecidas pelos gestores para evitar movimentações com benefício inferior ao seu custo de transação. Além disso, os dados primários de movimentação diária do sistema ANBID são consolidados por valor financeiro, não havendo referências sobre as respectivas quantidades de resgates e aplicações realizadas.

Isso não significa que essas variáveis não sejam importantes. Caso fosse possível um rastreamento da quantidade aplicada e resgatada (em números e valores), a inclusão dessas variáveis representaria uma interessante relação de uso dos recursos operacionais de infra-estrutura de atendimento (telecomunicação, pessoal).

A carência, entendida como o período de tempo de permanência do investimento sem resgates para obtenção de um bônus, é um tópico à parte em todo o processo. Muito embora essa fosse uma prática em desuso no mercado no período de levantamento de dados, a carência é uma variável típica de fluxo. Dependendo das condições do cenário envolvido na análise, a participação da carência como uma das variáveis de especificação é indispensável para o sucesso do lançamento.

Uma das situações críticas do relacionamento entre investidor e administrador é o resgate da aplicação, devido ao valor efetivo da cota ser conhecido em momento diferente ao da necessidade do investidor (o dia da solicitação de resgate). Quanto à aplicação, o mesmo não se sucede, pois é feita, em geral, sobre recursos financeiros disponíveis em conta e as conversões de cotas realizadas no mesmo dia da

disponibilidade efetiva dos recursos. A legislação dispõe de vários artigos sobre o processo de resgate, e para o desenvolvimento das simulações foram consideradas as flutuações entre prazos de conversão de cotas e de resgate.

Por último, como os dados primários de movimentação do sistema ANBID são consolidados por dia, não há, neste momento, influência do horário de movimentação nas simulações.

Conforme exposto, as variáveis inicialmente consideradas importantes para a análise são: patrimônio líquido, taxa de administração, taxa de performance, prazo de conversão das cotas, prazo de resgate e carência.

Figura 8.2 – Função objetivo em relação a duas variáveis

8.2 – *Simulador de Produto*

Com base na metodologia apresentada na primeira parte do trabalho e nos resultados descritos na seção 4.2, as metas explicitamente mencionadas pelos gestores de fundos são:

- ✓Captação
- ✓Rentabilidade do Fundo

Entretanto, risco e lucro do gestor são metas complementares, implícitas e necessárias para uma melhor avaliação das possibilidades de sucesso para novos lançamentos. A inclusão dessas novas metas é justificada, pois, comprovadamente, rentabilidade e risco possuem comportamentos conflitantes que necessitam de uma avaliação conjunta e não individual, enquanto uma rentabilidade de fundo compatível com a concorrência não é necessariamente uma garantia de lucro para o gestor devido aos custos e despesas inerentes do processo. Além disso, esse conjunto de metas está alinhado com as conclusões dos capítulos 4 e 5.

Conforme apresentado na figura 8.1, o investidor possui um papel importante no processo. O sucesso ou fracasso depende da sua reação sobre as demais decisões realizadas que necessariamente não estão alinhadas com o gestor do fundo (ex: quanto maior a taxa administrativa maior será a rentabilidade do gestor e menor a rentabilidade do investidor). A inclusão da meta do investidor é significativa para a elaboração do modelo. Portanto, as metas a serem perseguidas pelos testes são:

- ✓Captação
- ✓Rentabilidade do Fundo
- ✓Risco
- ✓Lucro do Gestor
- ✓Rentabilidade do Investidor

O propósito do modelo será minimizar, simultaneamente, a soma ponderada dos desvios numéricos das múltiplas metas definidas. Essa afirmação pode ser

expressa de forma genérica pela equação (8.1) a seguir (para maiores detalhes ver HILLIER;LIEBERMAN, 1988).

$$Z = \sum_{k=1}^K | (\sum_{j=1}^n c_{jk}x_j - g^k) | \quad (8.1)$$

onde:

g_k = k-ésima meta

c_{jk} = coeficiente

x_j = j-ésima variável de decisão

A equação (8.1) apresenta a soma dos desvios em valor absoluto em relação às várias metas envolvidas na análise. Adotando-se esse procedimento, admite-se, intrinsecamente, que os desvios em ambas as direções são igualmente importantes. Essa premissa mostrou-se adequada, como será visto posteriormente. O passo seguinte será detalhar os componentes da função objetivo, suas restrições e parâmetros.

Meta de Captação

A captação é o resultado líquido do movimento de aplicações e resgates que o novo fundo sofreu no período estabelecido para avaliação de desempenho após seu lançamento. Em geral, é estabelecida uma meta em R\$ para a captação do fundo lançado que passa a ser perseguida pelos canais de vendas envolvidos no processo. Como exemplo, o gráfico 8.3 a seguir mostra a evolução da captação percentual diária do fundo selecionado para coleta de dados desde o seu lançamento.

O patrimônio líquido na data k pode ser expresso pela equação de nível (8.2) a partir de uma posição conhecida na data j após um período de tempo (Δt) devido exclusivamente à ocorrência de um fluxo líquido de movimentação (Δm) (aplicações – resgates).

$$P_k = P_j + \Delta m_{\Delta t} \quad (8.2)$$

Gráfico 8.3 – Evolução percentual da captação líquida do fundo usado para teste

Para a avaliação do valor final do patrimônio líquido, o fluxo de movimentação deve ser acrescido da influência da valorização (R) dos ativos da carteira, no período, conforme a equação (8.3) a seguir.

$$P_j = P_{j-1} (1 + R) + \Delta m_{\Delta t} \quad (8.3)$$

Assumindo-se que os fluxos líquidos percentuais de movimentação Δm ocorrem em intervalos Δt diários e que a captação inicial possível em t_0 foi P_0 , então, a captação total C_n obtida até a data n sob a influência exclusiva de um fluxo conhecido de aplicações menos resgates é dada por:

$$C_n = P_0 (1 + \Delta m_n) \quad (8.4)$$

No entanto, há outras influências relevantes sobre o fluxo de movimentação. A carência, como já visto, impõe a perda do bônus para o investidor caso haja resgates durante o prazo de vigência estipulado. Conforme ilustrado na figura 8.1, seu impacto é positivo, ou seja, tende a aumentar o patrimônio líquido do fundo durante o período de sua vigência.

De acordo com as características do cenário imposto como teste e das possibilidades de captação inicial P_0 , nem sempre será possível atingir a meta devido à forte pressão da carga temporal passada, como, por exemplo, efeitos de períodos de crises mundiais.

A equação (8.4) pode ser reescrita para definir o desvio do esforço feito de captação m (cujo fator de acumulação de captações no período é representado pela produtória $\prod_{i=0}^n (1 + m_i * F_i)$) sob a influência de um fator de carência (F) que assume valores 1 ou 0 (o valor zero indica que a captação negativa é inibida na respectiva data), de acordo com os prazos de carência (d_{ca}) contra a meta de captação M_C estabelecida para o período, conforme descrito na equação (8.5) abaixo.

$$C_n = \{ P_0 [\prod_{i=0}^n (1 + m_i * F_i)] - M_C \} \quad (8.5)$$

Meta de Rentabilidade do Investidor

A meta de rentabilidade do fundo pode ser também considerada a meta de rentabilidade do investidor, assim, ambas serão analisadas sob o rótulo da última nesta seção. A rentabilidade líquida do investidor é uma consequência da projeção ponderada da rentabilidade dos ativos participantes da carteira do fundo, deduzida das taxas cobradas pelo gestor e pelo prazo de resgate definidos em regulamento. No entanto, sua expectativa de rentabilidade pode ser bem diferente. Essas expectativas podem estar associadas a diversos indicadores de qualidade de vida, de

investimentos, custos pessoais, combinações de vários indicadores etc (IGPM, INPC, CDI, US dólar, Euro). O desvio seria, portanto, a diferença entre a rentabilidade projetada do indicador adotado e a rentabilidade líquida alcançada pelo fundo.

A taxa de administração é uma fonte primária, principal e legal de remuneração do administrador, incidindo sobre o patrimônio líquido do fundo para remunerar os serviços desempenhados pelo gestor. Em geral, é uma taxa anual convertida pelo número de dias compreendidos no período analisado. Para os propósitos deste trabalho será usado o número médio de dias úteis do ano (251), que correspondem aos dias de divulgação das cotas pelos administradores, e a sua efetiva saída será realizada ao final de cada mês.

A projeção da rentabilidade do fundo está atrelada ao fluxo líquido de captação usado de acordo com os cenários definidos para teste. Como explicado nos capítulos anteriores, o propósito não é fazer previsões da rentabilidade dos ativos, mas aplicar valores conhecidos de situações passadas para testar o desempenho do novo fundo.

O impacto dos prazos giram em torno do valor assumido pelo prazo de conversão de cotas que funciona como centro gravitacional dos demais. O prazo de conversão define o momento em que as cotas do investidor serão valorizadas para as finalidades de resgate ou aplicação solicitadas. Os prazos de resgate e aplicação fornecem a distância em relação a essa referência. Dependendo do referencial, algumas situações podem ocorrer, como o prazo de aplicação d_a maior do que o prazo de conversão d_c (nesse caso, a instituição financeira estaria bancando o desequilíbrio do fluxo de caixa). De maneira análoga, prazo de resgate d_r maior que o prazo de conversão d_c (nesse caso, o investidor estaria bancando o desequilíbrio do fluxo de caixa).

De acordo com o levantamento feito com os fundos abertos DI oferecidos pela Internet (tabela 5.1), o mercado usa uma regra comum a igualdade dos três

prazos: $d_a = d_c = d_r$. Embora intuitiva, essa regra pode ser provada matematicamente, conforme será descrita em detalhes no Apêndice II.

Entretanto, a instrução 409 definiu o horário de fechamento dos mercados em que o fundo atue para apuração do valor diário das cotas. Na prática, dependendo da categoria do fundo, o valor da cota só será conhecido no dia útil seguinte ao da solicitação. Como a imagem e o diferencial da indústria de fundos estão intimamente ligados à liquidez diária, nos casos de resgate total pelo investidor, as instituições financeiras fazem um adiantamento percentual do valor a ser resgatado, ficando o complemento para o dia útil seguinte ao do pedido. A legislação vigente permite o prazo de até 5 (cinco) dias úteis após a conversão de cotas para o pagamento do resgate com ou sem rendimento. O uso dessa possibilidade legal permite um atraso na influência das captações negativas, refletindo-se como uma proteção do patrimônio líquido do fundo.

Chamando-se Rp_i a rentabilidade projetada do fundo na data i , Ta_i e Tp_i , respectivamente, como o impacto da taxa de administração e da taxa de performance na data i , e Δd_{cr} como sendo o impacto da flutuação dos prazos devido a uma solicitação de resgate, então, a rentabilidade acumulada do investidor R_{inv} até a data n será como descrita na equação abaixo.

$$R_{inv} = \left(\sum_{i=1}^n Rp_i - Ta_i - Tp_i \right) - \Delta d_{cr} \quad (8.6)$$

A rentabilidade projetada do fundo será obtida pelo levantamento de coleções passadas de rentabilidades associadas a fundos similares em períodos destacados de interesse (capítulo 2). Essas informações estão disponíveis nos dados primários da movimentação diária dos fundos de investimento do sistema da ANBID apresentados no anexo B.

Como citado, a flutuação dos prazos tem dois efeitos distintos: (i) positivo para o fluxo de movimentação, adiando os resgates solicitados para períodos posteriores; (ii) negativo para o investidor, agindo como custo de oportunidade, pois não haveria remuneração sobre os dias compreendidos até o efetivo ingresso das cotas valorizadas.

O primeiro efeito de fluxo é imediatamente representado no modelo pelo deslocamento das captações negativas pelo respectivo prazo de resgate obtido por meio do processo de simulação. O segundo efeito é expresso em (8.7) onde b é a taxa diária do indicador de referência, ou *benchmark*, e d_u representa o número de dias úteis do ano.

$$\Delta d_{cr} = (1 + b)^{(dr/du)} \quad (8.7)$$

Analogamente, a provisão da taxa de administração diária Ta_i é dada pela conversão da taxa anual de administração t_a conforme mostra a equação (8.8).

$$Ta_i = (1 + t_a)^{(1/du)} \quad (8.8)$$

A provisão do valor da taxa de performance Tp_i na data i representa o ganho auferido ao gestor por um desempenho superior ao indicador de referência. Como regra geral, o valor é obtido pela multiplicação de uma taxa percentual fixa t_p sobre o ganho percentual entre a rentabilidade do fundo Rp e o indicador de referência b conforme mostra a equação²⁶ (8.9). Para as finalidades deste trabalho, a sua efetiva saída será realizada duas vezes ao ano conforme legislação vigente.

$$Tp_i = (t_p * \max(Rp_i - b_i, 0)) \quad (8.9)$$

²⁶ Embora existam fórmulas e estudos mais sofisticados sobre o assunto (ELTON;GRUBER;BLAKE, 2003; VARGA;WENGERT, 2005), optou-se por esta expressão devido a sua facilidade de implementação.

Empregando (8.7), (8.8) e (8.9) em (8.6) tem-se:

$$R_{inv} = \left[\sum_{i=1}^n R p_i - (1 + t_a)^{(1/du)} - \sum_{i=0}^n t_p \max(R p_i - b_i, 0) \right] - (1 + b)^{(dr/du)} \quad (8.10)$$

Meta de Lucro do Gestor

A administração do fundo compreende um conjunto de serviços relacionados direta ou indiretamente ao funcionamento e à sua manutenção que podem ser prestados pelo próprio administrador ou por terceiros por ele contratados. Além da auditoria independente, fazem parte da relação de serviços: a gestão da carteira, a consultoria de investimentos, o controle e processamento de títulos e valores mobiliários, a distribuição de cotas, a escrituração da emissão e resgate de cotas, a custódia de títulos e valores mobiliários e a classificação de risco feita por agências especializadas (Instrução CVM nº 409, art. 56). O regulamento do fundo dispõe sobre a taxa de administração que remunerará os serviços citados, podendo haver remuneração baseada no resultado do fundo (taxa de performance) (Instrução CVM nº 409, art. 61).

Como qualquer outra atividade empresarial voltada à obtenção de lucro, a demonstração simplificada do resultado da administração de um fundo de investimento pode ser feita como demonstrado na tabela 8.1 a seguir.

Tabela 8.1 – Demonstração do Resultado do Exercício de um Fundo de Investimento

Termo Financeiro	Exemplo Operacional
Receita Operacional Bruta	Taxa de Administração + Performance
(-) Custos + Despesas Variáveis	Custódia (em relação ao PL)
(=) Margem de Contribuição (MC)	
(-) Custos + Despesas Fixas	Pessoal, comunicação, depreciação de equipamentos, assinatura sistema Anbid
(=) Lucro antes do I.Renda (LAIR)	
(-) Imposto de Renda	42,31%
Lucro Líquido do Exercício	

Fonte: Elaborado pelo autor.

As informações de custos das empresas deste estudo de caso são confidenciais e inacessíveis para os propósitos desta pesquisa. Para que as simulações fossem realizadas sobre considerações aceitáveis, foram utilizados dados públicos publicados por entidades de classe (Febraban) sobre a composição média de custos das operações de tesouraria do setor bancário brasileiro (MURPHY, 2005), além de dados obtidos de trabalhos específicos de custos em bancos de investimento (FIKS, 1998). De acordo com essas pesquisas, em relação à receita de operações de tesouraria, 11% resultaram em lucro, houve uma participação de 5% em custos e despesas variáveis e os custos mais as despesas fixas representaram 76%, cabendo ao imposto de renda os demais 8%.

A carência participa como um elemento adicional e, por conseguinte, como um custo opcional para o gestor, pois os bônus pagos para atrair os investidores para a manutenção de seus investimentos pelo período pactuado não representam despesa legal do fundo e devem ser arcados pelo gestor, reduzindo seu lucro. Como exemplo, em situações assim, tem-se a concessão da Contribuição Provisória sobre a Movimentação Financeira (CPMF) como prêmio concedido ao investidor que incidirá sobre a captação líquida realizada.

Para as finalidades desta pesquisa e conforme esclarecido anteriormente a equação (8.11) avalia o lucro do gestor (L) até a data n , em que P_i é o patrimônio líquido na data i , Ca é a constante representativa do bônus concedido durante a carência (caso haja), d_{ca} é o prazo de carência, CT representa o custo total de gestão do fundo analisado e IR o imposto de renda.

$$L = \left(\left(\sum_{i=0}^n (1 + t_a)^{(1/du)} + \left(\sum_{i=0}^n t_p \max(Rp_i - b_i, 0) \right) \right) P_i \right) - \left(Ca \left(\sum_{i=d_{ca}}^{n+d_{ca}} P_{i-d_{ca}+1} - P_{i-d_{ca}} \right) - CT - IR \right) \quad (8.11)$$

*Medida de Risco*²⁷

Os fundamentos estatísticos que suportam as medidas de risco são antigos. Mais antigo ainda é o seu conceito. O que é recente é a aplicação sistemática do VAR como um número de fácil compreensão que resume a exposição total ao risco de mercado de uma instituição.

Ignorar o risco seria supor que não existiriam perdas durante o prazo de existência de um investimento ou da gestão de um fundo. Muito pelo contrário, perdas no sistema financeiro internacional e nacional têm variado de escala, mas ocorrido periodicamente na história econômica recente. A literatura sobre a dualidade retorno x risco é vasta e complexa. Esta seção fará uma apreciação da aplicação da metodologia do VAR para a situação analisada, conforme citado e justificado nos capítulos 4 e 5.

Em sua forma mais genérica, o VAR pode ser derivado pela função distribuição de probabilidade do valor futuro da carteira $f(w)$. Fixado um valor c , deseja-se descobrir o valor W^* , tal que a probabilidade de se exceder esse valor seja c :

$$c = \int_{W^*}^{\infty} f(w)dw$$

ou tal que a probabilidade de um valor menor que W^* , $p = P(w \leq W^*)$ seja:

$$1 - c = \int_{-\infty}^{W^*} f(w)dw = p$$

ou seja, a área desde $-\infty$ até W^* deve somar $p = 1 - c$, por exemplo 5%.

²⁷ O desenvolvimento matemático desta seção é fundamentado em Jorion (2003).

Uma outra forma, mais prática, de compreender o VAR é por meio dos parâmetros média (μ) e desvio-padrão (σ) da distribuição estudada. Considerando-se W_0 como o investimento inicial e R como sua taxa de retorno, então, o valor ao final do horizonte de tempo será $W = W_0 (1 + R)$. Como o valor esperado de R e sua volatilidade são, respectivamente, μ e σ , então, o menor valor da carteira, para determinado nível de confiança c será $W^* = W_0 (1 + R^*)$. O VAR é definido como a perda em unidades monetárias relativas à média:

$$VAR = E(W) - W^* = - W_0 (R^* - \mu) \quad (8.12)$$

Caso o nível de confiança c seja de 95%, a partir de um histograma dos rendimentos diários de um investimento o VAR seria calculado pelo seu lado esquerdo (rendimentos negativos) o que permitiria identificar o nível de perdas, que só é superado em 5% das observações. Esse valor assim calculado expressa a maior perda esperada dentro de um período de tempo e intervalo de confiança determinado.

Outra forma de cálculo do VAR é por aproximação a uma distribuição normal. Nesse caso, o valor do VAR poderá ser calculado diretamente do desvio-padrão da carteira, utilizando-se um fator multiplicativo α que depende do nível de confiança adotado dentro do intervalo de tempo Δt considerado. Sob esta perspectiva o valor do VAR seria expresso da seguinte forma:

$$VAR = - W_0 (R^* - \mu) = W_0 \alpha \sigma \sqrt{\Delta t} \quad (8.13)$$

A partir de uma distribuição normal padronizada, escolhe-se o nível de confiança α desejado (por exemplo: para um nível de confiança de 95% teria-se $\alpha = 1,65$) e multiplica-se o desvio-padrão da distribuição σ por $\alpha \sqrt{\Delta t}$. Assim sendo o valor do VAR para a coleção de rentabilidades diárias do gestor seria obtido de acordo com a equação (8.14) a seguir.

$$VAR = 1,65 W_0 \sigma \sqrt{\Delta t} \quad (8.14)$$

Resumidamente, o VAR é um múltiplo do desvio-padrão da distribuição dos retornos diários do gestor, multiplicado por um fator de ajuste diretamente relacionado com o nível de confiança.

Restrições e Parâmetros

As limitações do campo de atuação das variáveis podem ser divididas em dois grupos: legais e operacionais. As restrições legais representam uma área dinâmica de acordo com a atualização da regulamentação específica do setor, envolvendo as normas sobre os prazos de conversão e resgate de cotas (prazo máximo de 5 dias úteis após a conversão - Instrução CVM nº 409, art. 15), os valores mínimos exigidos do patrimônio líquido do fundo para sua manutenção no mercado (média diária de R\$ 300.000,00 após 90 dias do lançamento - Instrução CVM nº 409, art. 105) e quaisquer regras consideradas restritivas para o funcionamento do modelo.

As restrições operacionais traduzem as limitações de capacidade administrativa que cada instituição enfrenta para execução de seus planos de gestão. Sob essa perspectiva encontram-se: a captação inicial possível para o fundo, taxa máxima de administração praticada pelo mercado, taxa mínima de administração necessária para operação do portfólio de fundos.

Os parâmetros são valores constantes assumidos durante o horizonte temporal de análise que dão suporte para a determinação das variáveis de decisão. Nesse caso, destacam-se: meta de captação, meta de rentabilidade do fundo, meta de risco, meta de lucro do gestor, meta de rentabilidade do investidor, prêmio pela carência, dias úteis do período analisado, participação percentual dos custos variáveis e taxa de imposto de renda.

8.3 – Resumo do Modelo

O modelo sob abordagem metaheurística desenvolvido para obtenção da melhor combinação das características funcionais para o lançamento de um novo fundo de investimento almeja gerar uma solução de compromisso, não necessariamente ótima, mas considerada satisfatória para o equilíbrio dos múltiplos objetivos envolvidos. O propósito da modelagem é o de satisfazer todas as metas, tanto quanto possível, minimizando a soma das diferenças ponderadas entre os objetivos determinados. Para uma avaliação inicial imparcial e para alinhar os interesses de investidores e gestores, todas as metas foram consideradas igualmente importantes, ou seja, com o mesmo peso. Para neutralizar o problema de escala entre as variáveis, adotou-se a diferença percentual entre as metas. Substituindo-se (8.5), (8.10), (8.11) e (8.14) em (8.1) tem-se:

Min $Z =$

$$\begin{aligned} & \left| \frac{1}{M_C} \left[P_0 \left[\prod_{i=0}^n ((1 + m_i F_i)) \right] - M_C \right] \right| + \\ & \left| \frac{1}{M_V} \left[\left(\sum_{i=0}^n R p_i - (1 + t_a)^{(1/d_u)} \right) - \left(\sum_{i=0}^n t_p \max(R p_i - b_i, 0) \right) - (1 + b)^{(d_r/d_u)} - M_V \right] \right| + \\ & \left| \frac{1}{M_L} \left[\left(\sum_{i=0}^n P_i (1 + t_a)^{(1/d_u)} \right) - \left(\sum_{i=0}^n P_i (t_p \max(R p_i - b_i, 0)) \right) - \left(Ca \left(\sum_{i=d_{ca}}^{n+d_{ca}} P_i - d_{ca} + 1 - P_i - d_{ca} \right) - CT - IR \right) - M_L \right] \right| \\ & + \left| \frac{1}{M_R} \left[1,65 \ W_0 \ \sigma \sqrt{\Delta t} - M_R \right] \right| \end{aligned}$$

sujeito a:

$P_0 \leq P_{0max}$ (patrimônio líquido mínimo factível em relação a lançamentos anteriores)

$d_r \leq 5$ (prazo de resgate de 5 dias de acordo com a legislação)

$d_c \leq d_r$ (prazo de conversão inferior ao prazo de resgate)

$d_{ca} \leq 4$ (carência para o primeiro resgate inferior a 4 meses)

$t_a \leq t_{a \max}$ (taxa máxima de administração de acordo com a tabela 5.1)

$t_p \leq t_{p \max}$ (taxa máxima de performance)

$\min \left(\sum_{i=90}^n P_i \right) \geq P_{min}$ (patrimônio líquido mínimo requerido de acordo com a legislação)

Onde:

As variáveis de decisão são positivas ($P_0, d_r, d_c, t_p, d_{ca}$) e os parâmetros do modelo são os seguintes:

M_C : meta de captação líquida;

n : número de dias de captação do período;

b : taxa diária do indicador de referência ou *benchmark*;

M_V : meta de rentabilidade do investidor;

d_u : dias úteis em um ano;

Ca : bônus concedido durante a carência, suposto constante ao longo do tempo;

CT : custo total da gestão do fundo;

IR : imposto de renda;

M_L : meta de lucro do gestor;

M_R : meta de risco do fundo;

P_{0max} : captação inicial máxima;

Ta_{max} : taxa de administração máxima praticada pelo mercado;

t_{pmax} : taxa fixa de performance máxima praticada pelo mercado;

P_{min} : patrimônio líquido mínimo exigido para evitar a liquidação do fundo.

A seguir, a tabela 8.2 apresenta os critérios adotados para a determinação de cada um dos parâmetros. Além disso, consideram-se as seguintes premissas:

- a) O prazo mínimo de aplicação é igual ao período de carência.
- b) O bônus pelo período de carência será pago quando for realizado o resgate total do investimento.
- c) Haverá um resgate total durante o período de simulação.
- d) Para efeito de fluxo de caixa, o impacto financeiro da carência sobre o investimento total feito incidirá nos dias de captação negativa.
- e) Não há prazo de carência para o resgate.
- f) É feita provisão da taxa de administração por dia útil, com débito mensal sobre o fundo.
- g) É feita provisão da taxa de performance por dia útil, com débito semestral sobre o fundo.

h) A taxa de administração, a composição dos ativos e a política de investimentos permanecerão constantes durante o período de simulação.

i) A conversão das cotas é feita na data da solicitação do pedido.

Tabela 8.2 – Resumo das fontes, premissas e valores dos parâmetros

Parâmetros	Fonte/Hipóteses Assumidas	Valor
• Do Modelo		
d_u : dias úteis	Calendário descontando fins de semana e feriados	251
P_0 : patrimônio líquido inicial	Valor adotado de acordo com histórico de lançamentos de fundos similares	R\$ 14.000 (desfavorável) e R\$ 21.000 (favorável)
• Da Legislação		
d_r : prazo máximo de resgate	Instrução CVM nº 409 art. 15	5 dias
d_c : prazo de conversão	Instrução CVM nº 409 art. 15	0
P_{min} : Pat. líquido mínimo	Instrução CVM nº 409 art. 105	R\$ 300.000
IR : alíquota do imposto de renda	Legislação do Imposto de Renda para Pessoa Jurídica	42,31%
• Do Mercado		
Ca : bônus da carência	Análise da concorrência	0,38%
b : taxa do indicador de referência	Valor adotado de acordo com análise de série histórica do CDI (Bacen)	17% aa
Ta_{max} : taxa de administração máxima	Análise da concorrência	4,5% aa
tp_{max} : taxa fixa de performance máxima praticada	Análise da concorrência combinada com critérios estabelecidos pela Instrução CVM nº 409 art. 62	20%
M_V : Meta de Rentabilidade do Investidor	Valor percentual adotado de acordo com o índice de referência escolhido (CDI)	17% aa
d_{ca} : prazo máximo de carência	Análise da concorrência	até 4 meses
• Da Instituição		
M_C : Meta de captação	Valor adotado conforme fundo similar de referência ou por consenso entre as áreas interessadas	R\$ 40 milhões
M_L : Meta de lucro	Valor adotado de acordo com a gestão de custos da instituição	11%
M_R : Meta de risco para o gestor	Valor adotado de acordo com a aplicação do método <i>bootstrap</i> ponderado sobre as séries históricas de fundos similares (Apêndice IV)	R\$ 1.102,69

Fonte: Elaborado pelo autor

8.4 – *Simulador de Mercado*

As condições ambientais utilizadas para testes foram selecionadas de acordo com cenários históricos pré-estabelecidos que refletissem o comportamento do produto sobre situações extremas e divergentes, conforme apresentado na figura 6.1.

A segmentação dos cenários foi feita em função do ciclo de vida do produto e da volatilidade de mercado. O ciclo de vida do produto foi separado em duas fases: nascimento e maturidade. A volatilidade de mercado foi dividida em *com* ou *sem* turbulência que combinadas resultam em quatro opções²⁸ de segmentações agrupando-se da seguinte forma:

- a) fase de nascimento sob condições favoráveis, com período de maturidade sem turbulência;
- b) fase de nascimento sob condições favoráveis, com período de maturidade com turbulência;
- c) fase de nascimento sob condições desfavoráveis, com período de maturidade sem turbulência;
- d) fase de nascimento sob condições desfavoráveis, com período de maturidade com turbulência.

A fronteira entre fase de nascimento e maturidade é uma questão subjetiva que diferirá de instituição para instituição e, para um mesmo gestor, entre as categorias de fundos. Para o fundo selecionado como referência adotou-se, por visualização gráfica (anexo C) para efeito de demonstração, o período de três meses como limite entre as duas fases, reduzindo-se dessa forma a influência inicial do foco gerencial para cumprimento da meta de captação.

²⁸ A quantidade de cenários é flexível e poderiam ser formadas tantas alternativas quantas fossem supostas necessárias para uma avaliação satisfatória do desempenho do produto. Para efeito de demonstração, adotou-se a segmentação citada.

As condições desfavoráveis de volatilidade foram captadas de acordo com o histórico de movimentações de fundos similares em situações de crises, conforme citado no capítulo 2, em particular, devido às circunstâncias e aos fatos explicados, considerou-se a crise de liquidez de 2002 e a crise asiática de 1997 (apêndice V) como referenciais para as gerações de risco. Analogamente, adotou-se o período entre outubro de 2002 e fevereiro de 2004 como referência para as condições favoráveis de mercado.

8.5 – Resultados

Esta seção será iniciada com uma explicação sobre a utilização da metaheurística genética para a obtenção dos resultados do problema em questão. Conforme a terminologia genética, se um produto possui k atributos e cada atributo j ($=1, \dots, k$) tem L_j níveis, então a sua sequência de representação numérica será definida por P posições. No problema analisado, havendo, por exemplo, três atributos A1 (prazo de resgate), A2 (prazo de conversão) e A3 (carência) e tendo cada um 6 níveis (0, 1, 2, 3, 4, 5), então uma representação possível (cromossomo) seria 5 1 3, que corresponderia a um prazo de resgate de 5 dias combinado com um prazo de um dia para conversão de cotas e 3 meses para carência de resgate de aplicações.

Uma vez que o produto seja classificado em termos de atributos e níveis, uma população inicial de tamanho M é gerada aleatoriamente. Para os propósitos desta pesquisa, de acordo com as explicações apresentadas na seção 7.3 e após sucessivas tentativas, visualizou-se uma convergência dos resultados com a seguinte configuração de parâmetros do algoritmo genético: (i) $M = 1.000$; (ii) taxa uniforme de *crossover* igual a 50%; (iii) taxa de mutação de 10%; (iv) critério de parada após 50.000 iterações e (v) método *recipe* interno ao Evolver[®]. Os resultados da aplicação dessa configuração sobre o problema são mostrados na tabela 8.3 a seguir e caracterizam um conjunto de testes que permitem uma leitura combinada e rápida sobre as possibilidades de sucesso de lançamento do produto e/ou uma análise mais específica sobre as causas dos resultados encontrados. De acordo com necessidade premente, uma ou ambas leituras podem ser feitas.

Tabela 8.3 – Melhores Resultados Encontrados pela Metaheurística Genética

	Cenário A	Cenário B	Cenário C	Cenário D
Desvio de Captação (%)	-0,45	-37,40	-11,29	-57,89
Desvio Lucro do Gestor (%)	-0,02	0,03	-0,02	-5,40
Desvio VAR (%)	-0,01	0,22	0,12	0,95
Desvio da Rentab. Invest. (%)	-0,58	-1,81	-0,84	-3,24
Função Objetivo (%)	1,07	39,46	12,27	67,49
Patrimônio Líq. Inicial (R\$)	15.693,59	20.812,70	13.984,61	14.000,00
Taxa de Administração (% aa)	2,11	3,38	2,38	4,50
Taxa de Performance (%)	0,04	0	0,08	1,03
Prazo de Resgate (dias)	1	1	1	1
Prazo de Conversão (dias)	0	0	0	0
Carência (meses)	0	3	0	0

Fonte: Elaborado pelo o autor

Como esperado e descrito na figura 8.1, os cenários mais desfavoráveis (B e D) implicam maiores taxas de administração e maiores desvios de risco, captação e rentabilidade para o gestor e investidor, enquanto os cenários favoráveis (A e C) apresentam menores desvios de metas. A fase de maturidade do ciclo de vida do produto é mais significativa sob o aspecto da influência da volatilidade sobre os resultados. Isso é compreensível, pois os impactos são mais sensíveis sobre um patrimônio já formado com valores mais relevantes do que sobre um outro ainda em processo de formação.

A incorporação de restrições legais no modelo amplia as fronteiras e enriquece a análise, que passa a não ser mais condicionada apenas pelas restrições impostas pelas práticas de mercado vigentes. A presença de um prazo de resgate de 1 dia em todos os cenários mostra que essa é uma previsão legal útil sob o contexto de balanceamento de todos os conflitos envolvidos. Mesmo que esse resultado mostre-se como de difícil implementação mercadológica, a flexibilidade do modelo permite o caminho reverso e impõe que essa restrição seja nula para obtenção e avaliação de novos resultados.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, a carência, entendida como o prazo contado a partir da emissão da cota para efeito do exercício de resgate, é um outro exemplo de prerrogativa legal com pouco uso nas práticas de mercado vigentes. Os testes mostraram que, para um cenário desfavorável B, a carência de 3 meses seria recomendável. A participação dessa variável nos resultados do modelo poderia ser mais expressiva caso não existissem algumas limitações práticas. A primeira foi a imposição de pesos iguais para as metas, conforme explicado na seção 8.3, nivelando a importância da meta de captação em relação às demais. A segunda foi que os dados primários da movimentação diária informam o resultado líquido da captação, não permitindo a visibilidade da participação dos resgates nos mesmos e impedindo, assim, uma análise mais refinada da sua dinâmica temporal.

A inclusão da meta de risco, conforme explicado na seção 8.2, foi fundamental para o equilíbrio das forças atuantes no modelo. O risco representa uma meta conflitante perante os anseios de aumento de captação e rentabilidade do gestor, oferecendo uma consistência lógica sob a ótica de Dinâmica de Sistemas. Entretanto, a sua introdução em problemas de minimização sob enfoque multicriterial só faz sentido quando combinada com outros objetivos, pois, com o envolvimento de restrições de capital num problema de minimização, a melhor solução seria não captar ou não lançar o fundo.

Os valores das taxas de administração simuladas na tabela 8.3 são inferiores aos valores de mercado apresentados na tabela 5.1. Esse resultado é coerente, pois o modelo equilibra os interesses entre gestores e investidores sem privilégios para qualquer um deles. Caso a instituição conheça seu ponto de equilíbrio de custos em termos de taxa, esse valor pode ser inserido no modelo, aumentando o desempenho durante o processo de busca pela redução do campo de soluções viáveis.

A eficiência do algoritmo genético como ferramenta de busca pode ser comprovada quando o resultado do patrimônio líquido inicial obtido no cenário C

(R\$ 13.984,61) é comparado com o caso real ocorrido no mercado (R\$ 13.372,00), com uma aderência de 95,5% .

A tabela 8.4 e o gráfico 8.4 a seguir mostram, como exemplo, a visualização do resumo da planilha de simulação para o cenário A e a evolução do patrimônio líquido para todos os cenários.

Tabela 8.4 – Planilha de Simulação do Cenário A

Dia Útil	Rentab. Bruta Projetada (%)	Movimentação Solicitada	Valor do Pat. Líquido (R\$)	Receita Bruta (R\$)	Custos + Desp. Variáveis (R\$)	Custos + Desp. Fixas (R\$)	Resultado Líquido (R\$)	Retorno do Fundo	VAR (R\$)
1	0,083475	213,51%	49.115,02	5,2241	0,2612	3,9703	0,5726	0,07%	1.099,67
2	0,103989	112,34%	104.310,27	13,9658	0,6983	10,614	1,5308	0,09%	
3	0,085915	142,39%	252.796,91	27,7122	1,3856	21,0613	3,0376	0,07%	
4	0,048543	24,23%	313.937,18	25,775	1,2888	19,589	2,8252	0,04%	
5	0,018118	17,51%	368.806,13	30,2891	1,5145	23,0197	3,32	0,01%	
6	0,053195	8,48%	400.216,13	32,8572	1,6429	24,9715	3,6015	0,05%	
7	0,024282	6,52%	426.196,61	35,0003	1,75	26,6002	3,8364	0,02%	
8	0,02668	10,74%	471.971,07	38,7585	1,9379	29,4564	4,2484	0,02%	
9	0,024361	12,72%	531.996,33	43,6888	2,1844	33,2035	4,7888	0,02%	
10	0,029097	11,71%	594.347,54	48,8069	2,4403	37,0932	5,3498	0,02%	
11	0,045969	16,49%	692.456,63	56,8539	2,8427	43,2089	6,2318	0,04%	
12	0,068164	12,84%	781.569,03	67,1481	3,3574	51,0325	7,3602	0,06%	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	
249	0,07594	0,10%	32.586.452,26	2.674,69	133,7348	2.032,77	293,1761	0,07%	
250	0,106541	0,08%	32.623.410,73	3.371,79	168,5895	2.562,56	369,5853	0,10%	
251	0,080051	0,08%	32.641.787,13	2.679,12	133,9564	2.036,14	293,6618	0,07%	

Resultados	
Tipo	Valor
Desvio Rent. Inv.	-0,58%
Desvio Lucro (R\$)	-0,02%
Desvio Captação	-0,45%
Desvio VAR	-0,01%
PL inicial	15.693,59
Taxa Adm.	2,11%
Pconversão	0
Presgate	1
Carência	0
Taxa Performance	0,04%

Função Objetivo
1,07%

Fonte: Elaborado pelo o autor

Para efeito de apresentação, foram excluídas algumas colunas e dias intermediários que não interferem na análise

Gráfico 8.4 – Evolução dos Patrimônios Líquidos por Cenário

capítulo 9

CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO

Capítulo 9

CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO

“A essência do trabalho do estudioso e do cientista consiste em uma busca contínua de soluções para a incerteza. Satisfazer esse desafio comporta uma motivação intrínseca ao trabalho, um prazer e um interesse quase lúdico ao realizá-lo, a necessidade de se reconhecer num objetivo geral”

G.C. Cocco

Como é feito atualmente o Desenvolvimento de Novos Fundos de Investimento no mercado brasileiro? Quais são as técnicas de experimentação atualmente praticadas pelos administradores de recursos de terceiros dos bancos sediados no Brasil?

De forma geral, os representantes das três lógicas dominantes do mercado de fundos de investimento brasileiro pesquisados utilizam-se da legislação, de informações das áreas comerciais e de *benchmarking* como fontes principais para o desenvolvimento de novos produtos, havendo uma grande semelhança entre as etapas do processo de desenvolvimento de cada uma (idéia, avaliação conceitual, avaliação interna, desenvolvimento, testes, lançamento).

Entretanto, ao contrário das empresas do estudo de caso da área industrial, a etapa de experimentação e testes não representa um papel essencial ou integrador no processo de desenvolvimento do produto. Apenas uma instituição cita a execução de certas atividades que possuem alguma intersecção com os procedimentos convencionais de experimentação, mas longe da consistência conceitual e operacional apresentada na indústria.

Ainda há uma grande lacuna técnica e conceitual a ser preenchida para a evolução da experimentação e testes na área financeira (serviços). Em parte, o fato de as instituições financeiras pesquisadas serem de grande porte e de alta participação de mercado reduz os riscos de insucesso no lançamento de seus produtos que serão,

em menor ou maior escala, absorvidos pelos seus canais de distribuição, (principalmente a rede de agências) diminuindo a importância de uma fase estruturada de experimentação e testes. Essa característica, no entanto, não elimina os riscos e nem justifica a falta de organização dessa etapa no processo de desenvolvimento do produto.

Como especificar um Novo Fundo de Investimento?

Comprovou-se que, analogamente a um produto industrial, um produto financeiro pode, também, ser definido por algumas características funcionais para avaliação de seu desempenho operacional *ex ante*, ou seja, anterior ao seu lançamento, uma vez que o arsenal de indicadores financeiros *ex post* é vasto e conhecido.

As variáveis funcionais definidas, como taxa de administração, taxa de performance, patrimônio líquido inicial, prazo de conversão, prazo de resgate e carência foram obtidas pela integração das informações colhidas nas entrevistas feitas com os gestores de fundos, pela aplicação de conceitos de gestão da qualidade e pela depuração realizada por meio da técnica de Dinâmica de Sistemas. As flutuações dos valores possíveis dessas variáveis nos seus respectivos intervalos de tolerância permitem leituras de desempenho do produto similares às feitas no ambiente industrial.

A aplicação da Dinâmica de Sistemas auxiliou na definição de um modelo dinâmico híbrido composto de uma parte quantitativa, que reflete os limites possíveis pertinentes às variáveis para equilíbrio das malhas das forças atuantes, e de uma parte qualitativa, que determina padrões de comportamento, oferecendo uma mudança de percepção da realidade devido aos processos de *feedback* e *delays* (carências) introduzidos no modelo.

Seria possível aplicar ao Desenvolvimento de Novos Fundos de Investimento algumas das técnicas que consagraram o processo de Desenvolvimento de Novos Produtos Industriais?

Ao longo do trabalho, foram aplicados os conceitos de várias metodologias e ferramentas de suporte à gestão do processo de desenvolvimento de produto (PDP), destacando-se as metodologias estatísticas com o objetivo de solucionar problemas e falhas que surgem ao longo do PDP.

Definiu-se o conceito de falha potencial e seus respectivos impactos para o desenvolvimento de um fundo de investimento à luz da revisão e adaptação dos conceitos das ferramentas de gestão de qualidade normalmente utilizados no desenvolvimento de produtos industriais.

O emprego dessas técnicas contribuiu para um aumento de confiabilidade nos resultados obtidos nas simulações, introduzindo novos parâmetros de avaliação relativos à velocidade no desenvolvimento dos produtos e na diminuição das falhas potenciais do processo.

Como fazer testes, experimentação ou protótipos para o Desenvolvimento de Novos Fundos de Investimento se eles são intangíveis? Como integrar uma proposta de prototipação ou modelagem por simulação na estrutura de Desenvolvimento de Novos Fundos de Investimento?

Em parte, os atrasos no avanço da ciência podem ser atribuídos a paradigmas que condicionam e limitam a sua interpretação, subordinando-a a vícios de raciocínio improdutivos. Nessa linha, a intangibilidade e o consumo instantâneo dos serviços foram argumentos usados durante muito tempo para justificar a impossibilidade da utilização de diversas técnicas de sucesso praticadas em outras áreas da ciência.

Neste trabalho demonstrou-se que a analogia de experimentação e testes entre produtos industriais tangíveis e produtos financeiros intangíveis é possível, praticável e útil, graças aos avanços conceituais e operacionais alcançados pela experimentação virtual por simulação em computador.

A tangibilidade industrial pode ser substituída por representação matemática de certas características funcionais para aplicação em simulações. As ondas de impacto, utilizadas nos testes de plataformas petrolíferas, equivalem aos fluxos de movimentação financeira, sendo que os períodos de crise podem ser comparados e aplicados similarmente às ondas decenárias dos testes em tanques marinhos. Da mesma forma, os fundos de investimento podem ser submetidos a testes de impacto, como ocorre com os carros virtuais da indústria automobilística ou com as plataformas marinhas da indústria petrolífera.

A combinação dos avanços alcançados na tecnologia da informação, com equipamentos cada vez mais potentes, e da matemática, com algoritmos inteligentes mais eficientes e rápidos na busca de soluções em funções matemáticas intratáveis, permitem o desempenho e a velocidade compatíveis com as necessidades do processo de desenvolvimento de produtos financeiros (serviços).

Como oferecer um suporte adequado para auxiliar as decisões de desenvolvimento desses produtos bancários?

Mais do que uma ferramenta de simulação, este estudo apresenta um método de trabalho que privilegia a aprendizagem organizacional, ou seja, o trabalho em equipe para auxílio nas tomadas de decisão.

Como bem colocado por KAPLAN;NORTON (1997) na estruturação de seu método de implementação estratégica *Balanced Scorecard* “a perspectiva de aprendizado e crescimento oferecem a infra-estrutura que possibilita a consecução de objetivos ambiciosos nas outras três perspectivas (financeira, cliente, interna)”. O

aprendizado em equipe proposto neste estudo funcionaria como o alicerce para as demais perspectivas, oferecendo a motivação e o comprometimento necessário aos demais membros da equipe multi-departamental (comercial, produto, jurídica, econômica) para a execução das tarefas de desenvolvimento de produto em grupo, conforme demonstrado na figura 6.1.

Uma ferramenta de simulação rápida e precisa cria o dinamismo e a velocidade ideais para um ambiente competitivo e turbulento. O simulador utilizado consegue obter bons resultados após 50.000 iterações em 5 minutos, criando uma grande flexibilidade para desenvolvimento do produto. Além disso, a forma como o modelo matemático foi estruturado permitiu a introdução de medidas de erro, pois todos os resultados são comparados com metas passadas factíveis.

Graças a essa flexibilidade o exercício da atividade de planejamento estratégico também é possível. Conforme MINTZBERG;AHLSTRAND;LAMPEL (2000), “as intenções plenamente realizadas podem ser chamadas de estratégias deliberadas. As não realizadas podem ser chamadas de estratégias irrealizadas. Mas há um terceiro caso, que chamamos de estratégia emergente – na qual um padrão realizado não era expressamente pretendido”. A simulação, ao fingir várias vezes uma realidade controlada, permite a discussão e o aprendizado em equipe, criando as condições necessárias para a formulação de estratégias.

Sugestões para novos estudos

A importância de trabalhos desta natureza aumentará à medida que houver uma diminuição das taxas referenciais de juros e, conseqüentemente, uma redução das margens de lucro do setor financeiro brasileiro. Além disso, a recente criação da conta de investimento permitirá migrações de aplicações sem custos de CPMF a partir de outubro de 2006, tornando o mercado mais competitivo e sensível às definições das taxas incidentes sobre os fundos de investimento.

Neste estudo houve a preocupação de demonstrar o método de desenvolvimento do produto financeiro analisado com o emprego de uma técnica de busca que proporcionasse bons resultados. No entanto, há a possibilidade de combinação de dois ou mais procedimentos diferentes (ex. heurística + algoritmo genético) que podem conduzir a resultados superiores aos alcançados pela utilização individual de um deles. Dessa forma, abre-se uma interessante linha de pesquisa para o aprimoramento da ferramenta de busca de soluções.

Outra fonte promissora de estudos está na integração e avaliação de como os simuladores ou a técnica de simulação podem colaborar no processo de aprendizado e na formulação de estratégias empresariais. Esta pesquisa mostrou um forte elo entre eles passível de uma investigação mais específica para o setor de serviços (e, porque não, também para o setor acadêmico) que avalie a capacidade efetiva de geração de planos estratégicos e sua influência como elemento de motivação dos recursos humanos envolvidos.

Normalmente, os trabalhos que fazem uso de técnicas de simulação defrontam-se com dilemas como detalhar ou não determinadas variáveis durante o processo de estruturação do modelo matemático. Neste estudo, a preferência do investidor foi simplificada e consolidada pela comparação a um índice de *benchmarking*, entretanto, ela poderia ser segmentada de acordo com seu perfil de aversão ao risco, abrindo a possibilidade de integração com os recentes avanços da finanças comportamentais ou *Prospect Theory* (KAHNEMAN;TVERSKY, 1979).

Por fim, esta pesquisa incentiva e demonstra que há campo para explorar outras analogias e o intercâmbio entre aplicações consolidadas na área industrial e a área de serviços.

Questionário Aplicado aos Gestores de Fundos de Investimento

Anexo A – Questionário Aplicado aos Gestores de Fundos de Investimento

- a) Como é feito atualmente o Desenvolvimento de Novos Fundos de Investimento?
- b) Quais são as variáveis relevantes para a análise do Desenvolvimento de Novos Fundos de Investimento?
- c) Quais são as variáveis que especificam um fundo de investimento?
- d) Quais são as principais decisões tomadas ao longo do ciclo de Desenvolvimento de um Novo Fundo de Investimento?
- e) Quais são os parâmetros que caracterizam se um fundo obteve ou não sucesso?
- f) Qual é o estoque atual segmentado de Fundos de Investimento da Instituição? (Renda Fixa, DI)
- g) Qual o tempo médio do ciclo de Desenvolvimento de um novo Fundo?
- h) Há estimativas dos tempos médios das etapas intermediárias do Desenvolvimento de um novo Fundo?
- i) Quais são as técnicas de experimentação atualmente praticadas pela Instituição?
- j) Os gestores da instituição têm conhecimento conceitual sobre as metodologias de Desenvolvimento de Novos Produtos?

nexo B

Movimentação Diária

Data	Pat. Líquido (R\$)	Cota	Rentab. Dia	Data	Pat. Líquido (R\$)	Cota	Rentab. Dia
18/7/2002	13.372,00	1	0,0833	28/8/2002	1.591.326,25	1,00983	0,0554783
19/7/2002	41.933,14	1,00083	0,1038135	29/8/2002	1.615.095,93	1,01039	0,0543133
22/7/2002	89.082,69	1,00187	0,0857395	30/8/2002	1.702.375,46	1,01093	0,0538647
23/7/2002	216.008,10	1,00273	0,0483679	2/9/2002	1.737.505,77	1,01148	0,0533795
24/7/2002	268.455,48	1,00322	0,0179423	3/9/2002	1.803.612,77	1,01202	0,0358722
25/7/2002	315.519,38	1,0034	0,0530199	4/9/2002	1.991.333,44	1,01238	0,0537194
26/7/2002	342.438,38	1,00393	0,024107	5/9/2002	2.019.343,32	1,01293	0,052125
29/7/2002	364.856,11	1,00417	0,0265049	6/9/2002	2.066.116,48	1,01345	0,0535655
30/7/2002	404.129,48	1,00444	0,0241859	9/9/2002	2.096.759,24	1,014	0,0534164
31/7/2002	455.634,96	1,00468	0,0289221	10/9/2002	2.135.780,00	1,01454	0,0535677
1/8/2002	509.144,11	1,00497	0,0457935	11/9/2002	2.235.554,30	1,01508	0,0537602
2/8/2002	593.321,77	1,00543	0,0679885	12/9/2002	2.286.460,11	1,01563	0,053074
5/8/2002	669.931,34	1,00611	-0,0411083	13/9/2002	2.385.662,74	1,01617	0,0534317
6/8/2002	720.848,04	1,0057	0,0232433	16/9/2002	2.476.691,96	1,01671	0,0531479
7/8/2002	763.709,40	1,00593	0,049187	17/9/2002	2.549.781,51	1,01725	0,0559471
8/8/2002	839.932,59	1,00643	0,0523922	18/9/2002	2.666.374,10	1,01782	0,0532463
9/8/2002	918.166,40	1,00696	-0,240816	19/9/2002	2.748.392,11	1,01836	0,0576555
12/8/2002	969.646,12	1,00453	-0,0022093	20/9/2002	2.825.198,11	1,01895	0,0531053
13/8/2002	986.214,82	1,00451	0,001815	23/9/2002	2.860.554,81	1,01949	0,053284
14/8/2002	1.054.558,36	1,00453	0,0180191	24/9/2002	2.861.623,38	1,02003	0,0569125
15/8/2002	1.079.895,79	1,00471	0,0623524	25/9/2002	2.899.210,62	1,02061	0,0531625
16/8/2002	1.120.697,10	1,00533	0,0609401	26/9/2002	2.948.156,08	1,02116	0,05357
19/8/2002	1.171.219,09	1,00595	0,0687754	27/9/2002	3.081.954,28	1,0217	0,0501618
20/8/2002	1.237.124,22	1,00664	0,0399791	30/9/2002	3.175.859,87	1,02222	0,0540077
21/8/2002	1.280.748,99	1,00704	0,0629896	1/10/2002	3.298.243,19	1,02277	0,0537008
22/8/2002	1.316.331,52	1,00768	0,0451859	2/10/2002	3.574.608,35	1,02332	0,0549126
23/8/2002	1.452.496,82	1,00813	0,0535824	3/10/2002	3.759.984,31	1,02388	0,0529358
26/8/2002	1.503.403,28	1,00867	0,0541678	4/10/2002	3.900.664,87	1,02442	0,053418
27/8/2002	1.475.665,63	1,00922	0,0602688	7/10/2002	4.027.217,36	1,02497	0,0541647

Data	Pat. Líquido (R\$)	Cota	Rentab. Dia	Data	Pat. Líquido (R\$)	Cota	Rentab. Dia
8/10/2002	4.172.733,45	1,02552	0,0534583	19/11/2002	7.980.222,38	1,04448	0,0813102
9/10/2002	4.251.020,53	1,02607	0,0554235	20/11/2002	8.170.751,70	1,04533	0,1770821
10/10/2002	4.414.417,94	1,02664	0,045332	21/11/2002	8.263.063,40	1,04718	0,2023224
11/10/2002	4.560.799,22	1,02711	0,0614218	22/11/2002	8.508.260,20	1,0493	0,1037581
14/10/2002	4.677.090,79	1,02774	0,0565366	25/11/2002	8.682.088,17	1,05039	0,0931038
15/10/2002	4.884.823,34	1,02832	0,0649812	26/11/2002	8.776.611,92	1,05137	0,1020593
16/10/2002	5.010.889,73	1,02899	0,0656374	27/11/2002	8.906.544,03	1,05244	0,0659779
17/10/2002	5.129.173,50	1,02966	0,0644294	28/11/2002	9.079.643,18	1,05313	0,0640412
18/10/2002	5.207.795,48	1,03032	0,065511	29/11/2002	9.523.939,01	1,05381	0,0686737
21/10/2002	5.477.878,66	1,031	0,0648462	2/12/2002	9.715.686,65	1,05453	0,0653266
22/10/2002	5.661.497,06	1,03167	0,0629343	3/12/2002	9.901.777,09	1,05522	0,072078
23/10/2002	5.809.907,91	1,03232	0,0635659	4/12/2002	10.074.018,90	1,05598	0,0757344
24/10/2002	5.881.466,71	1,03297	0,0722669	5/12/2002	10.286.592,54	1,05678	0,0668913
25/10/2002	6.015.956,58	1,03372	0,0668007	6/12/2002	10.428.773,28	1,05749	0,061851
28/10/2002	6.118.131,57	1,03441	0,0638143	9/12/2002	10.604.467,98	1,05814	0,0624992
29/10/2002	6.251.830,00	1,03507	0,0640499	10/12/2002	10.727.290,50	1,0588	0,0755397
30/10/2002	6.312.462,51	1,03573	0,0634093	11/12/2002	10.976.735,64	1,0596	0,0660603
31/10/2002	6.364.700,56	1,03639	0,0637505	12/12/2002	11.113.740,85	1,0603	0,0678654
1/11/2002	6.473.959,05	1,03705	0,0651147	13/12/2002	11.347.345,29	1,06102	0,0721889
4/11/2002	6.642.474,45	1,03773	0,0634672	16/12/2002	11.519.143,93	1,06179	0,1139609
5/11/2002	6.765.115,07	1,03838	0,0635996	17/12/2002	11.887.914,80	1,063	0,06981
6/11/2002	6.938.245,86	1,03904	0,0668909	18/12/2002	12.161.649,54	1,06374	0,0709366
7/11/2002	7.060.390,07	1,03974	0,067552	19/12/2002	12.262.719,45	1,06449	0,0751276
8/11/2002	7.220.955,28	1,04044	0,0653336	20/12/2002	12.580.311,02	1,06529	0,0838079
11/11/2002	7.327.781,30	1,04112	0,0652849	23/12/2002	13.026.392,69	1,06619	0,0749641
12/11/2002	7.454.355,64	1,0418	0,0642907	24/12/2002	13.119.747,41	1,06699	0,0739999
13/11/2002	7.570.751,57	1,04247	0,0642225	26/12/2002	13.365.895,29	1,06778	0,0715218
14/11/2002	7.645.055,38	1,04314	0,0634207	27/12/2002	13.607.374,00	1,06854	0,0727536
18/11/2002	7.742.887,97	1,0438	0,0648292	30/12/2002	13.995.471,89	1,06932	0,0740404

Data	Pat. Líquido (R\$)	Cota	Rentab. Dia	Data	Pat. Líquido (R\$)	Cota	Rentab. Dia
31/12/2002	13.984.762,16	1,07011	0,0738709	11/2/2003	19.142.024,70	1,09459	0,0737457
2/1/2003	14.223.223,23	1,0709	0,0874414	12/2/2003	19.240.307,67	1,0954	0,0748346
3/1/2003	14.606.132,53	1,07184	0,0766289	13/2/2003	19.406.776,96	1,09622	0,0722732
6/1/2003	14.860.745,87	1,07266	0,0975972	14/2/2003	19.561.843,11	1,09701	0,0742876
7/1/2003	15.088.361,12	1,0737	0,1239248	17/2/2003	19.619.243,15	1,09783	0,087438
8/1/2003	15.399.892,04	1,07503	0,0975363	18/2/2003	19.673.428,38	1,09879	0,0924287
9/1/2003	15.700.191,43	1,07608	0,0884754	19/2/2003	19.890.098,11	1,0998	0,0969523
10/1/2003	15.919.819,86	1,07703	0,0794636	20/2/2003	20.121.759,90	1,10087	0,0755439
13/1/2003	16.071.265,92	1,07789	0,0763624	21/2/2003	20.335.305,71	1,1017	0,0835217
14/1/2003	16.242.804,61	1,07871	0,0739196	24/2/2003	20.506.574,84	1,10262	0,0864367
15/1/2003	16.460.391,15	1,07951	0,0702563	25/2/2003	20.613.528,31	1,10357	0,0804293
16/1/2003	16.635.913,20	1,08027	0,0693592	26/2/2003	20.811.874,93	1,10446	0,0797677
17/1/2003	16.666.412,10	1,08102	0,0697229	27/2/2003	21.010.247,93	1,10534	0,0774017
20/1/2003	16.831.393,74	1,08177	0,0746981	28/2/2003	21.061.607,62	1,1062	0,0629438
21/1/2003	16.908.721,86	1,08258	0,0621611	5/3/2003	21.164.742,58	1,10689	0,0782053
22/1/2003	17.097.278,87	1,08325	0,0755357	6/3/2003	21.331.222,48	1,10776	0,0844126
23/1/2003	17.300.218,22	1,08407	0,0736654	7/3/2003	21.556.553,51	1,10869	0,0860153
24/1/2003	17.492.560,70	1,08487	0,0740243	10/3/2003	21.553.134,74	1,10965	0,0784385
27/1/2003	17.596.190,17	1,08567	0,07408	11/3/2003	21.613.783,18	1,11052	0,0787996
28/1/2003	17.710.536,08	1,08648	0,074169	12/3/2003	21.781.987,25	1,11139	0,0798322
29/1/2003	17.834.687,29	1,08728	0,0740859	13/3/2003	21.979.588,73	1,11228	0,0861051
30/1/2003	17.816.026,70	1,08809	0,0735833	14/3/2003	22.258.619,68	1,11324	0,0859889
31/1/2003	18.154.279,07	1,08889	0,0723568	17/3/2003	22.345.911,14	1,1142	0,0808843
3/2/2003	18.295.363,15	1,08968	0,0739148	18/3/2003	22.462.204,59	1,1151	0,0796673
4/2/2003	18.441.530,42	1,09048	0,0747418	19/3/2003	22.631.262,25	1,11599	0,0844145
5/2/2003	18.520.385,08	1,0913	0,0778107	20/3/2003	22.911.766,80	1,11693	0,0942181
6/2/2003	18.777.784,21	1,09215	0,0748386	21/3/2003	23.048.698,45	1,11798	0,077017
7/2/2003	18.971.150,36	1,09296	0,0738384	24/3/2003	23.125.904,19	1,11884	0,0926904
10/2/2003	19.006.333,06	1,09377	0,0750541	25/3/2003	23.308.944,77	1,11988	0,1012462

Data	Pat. Líquido (R\$)	Cota	Rentab. Dia	Data	Pat. Líquido (R\$)	Cota	Rentab. Dia
26/3/2003	23.662.753,85	1,12101	0,0931128	9/5/2003	27.644.517,07	1,14806	0,0796123
27/3/2003	23.823.865,85	1,12206	0,0885623	12/5/2003	27.618.684,30	1,14897	0,0760219
28/3/2003	24.020.179,59	1,12305	0,0823993	13/5/2003	27.853.980,40	1,14984	0,084715
31/3/2003	24.076.084,03	1,12397	0,0820191	14/5/2003	28.027.739,73	1,15082	0,0902589
1/4/2003	24.341.290,98	1,1249	0,1166316	15/5/2003	28.116.766,54	1,15186	0,0833615
2/4/2003	24.501.807,46	1,12621	0,0862787	16/5/2003	28.285.321,38	1,15282	0,0868406
3/4/2003	24.736.201,33	1,12718	0,0837302	19/5/2003	28.427.868,08	1,15382	0,0822299
4/4/2003	24.985.853,58	1,12812	0,0862833	20/5/2003	28.482.493,14	1,15477	0,1058876
7/4/2003	25.178.120,97	1,1291	0,0833936	21/5/2003	28.460.703,84	1,15599	0,0788841
8/4/2003	25.184.432,89	1,13004	0,0802955	22/5/2003	28.661.126,73	1,1569	0,0876891
9/4/2003	25.226.903,73	1,13095	0,0771727	23/5/2003	28.710.257,16	1,15792	0,0960724
10/4/2003	25.415.701,66	1,13182	0,0723872	26/5/2003	28.825.046,33	1,15903	0,078092
11/4/2003	25.766.297,88	1,13264	0,0737011	27/5/2003	28.932.434,14	1,15993	0,0789685
14/4/2003	25.776.727,47	1,13347	0,0790668	28/5/2003	29.232.465,48	1,16085	0,0841517
15/4/2003	25.810.303,00	1,13437	0,0768714	29/5/2003	29.426.024,44	1,16183	0,0815149
16/4/2003	25.926.874,11	1,13524	0,0794777	30/5/2003	29.368.208,25	1,16277	0,0761967
17/4/2003	26.042.933,43	1,13614	0,0825838	2/6/2003	29.385.527,68	1,16366	0,0778779
22/4/2003	26.121.494,56	1,13708	0,082131	3/6/2003	29.635.814,94	1,16456	0,081072
23/4/2003	26.091.506,84	1,13802	0,0796287	4/6/2003	29.834.758,19	1,16551	0,0823191
24/4/2003	26.180.020,14	1,13892	0,082074	5/6/2003	29.900.329,74	1,16647	0,0910208
25/4/2003	26.251.767,57	1,13986	0,0759975	6/6/2003	30.059.087,34	1,16753	0,0865857
28/4/2003	26.305.539,91	1,14072	0,0785841	9/6/2003	30.301.497,26	1,16854	0,0829348
29/4/2003	26.335.942,14	1,14162	0,0805629	10/6/2003	30.339.038,01	1,16951	0,0852265
30/4/2003	26.452.803,49	1,14254	0,0793018	11/6/2003	30.414.667,01	1,17051	0,0794021
2/5/2003	26.697.902,67	1,14345	0,0791923	12/6/2003	30.536.280,17	1,17144	0,0795802
5/5/2003	26.812.037,00	1,14435	0,07706	13/6/2003	30.500.948,81	1,17237	0,0805313
6/5/2003	27.015.131,96	1,14523	0,0870254	16/6/2003	30.521.903,62	1,17331	0,0807953
7/5/2003	27.206.184,80	1,14623	0,0769757	17/6/2003	30.573.943,42	1,17426	0,081762
8/5/2003	27.407.191,63	1,14711	0,0823069	18/6/2003	30.754.119,30	1,17522	0,078915

Data	Pat. Líquido (R\$)	Cota	Rentab. Dia	Data	Pat. Líquido (R\$)	Cota	Rentab. Dia
20/6/2003	30.915.002,12	1,17615	0,0778694	31/7/2003	33.078.793,01	1,20356	0,0643214
23/6/2003	31.057.910,81	1,17706	0,0709529	1/8/2003	33.142.602,96	1,20434	0,0373628
24/6/2003	31.027.124,58	1,1779	0,0831987	4/8/2003	33.194.812,03	1,20479	0,0605088
25/6/2003	31.145.042,38	1,17888	0,0768695	5/8/2003	33.383.604,84	1,20551	0,0451962
26/6/2003	31.217.686,37	1,17979	0,0760562	6/8/2003	33.486.953,39	1,20606	0,0551049
27/6/2003	31.288.090,24	1,18068	0,0719665	7/8/2003	33.658.205,01	1,20672	0,0625289
30/6/2003	31.100.226,43	1,18153	0,0747936	8/8/2003	33.778.272,88	1,20748	0,0821728
1/7/2003	31.214.249,50	1,18242	0,0771131	11/8/2003	33.908.516,24	1,20847	0,0715453
2/7/2003	31.485.143,78	1,18333	0,0761693	12/8/2003	33.997.360,72	1,20934	0,0724166
3/7/2003	31.639.194,64	1,18423	0,0798954	13/8/2003	34.027.606,20	1,21021	0,0857298
4/7/2003	31.706.653,58	1,18518	0,0790166	14/8/2003	34.137.372,92	1,21125	0,0774017
7/7/2003	31.841.500,94	1,18611	0,0807633	15/8/2003	34.210.862,32	1,21219	0,0696998
8/7/2003	32.250.738,83	1,18707	0,0786026	18/8/2003	34.216.732,33	1,21303	0,0743278
9/7/2003	32.256.632,25	1,188	0,0731972	19/8/2003	34.402.371,79	1,21393	0,0737102
10/7/2003	32.404.710,52	1,18887	0,090679	20/8/2003	34.606.020,95	1,21483	0,0742683
11/7/2003	32.436.352,35	1,18995	0,0785766	21/8/2003	34.733.501,94	1,21573	0,074589
14/7/2003	32.505.069,20	1,19089	0,0759396	22/8/2003	34.864.501,54	1,21664	0,0659149
15/7/2003	32.560.858,12	1,19179	0,1065411	25/8/2003	34.880.782,73	1,21744	0,0631891
16/7/2003	32.622.513,47	1,19306	0,0800506	26/8/2003	35.042.197,79	1,21821	0,0670198
17/7/2003	32.676.273,99	1,19401	0,0765542	27/8/2003	35.266.533,33	1,21902	0,0626109
18/7/2003	32.577.903,84	1,19493	0,0782454	28/8/2003	35.440.301,45	1,21979	0,0689256
21/7/2003	32.675.007,59	1,19586	0,0770977	29/8/2003	35.713.899,71	1,22063	0,0659794
22/7/2003	32.552.903,90	1,19679	0,0802502	1/9/2003	35.701.028,18	1,22143	0,074
23/7/2003	32.675.779,93	1,19775	0,0786382	2/9/2003	35.861.645,49	1,22234	0,063
24/7/2003	32.811.953,77	1,19869	0,0717023	3/9/2003	37.177.885,29	1,22312	0,071
25/7/2003	32.866.596,70	1,19955	0,0760819	4/9/2003	37.311.528,93	1,22398	0,068
28/7/2003	32.919.006,98	1,20046	0,07577	5/9/2003	37.325.295,28	1,22481	0,066
29/7/2003	32.978.173,71	1,20137	0,0738309	8/9/2003	37.556.909,37	1,22562	0,064
30/7/2003	33.024.217,59	1,20226	0,108513	9/9/2003	37.617.393,41	1,2264	0,065

Data	Pat. Líquido (R\$)	Cota	Rentab. Dia	Data	Pat. Líquido (R\$)	Cota	Rentab. Dia
10/9/2003	37.719.173,04	1,2272	0,068	21/10/2003	41.043.344,34	1,25118	0,058
11/9/2003	38.028.749,15	1,22804	0,087	22/10/2003	41.367.675,93	1,25191	0,055
12/9/2003	38.081.069,23	1,22911	0,097	23/10/2003	41.577.990,41	1,2526	0,055
15/9/2003	37.959.156,86	1,2303	0,088	24/10/2003	41.692.308,83	1,25329	0,057
16/9/2003	38.021.657,24	1,23138	0,068	27/10/2003	41.794.398,44	1,25401	0,05
17/9/2003	38.312.137,20	1,23222	0,062	28/10/2003	41.815.249,98	1,25463	0,053
18/9/2003	38.381.855,04	1,23298	0,06	29/10/2003	41.861.555,63	1,2553	0,05
19/9/2003	38.489.493,03	1,23373	0,073	30/10/2003	41.841.042,44	1,25594	0,056
22/9/2003	39.125.971,50	1,23463	0,058	31/10/2003	41.899.705,70	1,25664	0,049
23/9/2003	39.092.597,51	1,23534	0,052	3/11/2003	42.559.264,82	1,25725	0,054
24/9/2003	39.152.185,34	1,23599	0,053	4/11/2003	42.738.585,14	1,25793	0,054
25/9/2003	39.074.746,22	1,23664	0,054	5/11/2003	42.946.300,43	1,25862	0,056
26/9/2003	39.215.878,02	1,2373	0,062	6/11/2003	43.315.871,10	1,25932	0,061
29/9/2003	38.922.243,90	1,23807	0,06	7/11/2003	43.418.460,11	1,26009	0,074
30/9/2003	38.862.980,11	1,23881	0,055	10/11/2003	43.450.439,92	1,26102	0,072
1/10/2003	38.790.393,26	1,23949	0,061	11/11/2003	43.543.944,03	1,26192	0,081
2/10/2003	39.074.176,90	1,24025	0,06	12/11/2003	43.679.098,05	1,26294	0,055
3/10/2003	39.268.739,30	1,24099	0,059	13/11/2003	43.856.507,51	1,26364	0,065
6/10/2003	39.320.355,89	1,24173	0,06	14/11/2003	43.917.423,25	1,26447	0,083
7/10/2003	39.535.701,19	1,24247	0,067	17/11/2003	44.114.850,61	1,26551	0,073
8/10/2003	39.577.729,16	1,24331	0,061	18/11/2003	44.215.380,35	1,26644	0,082
9/10/2003	39.830.704,88	1,24406	0,071	19/11/2003	44.265.223,67	1,26748	0,075
10/10/2003	39.979.244,64	1,24495	0,068	20/11/2003	44.567.619,39	1,26843	0,108
13/10/2003	40.226.796,35	1,2458	0,058	21/11/2003	45.552.574,38	1,2698	0,076
14/10/2003	40.313.557,48	1,24652	0,087	24/11/2003	45.713.371,76	1,27077	0,064
15/10/2003	40.129.584,99	1,2476	0,063	25/11/2003	45.844.704,43	1,27159	0,112
16/10/2003	40.314.747,83	1,24839	0,064	26/11/2003	45.919.741,51	1,27301	0,06
17/10/2003	40.347.210,68	1,24919	0,078	27/11/2003	46.103.420,84	1,27377	0,054
20/10/2003	40.106.022,93	1,25017	0,081	28/11/2003	46.168.091,03	1,27446	0,081

Data	Pat. Líquido (R\$)	Cota	Rentab. Dia	Data	Pat. Líquido (R\$)	Cota	Rentab. Dia
1/12/2003	46.205.491,51	1,27549	0,073	13/1/2004	59.600.217,19	1,29571	0,0560145
2/12/2003	46.541.994,40	1,27642	0,055	14/1/2004	59.814.227,95	1,29644	0,0480254
3/12/2003	46.823.975,56	1,27712	0,052	15/1/2004	60.016.241,88	1,29706	0,0518542
4/12/2003	47.195.537,32	1,27778	0,053	16/1/2004	60.391.153,28	1,29773	0,0523062
5/12/2003	47.416.850,58	1,27845	0,052	19/1/2004	60.835.516,97	1,29841	0,0503803
8/12/2003	47.643.337,37	1,27912	0,046	20/1/2004	61.038.182,47	1,29907	0,0586249
9/12/2003	47.557.265,50	1,2797	0,051	21/1/2004	61.287.687,93	1,29983	0,0518987
10/12/2003	47.581.752,27	1,28036	0,049	22/1/2004	61.647.521,65	1,3005	0,0438164
11/12/2003	48.046.232,25	1,28098	0,046	23/1/2004	61.904.944,52	1,30107	0,045845
12/12/2003	48.232.086,45	1,28157	0,048	26/1/2004	61.933.324,82	1,30167	0,0431459
15/12/2003	48.356.381,36	1,28218	0,046	27/1/2004	62.244.520,75	1,30223	0,0435134
16/12/2003	48.867.047,94	1,28278	0,05	28/1/2004	62.550.379,27	1,3028	0,0402218
17/12/2003	50.692.566,97	1,28342	0,052	29/1/2004	62.643.791,95	1,30332	0,0245474
18/12/2003	51.588.059,59	1,28409	0,054	30/1/2004	62.514.231,26	1,30364	0,0372023
19/12/2003	51.772.159,42	1,28478	0,053	2/2/2004	62.704.609,28	1,30413	0,0214361
22/12/2003	52.254.360,81	1,28546	0,053	3/2/2004	63.019.261,46	1,30441	0,0338558
23/12/2003	52.948.706,02	1,28615	0,051	4/2/2004	63.701.619,35	1,30485	0,0348406
24/12/2003	53.128.367,68	1,28681	0,039	5/2/2004	63.898.433,89	1,3053	0,0365598
26/12/2003	53.789.678,66	1,28732	0,043	6/2/2004	64.084.941,95	1,30578	0,0270945
29/12/2003	54.103.280,87	1,28787	0,054	9/2/2004	63.982.093,17	1,30613	0,0391178
30/12/2003	54.454.401,12	1,28856	0,044	10/2/2004	64.168.882,91	1,30664	0,065164
31/12/2003	54.410.941,47	1,28912	0,043	11/2/2004	64.384.620,42	1,30749	0,0466845
2/1/2004	55.168.804,05	1,28967	0,0482002	12/2/2004	64.410.591,52	1,30811	0,0482275
5/1/2004	57.004.744,61	1,2903	0,0670404	13/2/2004	64.434.515,70	1,30874	0,0420971
6/1/2004	57.625.810,54	1,29116	0,0573916	16/2/2004	64.394.295,81	1,30929	0,0430162
7/1/2004	57.845.877,28	1,2919	0,0806638	17/2/2004	64.363.094,60	1,30985	0,0492767
8/1/2004	59.005.516,20	1,29294	0,0649909	18/2/2004	64.702.582,47	1,3105	0,0422146
9/1/2004	59.500.241,45	1,29378	0,079892	19/2/2004	65.011.738,03	1,31105	0,033019
12/1/2004	59.539.710,47	1,29482	0,0691079	20/2/2004	65.287.962,73	1,31148	0,0367774

Fluxos de Captação Diária do Fundo de Referência

Gráfico C.1 – Fluxo de captação diária do fundo de referência

Gráfico C.2 – Fluxo de captação diária do fundo de referência para a fase de nascimento (07/2002 a 10/2002)

Gráfico C.3 – Fluxo de captação diária do fundo de referência para um trecho da fase de maturidade (11/2002 a 04/2003)

Referências

REFERÊNCIAS²⁹

ABENSUR, E.O.; FISCHMANN, A. A. A Integração entre a Análise Ambiental e o *Activity Based Costing* (ABC) para a Avaliação de Alternativas para o Auto-atendimento Bancário. In: ENCONTRO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, Salvador, 2002. **Anais**.

ALLEN, F.; KARJALAINEN, R. Using genetic algorithms to find technical trading rules. **Journal of Financial Economics**, v. 51, p. 245–271, 1999.

ANBID – Associação Nacional dos Bancos de Investimento. Legislação. Disponível em: <http://www.anbid.com.br/top_legislação.asp>. Acesso em: 28/12/2003.

ARKADER, R. A Pesquisa Científica em Gerência de Operações no Brasil. **Revista de Administração de Empresas**, v. 43, n. 1, p. 70-80, jan./fev./mar. 2003.

BALAKRISHNAN, P.V.; JACOB, V. S. Genetic Algorithms for Product Design. **Management Science**, v. 42, n. 8, p. 1105-1117, aug. 1996.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Boletim Mensal. Disponível em: <<http://www.bacen.gov.br>>. Acesso em: 16/11/2005.

BEVILAQUA, A.; GARCIA, M; PAULA, A. **Prêmio de Risco e Política Monetária em Economias Latino Americanas durante as Recentes Crises Internacionais**. Rio de Janeiro, 2000. Departamento de Economia da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.econ.puc-rio.br/Mgarcia/Papers/premioderiscoAL.PDF>>. Acesso em: 18/10/2005.

BRANDÃO, J.E.A. **Avaliação de Performance de Fundos: Estudo de Caso dos Fundos Administrados pelo Banco do Estado do Ceará**. 1999. 258 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1999.

CAMPBELL, J. **A jornada do herói**: Joseph Campbell vida e obra. São Paulo: Ágora, 2003.

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior. Periódicos. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 15/10/2004.

²⁹ De acordo com:

DIRETRIZES PARA APRESENTAÇÃO DE DISSERTAÇÕES E TESES (EPUSP) e ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (NBR 6023).

CARTACHO, M.S.; SOUZA, A. A. A Utilização de um Modelo Composto por Algoritmos Genéticos e Redes Neurais no Processo de Seleção de Carteiras. In: ENCONTRO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, Salvador, 2002. **Anais**.

CASSEL, R.A.; MULLER, Cláudio J. A Simulação e os Processos de Mudança. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Piracicaba, 1996. **Anais**.

CLARK, K; FUJIMOTO, T. **Product Development Performance**. Boston: Harvard Business School Press, 1991.

CONSONI, F.L.; CARVALHO, R.Q. Desenvolvimento de Produtos na Indústria Automobilística Brasileira: Perspectivas e Obstáculos para a Capacitação Local. **Revista de Administração Contemporânea**, v.6, n.1, p. 39-61, jan./abr., 2002.

COOPER, R.G. A Process for Industrial New Product Development. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v.EM-30, n. 1, feb., 1983.

CRAMA, Y.; SCHYNS, M. Simulated Annealing for Complex Portfolio Selection Problems. **European Journal of Operational Research**, v. 150, n. 3, p. 546-571, nov., 2003.

DAVID, M. Competição concentra indústria de fundos. **O Estado de São Paulo**, 17 dez. 2001. Cadernos Setoriais, p. H7.

De BRENTANI, U. Success and Failure of New Industrial Services. **Journal of Product Innovation Management**, v.6, n. 3, p.239-258, 1989.

_____. Success Factors in Developing New Business Services. **European Journal of Marketing**, v.25, n. 2, p.33-59, Mar./Apr., 1991.

DE MASI, D. **O Ócio Criativo**. Rio de Janeiro: Sextante, 2000.

EASINGWOOD, C.J. New Product Development for Services Companies. **International Journal of Banking Marketing**, v.4, n.3, p.264-275, Dec., 1986.

EFRON, B. Bootstrap methods: Another look at the Jackknife. **Annals of Statistics**, v.7, p. 1-26, 1979.

ELTON, E.; GRUBER, M.; BLAKE, C. Incentive Fees and Mutual Fund Performance. **Journal of Finance**, v.57, p. 781-806, 2003.

EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME (EuroNCAP). Tests. Disponível em: <http://www.euroncap.com/tests_top.htm>. Acesso em: 27/08/2003.

FERREIRA, H.S.R.; TOLEDO, J.C. Metodologias e Ferramentas de Suporte à Gestão do Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) na Indústria de Autopeças. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Salvador, 2001. **Anais**.

FERROLI, P.C.; FERROLI, R.H.; NETO, M.F.; LIBRELOTTO, L.I. O QFD auxiliando o projeto de novos produtos nas organizações em aprendizagem. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, São Paulo, 2000. **Anais**.

FIKS, L.F. **Proposta de Metodologia para Seleção de Fundos de Investimento (FIFs)**. 1998. 120p. Trabalho de Formatura do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1998.

GLEICK, J. **CAOS: A Criação de Uma Nova Ciência**. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

GOLDBARG, M. C.; LUNA, H.P.L. **Otimização Combinatória e Programação Linear**. Rio de Janeiro: Campus, 2005.

GRECO, A. Morre Francis Crick, que desvendou o DNA. **O Estado de São Paulo**, 30 jul. 2004. Geral, p. A10.

HILLIER, F.S.; LIEBERMAN, G.J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. São Paulo: EDUSP, 1988.

HOLLAND, J.H. **Adaptation in Natural and Artificial Systems**. Ann Arbor: The University of Michigan Press, 1975.

IANSENTI, M. Shooting the Rapids: Managing Product Development in Turbulent Environments. **California Management Review**, v.38, n. 1, FALL, 1995.

INSURANCE INSTITUTE FOR HIGHWAY SAFETY (IIHS). Fatality Facts: Passenger Vehicles. Disponível em: <<http://www.hwysafety.org/>>. Acesso em: 10/09/2003.

JORION, P. **Value at Risk: A Nova Fonte de Referência para a Gestão do Risco Financeiro**. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 2003.

KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. Prospect Theory: An analysis of decisions under risk. **Econometrica**, v. 47, p. 263-291, 1979.

KAPLAN, R.S.; NORTON, D.P. **A Estratégia em Ação**. São Paulo: Campus, 1997.

KOHLI, R.; KRISHNAMURTI, R. A Heuristic Approach to Product Design. **Management Science**, v. 33, n. 12, p. 1523-1533, Dec, 1987.

_____. Optimal Product Design Using Conjoint Analysis: Computational Complexity and Algorithms. **European Journal of Operational Research**, v. 40, p. 186-195, 1989.

KOHLI, R.; SUKUMAR, R. Heuristics for Product-Line Design Using Conjoint Analysis. **Management Science**, v. 36, n. 12, p. 1464-1478, Dec, 1990.

KORCZAK, J.; LIPINSKI, P. **Evolutionary Approach to Portfolio Optimization**, Research Report 2001/05, University Louis Pasteur, Illkirch, 2001.

KRISHNAN, V.; ULRICH, K.T. Product Development Decisions: A Review of the Literature. **Management Science**, v. 47, n. 1, p. 1-21, Jan., 2001.

LACHTERMACHER, G. **Pesquisa Operacional na Tomada de Decisão**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

LAW, A.M.; KELTON, W.D. **Simulation Modeling & Analysis**. Singapura: McGraw-Hill, 1991.

LI, J.; TSANG, E.P.K. Investment Decision Making Using FGP: A Case Study. In: PROC. CONGRESS ON EVOLUTIONARY COMPUTATION, Washington, 1999. **Anais**.

_____. Reducing Failures in Investment Recommendations using Genetic Programming. In: PROC. SIXTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING IN ECONOMICS AND FINANCE, Barcelona, p.1-14, 2000. **Anais**.

MATTAR, F.N. **Pesquisa de Marketing**. São Paulo; Atlas, 1994, v. 1 e 2.

MCKEE, T.E.; LENSBERG, T. Genetic Programming and Rough Sets: A Hybrid Approach to Bankruptcy Classification. **European Journal of Operational Research**, v. 138, n. 2, p. 436-451, Apr., 2002.

MENDES, B.V.M. Estimando Riscos a partir da Teoria dos Valores Extremos. **Resenha BM&F**, n. 136, p. 75-92, Dez., 1999.

MENDES, G.H.S. **O Processo de Desenvolvimento de Novos Serviços: O Caso do Setor Bancário Brasileiro**. 1999. 168 p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de Produção da Universidade de São Carlos. São Carlos. 1999.

MINTZBERG, H.; AHLSTRAND, B.; LAMPEL, J. **Safári de Estratégia**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

MITCHELL, M. **An Introduction to Genetic Algorithms**. Cambridge: The MIT Press, 1996.

MORAES, D. **Limites do Design**. São Paulo: Studio Nobel, 1997.

MORAES, M.A.S. **Desenvolvimento de um Método para Avaliação Qualitativa e Quantitativa de Fundos de Investimento**. São Paulo, 2000. 154 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2000.

MURPHY, P. Bancos lucram como nunca em 2004. **O Estado de São Paulo**, 23 fev. 2005. Economia, B1.

NETO, C.A.V.; URBAN, F. Um Modelo de Teste de Stress menos Subjetivo e mais Abrangente. **Resenha BM&F**, n. 139, p. 31-59, maio-Jun., 2000.

NETTO, A.V.; TAHARA, C.S.; PORTO, A.J.V.; FILHO, E.V.G. Realidade Virtual e suas Aplicações na Área de Manufatura, Treinamento, Simulação e Desenvolvimento de Produto. **Gestão & Produção**, v. 5, n. 2, p. 104-116, ago., 1998.

PARREIRAS, L.P.R.F. **Modelo Genético-Neural de Gestão de Carteiras de Ações**. São Paulo. 2003. 159 p. Trabalho de Formatura do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003.

PULLMAN, M.E.; MOORE, W.L.; WARDELL, D.G. A Comparison of Quality Function Deployment and Conjoint Analysis in New Product Design. **Journal of Product Innovation Management**, v.19, n. 5, p.354-364, Sep., 2002.

REVISTA EXAME. Os melhores fundos de investimento em 2002. São Paulo: Abril, ago., 2002.

REVISTA EXAME. Os melhores fundos de investimento em 2003. São Paulo: Abril, ago., 2003.

ROBERTS, N; ANDERSEN, D; DEAL, R.; GARET, M.; SHAFFER, W. **Introduction to Computer Simulation: The System Dynamics Approach**. MA: Addison-Wesley Publishing Company, 1983.

SANVICENTE, A.Z. Captação de Recursos por Fundos de Investimento e Mercado de Ações. **Revista de Administração de Empresas**, v. 42, n. 3, p. 92-100, jul./set. 2002.

SAVOIA, J.R.F. **Os fundos de aplicação de curto prazo: uma análise de desempenho**. São Paulo. 1990. 150 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1990.

SHI, L.; ÓLAFSSON, S.; CHEN, Q. An Optimization Framework for Product Design. **Management Science**, v. 47, n. 12, p. 1681-1692, Dec., 2001.

SIRRI, E.; TUFANO, P. Costly search and mutual fund flows. **Journal of Finance**, v.53, n. 5, p. 1589-1622, 1998.

SIMON, H.A. A Behavioral Model of Rational Choice. **Quarterly Journal of Economics**, n. 69, p. 99-118, 1955.

SLACK, N ; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

STOREY, C.; KELLY, D. Measuring the Performance of New Service Development Activities. **The Service Industries Journal**, v.. 21, n. 2, p. 71-90, Apr., 2001.

TAGUCHI, G.; ELSAYED, E.A.; HSIANG, T. **Engenharia da Qualidade em Sistemas de Produção**. São Paulo: McGraw-Hill, 1990.

THOMKE, S.H. Simulation, Learning and R & D Performance: Evidence from Automotive Development. **Research Policy**, v. 27, p. 55-74, 1998a.

_____. Managing Experimentation in the Design of New Products. **Management Science**, v. 44, n. 6, p. 743-762, Jun., 1998b.

TOLEDO, J.C.; AZEKA, F.; AMARAL, D.C. **Projeto Robusto / Método Taguchi**. Disponível em: <<http://www.numa.org/>>. Acesso em: 07/03/2004.

VARETO, F.. Genetic Algorithms Applications in the Analysis of Insolvency Risk. **Journal of Banking and Finance**, v.22, p. 1421-1439, 1998.

VARGA, G.; WENGERT, M. Performance Fee Contracts and Mutual Fund Risk. In: 5º ENCONTRO BRASILEIRO DE FINANÇAS, São Paulo, 2005. **Anais**.

YIN, R.K. **Case Study Research: Design and Methods**. New York: Sage Publications, 1994.

ZOPOUNIDIS, C. Multicriteria Decision Aid in Financial Management. **European Journal of Operational Research**, v. 119, n. 2, p. 404-415, Aug., 1999.

pêndices

APÊNDICE I: EVOLUÇÃO DOS PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS NA ADMINISTRAÇÃO DE FUNDOS DE INVESTIMENTO SOB A ÓTICA LEGISLATIVA

Tópicos	Legislação Anterior	Legislação Vigente (out.2005)
<ul style="list-style-type: none"> Classificação 	Curto Prazo, Referenciado, Renda Fixa, Balanceados, Multimercado, Capital Protegido, Investimento no Exterior, Ações, Investimento Imobiliário e Privatização	Curto Prazo, Referenciado, Renda Fixa, Ações, Cambial, Dívida Externa e Multimercado
<ul style="list-style-type: none"> Cotas 		
Valor	-	Estabelece o horário de fechamento dos mercados em que o fundo atua como parâmetro para a valorização da cota do dia
Conversão das cotas para aplicação	No fechamento do dia ou dia seguinte ao da efetiva disponibilidade de recursos	No mesmo dia da disponibilidade de recursos
Conversão das cotas para resgate	Valor da cota do fechamento do dia seguinte ao recebimento do pedido de resgate	No mesmo dia do pedido
Prazo de Resgate	Até quatro (4) dias úteis contados a partir do recebimento do pedido de resgate	Até cinco (5) dias úteis contados da data de conversão de cotas
<ul style="list-style-type: none"> Encerramento 	Patrimônio Líquido médio inferior a R\$ 100.000,00 por 3 meses consecutivos	Após 90 dias do início de atividades, a qualquer tempo, se houver patrimônio líquido médio inferior a R\$ 300.000,00
<ul style="list-style-type: none"> Carência 	Para efeito do exercício de resgate pelo cotista contado esse prazo da data de emissão da cota	Acrescenta a existência de prazo de carência para o resgate de cotas
<ul style="list-style-type: none"> Prejuízo 	-	Explicita que os cotistas responderão por eventual patrimônio líquido negativo do fundo

APÊNDICE II: A RELAÇÃO DOS PRAZOS E O FLUXO DE CAIXA DE UM FUNDO DE INVESTIMENTO

Supondo-se uma solicitação de resgate feita na data d_0 , conversão de cotas realizada d_c dias após a solicitação (prazo de conversão) e crédito posto na conta do investidor d_r dias após o pedido (prazo de resgate), o equilíbrio do fluxo de caixa em d_0 acontecerá conforme demonstrado abaixo. A taxa positiva assumida para remuneração dos valores no período é i .

$$x(1+i)^{-d_c} - x(1+i)^{-d_r} = 0$$

$$x[(1+i)^{-d_c} - (1+i)^{-d_r}] = 0$$

$$(1+i)^{-d_c} = (1+i)^{-d_r}$$

$$\ln(1+i)^{-d_c} = \ln(1+i)^{-d_r}$$

$$-d_c \ln(1+i) + d_r \ln(1+i) = 0$$

$$\ln(1+i)[d_r - d_c] = 0$$

Analogamente, para uma solicitação de aplicação tem-se:

$$\ln(1+i)[d_c - d_a] = 0$$

Como o logaritmo de um logaritmando positivo e maior que 1 é maior que 0, então:

$$d_r = d_c = d_a \text{ (situação de menor impacto para o fluxo)}$$

APÊNDICE III: ANÁLISE DA CONVEXIDADE DA FUNÇÃO OBJETIVO

A matriz hessiana usada para a análise da convexidade de funções de mais de 2 variáveis é uma matriz simétrica de ordem n formada por todas as derivadas parciais de segunda ordem desta função, conforme mostrado genericamente a seguir.

$$H_n = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_2} \dots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_n} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_1} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2} \dots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_n} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_n \partial x_1} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_n \partial x_2} \dots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_n^2} \end{pmatrix}$$

D_1, D_2, D_n são chamados determinantes dos menores principais da matriz hessiana e serão em número igual ao número de variáveis da função. Genericamente, tem-se a seguinte formação dos determinantes:

$$D_n = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} & \dots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_n} \\ \vdots & & \vdots \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_n \partial x_1} & \dots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_n^2} \end{pmatrix}$$

Então, conforme Lachtermacher (2002), diz-se que $f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ é:

- estritamente convexa se todos os determinantes dos menores principais da matriz hessiana forem positivos, isto é $D_1 > 0, D_2 > 0, \dots, D_n > 0$, para todas as possíveis n-uplas do domínio;
- convexa se todos os determinantes dos menores principais da matriz hessiana forem não-negativos, isto é $D_1 \geq 0, D_2 \geq 0, \dots, D_n \geq 0$, para todas as possíveis n-uplas do domínio;

- estritamente côncava se os determinantes dos menores principais tiverem sinais alternados (começando com $D_1 < 0$), isto é $D_1 < 0, D_2 > 0, D_3 < 0, \dots$; côncava se os determinantes dos menores principais forem iguais a zero ou tiverem sinais alternados (começando com $D_1 \leq 0$), isto é $D_1 \leq 0, D_2 \geq 0, D_3 \leq 0, \dots$;
- se nenhuma das condições apresentadas for atendida, a função não é nem convexa e nem côncava.

Para efeito de demonstração da análise de convexidade, levando-se em consideração o tipo de problema analisado e a categoria de fundo desenvolvido (DI), pode-se admitir que $n = 2$, $d_{ca} = 0$, $F_i = 1 \text{ p/ } \forall i$, $Ca = 0$ (não há carência) e $Rp_i - b_i < 0$ ($t_p = 0$). As variáveis seriam então: $P_0 = x_1$, $Ta_i = x_2$ e $d_r = x_3$ sendo que os demais valores são conhecidos, constantes durante o período de análise e positivos (Ex: as captações iniciais m_i).

A matriz hessiana para o problema em questão é:

$$H_3 = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_3} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_1} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_3} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_3 \partial x_1} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_3 \partial x_2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_3^2} \end{pmatrix}$$

Conforme mostrado na seção 8.3, a função objetivo ou melhor dizendo, multi-objetivos, é a soma de quatro funções, ou seja, $f(x_1, x_2, x_3) = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$. Decompondo-se as parcelas, tem-se:

a) Captação

$$F_1 = x_1(M_C)^{-1} [(1 + m_0)(1 + m_1)(1 + m_2)] - 1$$

b) Rentabilidade do Investidor

$$F_2 = (M_V)^{-1} \left[-3(1 + x_2)^{\frac{1}{du}} + (Rp_0 + Rp_1 + Rp_2) - (1 + i_b)^{\frac{x_3}{du}} \right] - 1$$

c) Lucro do Gestor

$$F_3 = (M_L)^{-1} \left[x_1(1 + x_2)^{\frac{1}{du}} (1 + (1 + m_1)(2 + m_2)) - CT - IR - M_L \right]$$

d) Medida de Risco

$$F_4 = \alpha \sqrt{du} (M_R)^{-1} \left[x_1^{\frac{1}{2}} (1 + x_2)^{\frac{1}{2du}} [1 + (1 + m_1)(2 + m_2)]^{\frac{1}{2}} \right] - 1$$

Derivadas Parciais de 1ª ordem

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial x_1} &= (M_C)^{-1} [(1 + m_0)(1 + m_1)(1 + m_2)] + M_L^{-1} [(1 + x_2)^{\frac{1}{du}} (1 + (1 + m_1)(2 + m_2))] \\ &+ \frac{1}{2} \alpha \sqrt{du} (M_R)^{-1} [x_1^{\frac{1}{2}} (1 + x_2)^{\frac{1}{2du}} [(1 + (1 + m_1)(2 + m_2))]^{\frac{1}{2}}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial x_2} &= -3 (M_V)^{-1} (du)^{-1} (1 + x_2)^{(\frac{1-du}{du})} + (M_L)^{-1} (du)^{-1} x_1 (1 + x_2)^{(\frac{1-du}{du})} \\ &+ \alpha \sqrt{du} (M_R)^{-1} (du)^{-1} x_1^{\frac{1}{2}} (1 + x_2)^{(\frac{1-du}{du})} [(1 + (1 + m_1)(2 + m_2))]^{\frac{1}{2}} \end{aligned}$$

$$\frac{\partial f}{\partial x_3} = -(M_R)^{-1} (du)^{-1} \ln(1 + i_b) (1 + i_b)^{\frac{x_3}{du}}$$

Derivadas Parciais de 2ª ordem

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} = -\frac{1}{4} \alpha \sqrt{d_u} (M_R)^{-1} [x_1^{\frac{3}{2}} (1 + x_2)^{\frac{1}{2d_u}} [(1 + (1+m_1)(2+m_2))]^{\frac{1}{2}}]$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2} = & -3 (M_V)^{-1} \frac{(1-d_u)}{d_u^2} (1 + x_2)^{\frac{(1-2d_u)}{d_u}} + (M_L)^{-1} \frac{(1-d_u)}{d_u^2} x_1 (1 + x_2)^{\frac{(1-2d_u)}{d_u}} + \\ & \alpha \sqrt{d_u} (M_R)^{-1} \frac{(1-d_u)}{d_u^2} x_1^{\frac{1}{2}} (1 + x_2)^{\frac{(1-2d_u)}{d_u}} [(1 + (1+m_1)(2+m_2))]^{\frac{1}{2}} \end{aligned}$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x_3^2} = -(M_R)^{-1} (du)^{-2} \ln^2 (1 + i_b) (1 + i_b)^{\frac{x_3}{d_u}}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_1} = & (M_L)^{-1} (d_u)^{-1} (1 + x_2)^{\frac{1-d_u}{d_u}} [1 + (1+m_1)(2+m_2)] + \\ & \frac{1}{4d_u} \alpha \sqrt{d_u} (M_R)^{-1} x_1^{\frac{1}{2}} (1 + x_2)^{\frac{1-2d_u}{2d_u}} [(1 + (1+m_1)(2+m_2))]^{\frac{1}{2}} \end{aligned}$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x_3 \partial x_1} = 0$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_2} = & (M_L)^{-1} (d_u)^{-1} (1 + x_2)^{\frac{1-d_u}{d_u}} + \\ & \frac{1}{2} \alpha \sqrt{d_u} (M_R)^{-1} (du)^{-1} x_1^{\frac{1}{2}} (1 + x_2)^{\frac{1-d_u}{d_u}} [(1 + (1+m_1)(2+m_2))]^{\frac{1}{2}} \end{aligned}$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x_3 \partial x_2} = 0$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_3} = 0$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_3} = 0$$

Substituindo-se os valores, tem-se a seguinte matriz Hessiana:

$$H_3 = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_2} & 0 \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_1} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\partial^2 f}{\partial x_3^2} \end{pmatrix}$$

Determinantes

$$D_1 = \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} = -\frac{1}{4} \alpha \sqrt{d_u} (M_R)^{-1} [x_1^{\frac{3}{2}} (1 + x_2)^{\frac{1}{2d_u}} [(1 + (1+m_1)(2+m_2))]^{\frac{1}{2}}]$$

Como $x_1, x_2, \alpha, M_R, d_u, m_1$ e m_2 são positivos, então $D_1 < 0$

Usando-se Laplace, tem-se que:

$$D_2 = \left[\frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} \times \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2} - \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_2} \times \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_1} \right]$$

$$D_3 = \frac{\partial^2 f}{\partial x_3^2} \times \left[\frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} \times \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2} - \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_2} \times \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_1} \right]$$

$$D_3 = \frac{\partial^2 f}{\partial x_3^2} \times [D_2]$$

Lembrando que x_1 e d_u são números positivos e grandes em comparação aos demais e assumindo-se que:

$$\varphi_1 = \alpha \sqrt{d_u} (M_R)^{-1}$$

$$\varphi_2 = \left[(1 + (1+m_1)(2+m_2)) \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\varphi_3 = \left[x_1^{\frac{1}{2}} (M_L)^{-1} (1+x_2)^{\frac{1-d_u}{d_u}} \left((M_L)^{-1} + \frac{1}{2} d_u \right) + \frac{1}{4} (M_L)^{-1} (1+x_2)^{\frac{1-2d_u}{d_u}} + \frac{1}{8} \varphi_1 \varphi_2 x_1^{\frac{1}{2}} (1+x_2)^{\frac{1-2d_u}{d_u}} \right]$$

Tem-se, então:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} \times \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2} = \frac{1}{4} \varphi_1 \varphi_2 \frac{1-d_u}{d_u^2} (1+x_2)^{\frac{3-4d_u}{2d_u}} x_1^{-\frac{3}{2}} \left[3(M_V)^{-1} - x_1((M_L)^{-1} + 1) \right]$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x_1 x_2} \times \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 x_1} = \varphi_1 \varphi_2 \frac{1}{d_u^2} (1+x_2)^{\frac{1-d_u}{d_u}} x_1^{-\frac{1}{2}} [\varphi_3]$$

Como:

$$\left[3(M_V)^{-1} - x_1((M_L)^{-1} + 1) \right] < 0$$

e

$$\varphi_3 = \left[x_1^{\frac{1}{2}} (M_L)^{-1} (1+x_2)^{\frac{1-d_u}{d_u}} \left((M_L)^{-1} + \frac{1}{2} d_u \right) + \frac{1}{4} (M_L)^{-1} (1+x_2)^{\frac{1-2d_u}{d_u}} + \frac{1}{8} \varphi_1 \varphi_2 x_1^{\frac{1}{2}} (1+x_2)^{\frac{1-2d_u}{d_u}} \right] > 0$$

Logo :

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} \times \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2} < 0$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x_1 x_2} \times \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 x_1} > 0$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} \times \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2} - \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 x_2} \times \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 x_1} = D_2 < 0$$

$$D_3 = \left(-(M_R)^{-1} (du)^{-2} \ln^2(1 + i_b) (1 + i_b)^{\frac{x_3}{du}} \right) \times D_2 \text{ ou } a \times b$$

Analisando-se os termos, tem-se que $a < 0$ e $b = D_2 < 0$, fazendo com que $D_3 > 0$. Tendo em vista que os determinantes $D_1 < 0$, $D_2 < 0$ e $D_3 > 0$, a função não é nem côncava nem convexa, portanto, resultados obtidos pelo uso de métodos matemáticos convencionais (ex. Programação Não-Linear do *Microsoft Excel Solver*) podem ser apenas pontos de máximo ou mínimo local, o que reforça a utilização de procedimentos metaheurísticos.

APÊNDICE IV: O MÉTODO *BOOTSTRAP* PONDERADO

Suponha uma série de M retornos de R , $\{R\} = (R_1, \dots, R_m)$, que, por hipótese, são variáveis aleatórias independentes, retiradas de uma distribuição desconhecida. O método *bootstrap* utiliza essa série para gerar pseudo-retornos e estima a sua distribuição por meio de uma conhecida distribuição empírica de R , conferindo probabilidade igual para cada realização. O método foi originalmente proposto por EFRON (1979) como uma técnica aleatória não-paramétrica que utiliza a distribuição observada dos dados para modelar a distribuição de uma estatística de interesse.

O método é particularmente interessante quando a inferência sobre uma dada estatística é problemática devido à dificuldade em se determinar sua distribuição, ou ainda quando essa mesma dificuldade está associada ao tratamento de pequenas amostras.

O processo genérico é feito mediante o sorteio de termos de $\{R\}$ com tantas reposições quantas forem necessárias. No problema analisado, o método foi empregado para estimar o VAR da série de retornos do fundo utilizado como referência para os testes do lançamento do novo fundo. Essa estimativa passou a ser a meta de risco do novo fundo.

Uma restrição para a solução do problema reside na suposição de que os retornos sejam equiprováveis. No caso analisado, a rentabilidade do gestor está vinculada ao patrimônio líquido que, por sua vez, é função da captação diária líquida obtida no período. Sob a ótica da captação, os dias a serem sorteados não são equiprováveis, pois, por exemplo, eventos como o pagamento do 13º salário têm um efeito amplificador. Devido a isso, desenvolveu-se uma adaptação do procedimento clássico que foi denominado de *bootstrap* ponderado, levando-se em consideração as particularidades acima citadas.

Os passos para o algoritmo de *bootstrap* ponderado desenvolvido são descritos abaixo:

- 1º passo: Levantar a participação diária de captação e o peso relativo de cada uma, excluindo os meses em que há uma evidente influência do foco gerencial para cumprimento da meta. No caso estudado, foram excluídos os três primeiros meses de captação.
- 2º passo: Construir a função distribuição de probabilidade acumulada (fdp).
- 3º passo: Selecionar M pseudo-amostras de tamanho n com reposição dos retornos diários $\{R\} = (R_1...R_m)$ de acordo com a função distribuição de probabilidade acumulada desenvolvida.

O VAR usado como meta foi estimado a partir da geração de 10.000 sorteios sobre uma amostra composta de 408 observações dos retornos do fundo de referência, o que levou a uma distribuição de valores $F_T^1, ..., F_T^{10.000}$ constituída por 10.000 pseudo-amostras de tamanho 251 equivalente a um ano de projeção para testes.

APÊNDICE V: CRISE ASIÁTICA

Conforme BEVILAQUA; GARCIA; PAULA (2000), a crise asiática foi deflagrada em meados de 1997 a partir de eventos que afetaram a economia da Tailândia durante o mês de junho, culminando com a desvalorização da moeda nacional após um período de grande especulação. A partir daí, a crise espalhou-se, primeiramente, para diversos países da região, e, depois, para outros países emergentes do mundo. O pico da crise pode ser considerado como o período de dificuldades enfrentadas pelo governo da Coreia do Sul que o levaram a desvalorizar sua moeda.

Os principais motivos apontados para a crise do sudeste asiático foram: (i) o aquecimento da demanda doméstica (refletida nos crescentes *déficits* externos e na sobrevalorização do mercado imobiliário e acionário); (ii) um sistema financeiro frágil; (iii) a manutenção de regimes de taxa fixa de câmbio; (iv) dificuldades políticas; e (v) falta de transparência nas informações aos investidores.

De uma forma geral, as crises pesquisadas apresentaram certas características em comum. Elas foram contínuas (por alguns meses), intensas (com picos) e gradativamente foram desidratando-se até desaparecer. Para os fundos brasileiros analisados neste estudo notou-se que o ápice da crise asiática correspondeu ao período compreendido entre 03/11/1997 a 28/11/1997.