

**ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**TRABALHO DE FORMATURA**

**DESENVOLVIMENTO E CONTROLE DE PRODUTOS  
FINANCEIROS ESTRUTURADOS BASEADOS EM  
DERIVATIVOS**

**ALEXANDRE LUÍS MACHADO GONÇALVES**

**ORIENTADOR: CELMA DE OLIVEIRA RIBEIRO**

**1998**

*18 1998  
G586d*

**Dedico este trabalho aos grandes responsáveis por tudo  
de bom e belo que já alcancei em minha vida: meus pais.**

## **Agradecimentos**

- ❖ À professora Celma Ribeiro pela atenção, incentivo e confiança depositados.
- ❖ Ao Itaú Bankers Trust, pela escola que foi em todos os momentos, e em especial a Jackson Gomes, pela confiança, a Oscar Camargo, pela oportunidade e a José “Juca” Ribeiro, pela sabedoria, apoio e incentivo.
- ❖ Aos amigos Juliano “Juju” Mello, Alcides “The Fisher” Pietro e André “él Cangrejo” Andreolli pelos bons momentos passados.
- ❖ À querida Giovana Alonso, pelo apoio e compreensão incondicionais.
- ❖ À minha família, e especialmente a meus pais, pelo apoio, confiança e amor constantes.

# SUMÁRIO

Este trabalho apresentará uma metodologia para o desenvolvimento e controle de produtos financeiros estruturados, de perfil “Taylor Made”. A sistemática utilizada será baseada na segregação do processo em dois momentos distintos, determinados de acordo com o tipo de ferramental neles utilizados. Em um primeiro instante (Momento Qualitativo) o objetivo será a concepção da idéia do produto, sem qualquer preocupação com a quantificação dos parâmetros da estrutura concebida. Já no segundo instante (Momento Quantitativo), os objetivos se darão por conta da proposição de uma sistemática para a especificação da estrutura, sendo seguida pela idealização de um mecanismo de controle de resultados e riscos do produto. Ao final do trabalho, serão apresentadas avaliações sobre as soluções aqui propostas, além de sugestões para a implementação de eventuais melhorias. As preocupações constantes em todo o trabalho serão, basicamente: a manutenção do aspecto metodológico, conseguida através da generalização das soluções e procedimentos sugeridos, e a utilização de conceitos de Engenharia de Produção nas análises e na proposição de soluções.

# Índice

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL.....1

1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	2
1.2	DEFINIÇÃO DO ESCOPO DO TRABALHO .....	2
1.3	ESTRUTURA GERAL DO TRABALHO .....	4

## CAPÍTULO 2 - MOMENTO QUALITATIVO.....6

2.1	CONCEITOS BÁSICOS .....	7
2.2	SISTEMÁTICA.....	7
2.3	ANÁLISE MERCADOLÓGICA.....	9
2.3.1	<i>Mercado Financeiro – Cenário Atual .....</i>	9
2.3.2	<i>Detecção da Oportunidade de Mercado .....</i>	10
2.3.3	<i>Solução disponível no mercado.....</i>	13
2.3.4	<i>Andálise Crítica da Solução.....</i>	17
2.4	INSUMOS TÉCNICOS .....	17
2.5	ESTRUTURAÇÃO DO PRODUTO.....	18
2.5.1	<i>Introdução .....</i>	18
2.5.2	<i>Macro análise funcional do produto .....</i>	18
2.5.3	<i>Objetivos / Componentes do Produto .....</i>	19
2.5.4	<i>Ferramental.....</i>	20
2.5.5	<i>Estruturação.....</i>	21

## CAPÍTULO 3 - MOMENTO QUANTITATIVO .....

34

3.1	CONCEITOS BÁSICOS .....	35
3.2	SISTEMÁTICA.....	35
3.3	ESPECIFICAÇÃO DO PRODUTO.....	36
3.3.1	<i>Introdução .....</i>	36
3.3.2	<i>Perfil de risco do produto .....</i>	37
3.3.3	<i>Adequação ao perfil “Taylor Made” .....</i>	38
3.3.4	<i>Dispositivo de Proteção .....</i>	39
3.3.5	<i>Dispositivo de Participação .....</i>	43
3.3.6	<i>Considerações Finais.....</i>	52
3.4	MECANISMO DE CONTROLE.....	52
3.4.1	<i>Introdução .....</i>	52
3.4.2	<i>Ativo Objeto .....</i>	53
3.4.3	<i>Objetivos do Controle de Risco.....</i>	53

---

3.4.4	<i>Ferramental de Controle</i> .....	54
3.4.5	<i>Controle de Resultados</i> .....	58
3.4.6	<i>Controle de Risco</i> .....	61
3.4.7	<i>Análise crítica do mecanismo de controle.</i> .....	94
<b>CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>		<b>97</b>
4.1	RESULTADOS OBTIDOS .....	98
4.2	CONCLUSÃO .....	99
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>		<b>101</b>
<b>ANEXO 01 – INTRODUÇÃO TEÓRICA.....</b>		<b>104</b>
6.1	MERCADO FINANCEIRO NO BRASIL .....	104
6.2	MERCADO DE DERIVATIVOS .....	104
6.2.1	<i>Mercado Futuro</i> .....	105
6.2.2	<i>Mercado de “Swaps”</i> .....	109
6.2.3	<i>Mercado de Opções.</i> .....	112
6.2.4	<i>Posições em Opções</i> .....	114
6.2.5	<i>Estruturas usuais</i> .....	115
6.2.6	<i>Objetos de negociação</i> .....	117
6.2.7	<i>Variantes</i> .....	117
6.2.8	<i>Opções Flexíveis sobre Ibovespa</i> .....	118
6.2.9	<i>Conceitos relativos ao “estágio” de uma opção</i> .....	122
6.2.10	<i>Modelos de Precificação</i> .....	122
6.2.11	<i>Valor de um “portfolio” de opções em função das gregas</i> .....	133
6.3	“HEDGE” .....	134
6.3.1	<i>Operações de Hedge</i> .....	135
6.3.2	<i>A decisão de hedge</i> .....	135
6.3.3	<i>Instrumentos de “hedge”</i> .....	135
6.3.4	<i>“Hedge” com opções</i> .....	136
6.3.5	<i>“Hedge” dinâmico</i> .....	136
6.4	“DURATION”.....	137
<b>ANEXO 2 – ESTRUTURAS UTILIZADAS / LIVRO DE OPÇÕES .....</b>		<b>138</b>
7.1	ESTRUTURAS .....	138
7.2	LIVRO DE OPÇÕES.....	141

## Relação de Figuras, Gráficos e Tabelas

(ordenados por ordem de aparecimento)

Tabela 2.1 – Perfil de risco dos investidores

Tabela 2.2 – Simulação da estrutura de principal garantido

Gráfico 2.1 – Simulação do fluxo de caixa no vencimento

Gráfico 2.2 – Exemplo de estrutura – Participação na alta da Bolsa

Gráfico 2.3 – Exemplo de estrutura – Participação na queda da Bolsa

Tabela 2.3 – Entradas do problema de estruturação

Gráfico 2.4 – Dispositivo de Proteção - Conceito

Gráfico 2.5 – Dispositivo de Proteção – Esquema

Gráfico 2.6 – Dispositivo de Proteção – Utilização de opções com barreira

Tabela 3.1 – Dispositivo de Proteção – Informações do Cliente

Tabela 3.2 – Dispositivo de Proteção – Informações de Mercado

Tabela 3.3 – Dispositivo de Proteção – Informações do Estruturador

Tabela 3.4 – Dispositivo de Proteção – Variáveis auxiliares

Tabela 3.5 – Dispositivo de Proteção – Variáveis de saída

Tabela 3.6 – Dispositivo de Proteção – Saídas do problema

Tabela 3.7 – Dispositivo de Participação – Informações de Mercado

Tabela 3.8 – Dispositivo de Participação – Informações do Estruturador

Tabela 3.9 – Dispositivo de Participação – Variáveis auxiliares

Tabela 3.10 – Dispositivo de Participação – Custo das opções

Tabela 3.11 – Dispositivo de Participação – Variáveis de saída

Tabela 3.12 – Dispositivo de Participação – Saídas do problema

Tabela 3.13 – Dispositivo de Participação – Cálculo da participação

Tabela 3.14 – Mecanismo de Controle – Variáveis constituintes do Livro de opções

Figura 3.1 – Esquema do Livro de Opções

Tabela 3.15 – Estruturas constituintes do Livro de opções

Gráfico 3.1 – Gráfico do Farol

Figura 3.2 – Fluxograma de atividades – Mecanismo de controle

Figura 3.3 – Livro de Opções – Controle de Delta

Figura 3.4 – Livro de Opções – “Delta Hedge” com ativos

Figura 3.5 – Livro de Opções – “Delta Hedge” com opções

Figura 3.6 – Livro de Opções – Controle de Rho

Tabela 3.16 – Controle de Rho – Cálculo do “Duration”

Tabela 3.17 – Forma de relacionamento: volatilidade e preços

Figura 3.7 – Livro de opções – Controle de Vega

Gráfico 3.2 – Exposição em Vega

Gráfico 3.3 – Exposição em Vega (após ações corretivas)

Figura 3.8 – Perfil de Gamma – esquema

Figura 3.9 – Livro de opções – Controle de Gamma

Gráfico 3.4 – Perfil de Gamma – Perspectiva

Gráfico 3.5 – Perfil de Gamma – Visão Lateral

Gráfico 3.6 – Perfil de Gamma – Após ações corretivas

Tabela 3.18 – Relacionamento bi-dimensional das Medidas de Sensibilidade

# Capítulo 1

# Introdução Geral

---

Apresentaremos neste capítulo considerações gerais sobre os objetivos do trabalho, definindo o escopo e a sistemática de apresentação. Será também apresentada a sua estrutura geral.

## 1.1 Considerações iniciais

O objetivo do presente trabalho será a apresentação de uma metodologia para o desenvolvimento e controle de produtos financeiros estruturados com perfil “taylor made”, ou seja, aqueles produtos desenvolvidos de acordo com as necessidades de um cliente em específico.

Este trabalho será focado no aspecto metodológico, buscando utilizar conceitos de Engenharia de Produção no processo proposto. Além do desenvolvimento propriamente dito, o trabalho pretende contribuir na aplicação de técnicas de otimização e controle de processos, sendo apresentado o desenvolvimento de um Mecanismo de Controle de Resultados e Riscos.

Sendo a meta deste a apresentação de uma sistemática de estruturação e controle, os resultados não deverão ser medidos em termos financeiros, sendo que uma avaliação de sua qualidade deverá se baseada no valor agregado pelos métodos e ferramentas sugeridos.

Por fim, o papel do autor consistiu na adaptação de conceitos de Engenharia na estruturação de um projeto genérico e metodológico, o qual servirá ao leitor como referência bibliográfica quando este vier a desenvolver e controlar um produto financeiro estruturado, de perfil “taylor made”.

## 1.2 Definição do escopo do trabalho

A caracterização das atividades relacionadas a Projeto de Produtos e Serviços como componentes de uma das áreas fundamentais da Engenharia de Produção, é relacionada com o perfil das análises geralmente presentes nestes processos. São elas:

- A detecção de uma necessidade;
- A realização de um estudo de viabilidade mercadológica;
- A utilização de recursos teóricos e tecnológicos para a solução de uma problema (através da idealização de um produto ou serviço);
- A implementação de uma sistemática de controle e gestão para o produto;
- A análise crítica constante no desenvolvimento dos trabalhos; e,
- O caráter metodológico que estes trabalhos têm como síntese.

Estendendo-se o universo observado, verificamos que tais técnicas têm também sido aplicadas no mercado financeiro: o desenvolvimento de produtos e serviços financeiros

envolvem um trabalho minucioso, sobretudo na implementação de sistemáticas de controle e logística dos processos. No tocante a produtos, verificamos evidentes amostras de aplicação de conceitos de Engenharia de Produção nas grandes instituições (que em sua maioria atuam no varejo): estas abrangem praticamente todas as fases do processo, desde estudos de viabilidade, passando pela concepção e estruturação, estendendo-se à distribuição, controle e comercialização. Estas instituições executam processos padronizados, visando oferecer a seus clientes produtos através de suas agências e postos de serviço.

Ainda no mercado financeiro, observamos uma outra modalidade de instituição: o banco de investimentos. Estes bancos são instituições menores em sua estrutura, todavia com um foco diferente dos grandes bancos de varejo: proporcionar um atendimento diferenciado aos investidores, provendo a estes acesso ao mercado. Um dos ramos de atuação destas instituições é o desenvolvimento de produtos estruturados, moldados de acordo com as necessidades individuais de cada cliente.

Observando o segmento de produtos financeiros estruturados, verificamos que o contexto mencionado com relação à aplicação de conceitos de Engenharia de Produção, não é equivalente ao observado nos grandes bancos de varejo: os procedimentos relacionados ao desenvolvimento e controle são, na maioria das vezes, informais, baseados na experiência dos profissionais da área. Julgamos que esta situação pode ser devida aos seguintes fatos:

- O tempo de resposta a clientes é geralmente mais curto;
- A velocidade de assimilação das tecnologias embutidas nos produtos é muito elevada em relação aos produtos industriais;
- O tempo de vida útil (mercadologicamente falando-se) é relativamente curto;
- O tipo de formação dos profissionais; e,
- A baixa disponibilidade de tempo para atividades deste tipo.

Assim, consideramos que a execução de um trabalho metodológico nesta área seja pertinente: o propósito será propor uma metodologia para o desenvolvimento e controle de produtos financeiros estruturados, aplicando conceitos de Engenharia de Produção na estruturação, gerenciamento e tomadas de decisão envolvidos no processo.

### 1.3 Estrutura geral do trabalho

Não se pretende apresentar uma discussão teórica sobre o tema, mas sim sugerir um método simples e estruturado de desenvolvimento e controle, enfatizando o uso de ferramental quantitativo na especificação dos Mecanismos, assim como nas tomadas de decisão.

Observamos que a metodologia apresentada será segmentada em dois momentos distintos:

❖ **Momento Qualitativo**, aonde o estruturador irá:

- Detectar a necessidade do investidor;
- Estudar o mercado específico;
- Definir a forma de abordagem do problema;
- Propor uma solução qualitativa.

*Nesta primeira fase serão utilizados conceitos relacionados a Estudo de Viabilidade, Projeto de Produto, Projetos Industriais, Economia e Qualidade.*

❖ **Momento Quantitativo**, aonde o estruturador irá:

- Especificar os parâmetros do produto;
- Propor um Mecanismo de Controle de Resultados;
- Propor um Mecanismo de Controle de Riscos;
- Avaliar os resultados obtidos.

*Nesta segunda fase serão utilizados conceitos relacionados a Pesquisa Operacional, Otimização, Qualidade, Gestão de Processos, Projetos Industriais e Manutenção.*

O formato escolhido para a proposição da metodologia será mostrar uma aplicação prática da mesma: apresentaremos toda a discussão da sistemática baseando-nos no desenvolvimento de um produto estruturado, constituído de derivativos financeiros. Julgamos que, desta forma, o leitor terá melhores condições para assimilar os conceitos propostos, podendo assim adequar os conceitos às suas necessidades de forma mais fácil.

Por fim, o trabalho será estruturado da seguinte forma:

➤ **Capítulo 1 - Introdução Geral**

- ◆ Tópicos:
  - Considerações iniciais
  - Definição do escopo do trabalho
  - Estrutura do trabalho

➤ **Capítulo 2 – Momento Qualitativo**

- ◆ Tópicos:
  - Análise mercadológica
  - Insumos técnicos
  - Solução existente no mercado
  - Proposta de trabalho
  - Estruturação do produto

➤ **Capítulo 3 – Momento Quantitativo**

- ◆ Tópicos:
  - Mecanismo de controle de resultados
  - Mecanismo de controle de riscos

➤ **Capítulo 4 – Considerações Finais**

- ◆ Tópicos:
  - Resultados Obtidos
  - Conclusão

# Capítulo 2

# Momento Qualitativo

---

Neste capítulo será iniciado o processo de desenvolvimento do produto, sendo realizadas análises mercadológicas e estudos de viabilidade, objetivando fornecer subsídios para a estruturação do produto, a qual será realizada, qualitativamente, ao final deste.

## 2.1 Conceitos Básicos

Neste primeiro momento da análise, o estruturador deverá preocupar-se em observar o mercado de forma a detectar oportunidades de negócio. Este processo de procura deverá basear-se na busca de necessidades não supridas em um dado nicho de mercado, procurando propor uma solução para este grupo de clientes potenciais. Nesta fase do processo, as preocupações do estruturador deverão restringir-se à concepção das idéias e conceitos básicos do produto, seu mecanismo de funcionamento, assim como a definição das variáveis de entrada e saída de cada um dos micro processos constituintes.

O ferramental que deverá ser utilizado constará basicamente de:

- **Macro análises funcionais**: momento no qual o estruturador deverá definir em poucas palavras os propósitos e objetivos de cada um dos componentes do processo;
- **Subsídios Técnicos**: o estruturador deverá estudar os ativos utilizados na confecção do produto, assim como as peculiaridades de seu mercado, a fim de conhecer todas as características do produto, inclusive suas deficiências e riscos;

## 2.2 Sistemática

Neste primeiro momento do processo de desenvolvimento, o estruturador deverá seguir os passos relacionados abaixo. Esta seqüência sugerida objetiva principalmente a organização das idéias e informações em uma ordem lógica, facilitando o processo como um todo.

São os passos constituintes desta fase do processo:

### 1. Detecção da oportunidade de mercado

O estruturador deverá analisar o mercado, avaliando a existência de necessidades não atendidas. Nesta análise, a avaliação das soluções existentes também se faz muito importante, pois na melhoria de uma destas, pode residir uma grande oportunidade de negócio. A saída deste primeiro processo deverá ser uma idéia macro do produto, ou seja, saber em linhas gerais o que se poderá fazer para solucionar o problema.

## **2. Definição do nicho de mercado**

De posse da concepção inicial da proposta, o estruturador deverá analisar de forma mais cuidadosa os clientes em potencial, definindo o grupo dentre esses que se pretende atingir. Com esta definição, a saída do processo anterior deverá ser refinada, adaptando-se a proposta inicial às necessidades específicas destes clientes. Informações como canais de distribuição, volumes esperados e resultados poderão constar nesta análise.

## **3. Apresentação dos insumos técnicos**

Uma vez concebida a idéia básica da proposta, o estruturador deverá definir o ferramental a ser utilizado na estruturação propriamente dita, para tanto, deverá estudar o mercado, e os ativos que se pretende utilizar, apresentando as informações necessárias para seu manuseio e aplicação.

## **4. Apresentação de proposta para a estrutura**

Neste momento o estruturador deve modificar a sua concepção inicial do produto, incluindo o ferramental em sua análise. Esta ainda deve ser uma abordagem superficial, mostrando apenas como os instrumentos escolhidos serão aplicados, justificando esta escolha. Um item importante a ser mencionado aqui é a caracterização da proposta como inovadora, ou como uma melhoria de uma idéia já existente: na segunda hipótese, uma análise comparativa deverá ser mencionada. A saída final deste momento deverá suprir o estruturador com todos os dados necessários para o início do detalhamento da estruturação, quando o mecanismo de funcionamento deverá ser descrito minuciosamente.

## **5. Estruturação do produto**

Nesta última fase o estruturador se prestará à descrição passo a passo do mecanismo de funcionamento do produto, devendo ser atento a detalhes, mas sempre buscando preservar um formato seqüencial. Informações como novas idéias, aproveitamento de conceitos já existentes e por fim, variações em relação à idéia inicial, deverão ser aqui mencionadas.

## 2.3 Análise Mercadológica

### 2.3.1 Mercado Financeiro – Cenário Atual

Da mesma forma que a maioria dos mercados atuais, o mercado financeiro também vem sentindo os reflexos da globalização, principalmente através do aumento da competitividade entre as instituições. Esta maior dificuldade pode ser atribuída a dois fatores principais:

- Desenvolvimento e assimilação de tecnologias: com o aumento de velocidade na transmissão de informações, seja por veículos convencionais, seja por novas propostas, como a Internet, todos os participantes do mercado possuem condições de observar e compreender o que está se fazendo, assimilando rapidamente os conceitos, e assumindo uma participação no mercado em questão;
- Nível Técnico de Clientes: da mesma forma que os participantes do mercado adquirem novos conhecimentos e habilidades, os clientes o fazem da mesma forma. Os reflexos deste processo de aprendizado se dão nas maiores exigências, principalmente no sentido de conhecer as estruturas e todas as suas peculiaridades. Outro aspecto importante é a preferência por participar na estruturação do produto, de forma a adequar o mesmo às suas percepções e anseios.

Tomando o conceito de qualidade como o preenchimento dos pré-requisitos exigidos pelo cliente do produto, observamos que este vem mudando para esta referida classe de produtos: os clientes passam a requerer a clara especificação dos detalhes e conceitos embutidos no produto que adquire, além de poder participar da idealização do mesmo.

Observando os processos utilizados no desenvolvimento de produtos financeiros, verificamos que estes são em sua maioria informais, sem fluxos definidos, baseados primordialmente na experiência dos gestores das equipes. Estes procedimentos supriram até então a demanda deste mercado pois as requisições dos clientes se davam principalmente no tocante à velocidade do processo, com menor atenção aos aspectos mencionados acima.

## 2.3.2 Detecção da Oportunidade de Mercado

### 2.3.2.1 A definição da forma de investir

As variáveis utilizadas pelo investidor na escolha do veículo de investimento são bastante diversas, algumas quantitativas, (por exemplo taxas de juros, séries históricas e volatilidades dos mercados), e a maioria delas qualitativas. Estas últimas se concentram em torno das perspectivas de mercado, dos fundamentos macro e micro econômicos, além do perfil e apetite por risco.

Tomemos então as taxas de juro como fator inicial de análise: a taxa CDI serve como referência para a remuneração de produtos de Renda Fixa disponíveis. Estes produtos apresentam baixo risco (na verdade, o risco é o país, pois as estruturas são baseadas em títulos de Renda Fixa emitidos pelos veículos oficiais do Governo), tendo por conseguinte baixas remunerações. Desta forma, o investidor considera a taxa obtida em aplicações deste tipo como o custo de oportunidade do investimento, tomando como referência para a avaliação da performance obtida.

O cenário da economia e as perspectivas de mercado são outros fatores importantes considerados pelo investidor: praticamente estes fatores influem em previsões da direção dos movimentos do mercado em um intervalo de referência. Além de ter uma sensibilidade sobre como o mercado se moverá, é relevante também a percepção das dimensões e características deste movimento.

O perfil do investidor é refletido no final do processo de decisão, quando já dispõe de um cenário traçado, as probabilidades envolvidas, os riscos mensurados. De forma geral, o perfil é definido quanto ao grau de agressividade, ou seja, quanto risco o investidor admite correr para um resultado predeterminado.

Tomemos três exemplos ilustrativos: dado um cenário de perspectiva de subida da Bolsa de Valores, teríamos os seguintes casos:

**Tabela 2.1 – Perfil de risco dos investidores**

PERFIL	PROCEDIMENTO
Agressivo	Investir a maior parte do capital em produtos de Renda Variável.
Moderado	Diversificar os investimentos entre produtos de Renda Fixa e Variável, minimizando a perda potencial em caso de movimentos desfavoráveis.
Conservador	Investir a maior parte em produtos de Renda Fixa, garantindo uma rentabilidade mínima compatível com os custos de oportunidade, e uma pequena parte em Renda Variável.

- Elaborado pelo autor -

Tal classificação é apenas um exemplo bastante simplista utilizado pelo mercado; existem diversas maneiras para avaliar a melhor alternativa de investimento, quantitativa e qualitativamente, mas o procedimento mais aplicado é sem dúvida a aplicação de entrevistas e questionários. A qualidade destes processos de avaliação é diretamente proporcional ao grau de sofisticação e poder de investimento do investidor: indivíduos com baixo potencial de investimento geralmente procuram por instituições de varejo, que lançam mão de questionários estanques e padronizados. Por outro lado, clientes com maior potencial de investimento e conhecedores dos aspectos técnicos do mercado, são geralmente avaliados através de entrevistas, obtendo soluções personalizadas.

### **2.3.2.2 Oportunidade de Mercado**

Desde o início do Plano Real, em Julho de 1.994, o mercado financeiro vem atravessando uma fase de crescimento e consolidação no cenário internacional. Seu volume aumentou bastante, e o fluxo de recursos externos cresceu da mesma forma. Desta forma, o mercado de Bolsa de Valores se valorizou muito: apenas a título ilustrativo, o índice representativo da Bolsa de São Paulo valia cerca de 3.500 pontos em Julho de 1.994, bastante inferior se comparado aos atuais 10.000 pontos. É evidente que este movimento não foi linear, tampouco constante, mas houve períodos de grande otimismo, com altas expressivas.

Fica evidente assim a mudança do perfil do investidor brasileiro em especial: de participante de um mercado fechado e atrasado tecnologicamente, passamos a ter certa expressão em termos internacionais, figurando entre os principais mercados emergentes do mundo, ao lado dos asiáticos, apenas para exemplificar.

Este investidor passa a ter acesso às informações de forma mais fácil, e em um cenário de estabilização da economia, passa a voltar suas atenções para novas alternativas de investimento, em especial os vinculados a títulos de Renda Variável, que permitem maior possibilidade de ganho.

Devemos considerar que, apesar da demanda por investimentos vinculados à Bolsa de Valores ter aumentado expressivamente<sup>1</sup>, a existência da possibilidade de perda do capital investido diminui muito o apetite por produtos deste tipo. Este receio por parte dos investidores é

---

<sup>1</sup> Em 1.997 o índice da Bolsa de São Paulo registrou a marca histórica em cerca de 13.000 pontos, após uma onda de otimismo que contagiou inclusive investidores de menor potencial, através dos meios de comunicação e do marketing em torno dos Fundos de Renda Variável.

devido, em sua maioria, a eventos pontuais de grande expressão<sup>2</sup>, que provocaram perdas expressivas, e que acabaram por mudar a percepção de risco.

Visando a atender as necessidades deste investidor, idealizou-se uma forma de oferecer um produto financeiro que possibilite a participação na variação da Bolsa, mas que garanta a integridade do capital investido, ou melhor, na pior das hipóteses, leia-se cenário desfavorável, o mesmo seja mantido. O investidor teria ainda a hipótese de participar do processo de estruturação do produto, conseguindo um grau maior de adequação às suas necessidades.

### ***2.3.2.3 Definição do nicho de mercado***

O conjunto de clientes em potencial do produto proposto será constituído por investidores, cujas características básicas serão:

- **Potencial de Investimento**: o produto proposto apresenta uma solução para investidores que buscam aumentar seu capital, por isso procurando títulos de Renda Variável, sem no entanto, arriscar a perda do principal investido. Em termos práticos, observamos que os investidores profissionais, com maior poder de investimento, conseguem moldar os investimentos às suas transferências através da montagem de carteiras próprias, administradas por pessoal autorizado. Já investidores com potencial mediano têm maiores dificuldades em adequar suas estruturas, tendo a necessidade de buscar soluções como a proposta. Esta situação não exclui por completo os investidores ditos maiores: a estrutura proposta pode inclusa em carteiras, sendo mais uma alternativa entre as possibilidades disponíveis;
- **Apetite por risco**: a preferência por se proteger contra perdas no capital investido é típica de investidores com apetite moderado por risco. Investidores com perfil conservador podem eventualmente optar por essa solução, mas exigiriam uma remuneração mínima do capital investido, semelhante ao custo de oportunidade;
- **Conhecimento Técnico**: a possibilidade de adequar o produto às necessidades e perspectivas de mercado somente será relevante a investidores com bom nível técnico, e

---

<sup>2</sup> Dentre estes eventos, podemos enumerar a Crise do México, em 1994, e a Crise Asiática, em 1997.

que possuam sensibilidade às oscilações de mercado, tomando posição de acordo com as perspectivas de cenário.

### **2.3.3 Solução disponível no mercado**

Os Fundos de Principal Protegido (doravante designado como FPP's) são estruturas disponíveis no mercado financeiro que atendem as necessidades detectadas, desempenhando um papel semelhante ao que se pretende com o produto proposto. Seu mecanismo de funcionamento será apresentado a seguir, assim como suas características principais, pontos fortes e fracos.

#### **2.3.3.1 Fundos de Principal Protegido**

Os FPP são produtos financeiros cuja estruturação visa oferecer ao investidor a possibilidade de participação nas variações na Bolsa de Valores, sem colocar em risco o capital investido, ou seja, na pior das hipóteses, o investidor terá garantido no mínimo o montante investido (ou parcela do mesmo, como preferir).

Estes produtos são usualmente distribuídos por bancos de varejo e os chamados “Private Banks”, diretamente para clientes Pessoa Física, que não têm acesso a aplicações em Bolsa. O veículo utilizado para a alocação da estrutura são os conhecidos Fundos de Investimento Financeiro, ou FIF's. Através destes fundos, os clientes contratam a estrutura de proteção do principal através da aquisição de quotas, que são vendidas por processos usuais, dependendo do público alvo (este diferencial de público está basicamente definido pelo montante mínimo para investimento, e, em menor escala, pela possibilidade de interferir no processo de estruturação).

Pelo fato do veículo utilizado ser um FIF, o investidor ficará sujeito às regulamentações aplicáveis. Dentre estas restrições, podemos ressaltar duas questões básicas:

- **Liquidez:** os FIF's são caracterizados pela rigidez em suas datas de “aniversário”, ou seja, somente em datas fixas haverá a possibilidade de se resgatar valores sem perda de rendimento. Dentre estes prazos, os mais usuais são 30, 60 e 90 dias;
- **Tributação:** os FIF's são estruturas consideradas de Renda Fixa, sendo tributada como tal<sup>3</sup> (atualmente existe a incidência de uma taxa de 20% sobre o ganho financeiro).

---

<sup>3</sup> Vide regulamentação vigente.

### 2.3.3.2 Mecanismo de Funcionamento

O mecanismo de proteção de capital utilizado pelas FPP são simples conceitualmente, e podem ser divididos em duas partes para melhor compreensão:

- Proteção de Capital;
- Participação na variação da Bolsa.

#### *Proteção do Capital*

O conceito deste mecanismo de proteção é bastante simples: basicamente calcula-se o valor financeiro que deve ser aplicado em títulos de Renda Fixa, teoricamente livres de risco, de forma que na data de vencimento, tenha-se o valor igual ao capital investido.

Algebricamente temos:

$$RF = \frac{M * x}{(1 + r)^{\frac{n}{360}}}$$

Aonde:

- r : taxa de juros livre de risco para o período da operação;
- n : duração da operação (em dias);
- M : total investido na operação<sup>4</sup>;
- x : parcela do total que se pretende proteger;
- RF : valor a ser aplicado em títulos de Renda Fixa.

Observe que em termos usuais de finanças, o valor a ser aplicado é, na verdade, o valor presente da parcela do investimento que se deseja garantir no vencimento da operação, trazido pela taxa de juros do período.

---

<sup>4</sup> Note que a porcentagem do principal a ser protegida pode ser maior que 100%, mas limitada pela expressão de RF, que no máximo, pode ser igual ao montante (desta forma não há sentido prático na estrutura).

### *Participação na variação da Bolsa*

Observe que o valor de RF calculado acima é necessariamente menor que o valor investido no início da operação, desta forma, sobra um diferencial, o qual denominaremos RV, que será utilizado na elaboração do dispositivo de participação.

$$RV = M - RF$$

A fim de possibilitar o investidor participar na variação da Bolsa, este montante remanescente deverá ser utilizado na aquisição de ativos de Renda Variável, como ações e derivativos, escolhidos de acordo com as perspectivas de mercado.

A utilização de derivativos é mais vantajosa neste caso pois permite maiores ganhos proporcionalmente<sup>5</sup> ao montante disponível (RV). Assim, dentre os derivativos disponíveis, julgamos que as opções proporcionem resultados mais adequados aos nossos propósitos, pois permitem maior flexibilidade no processo de estruturação.

#### **2.3.3.3 Exemplo**

Tomemos um exemplo no qual as especificações do investimento sejam:

- Investir R\$1.000.000,00;
- Proteger 100% do capital investido;
- Participar na subida da Bolsa;
- Duração: 90 dias.

Adicionalmente temos:

- Taxa de juros de mercado: 20% / ano;

Desta forma:

---

<sup>5</sup> Em linguagem usual do mercado financeiro, as opções permitem a “alavancagem” do investimento; no nosso caso, em caso de derivativos, o valor RV pode ser utilizado em prêmios de opções ou em depósito de margem de contratos futuros, enquanto que em ações, o valor seria completamente empregado na aquisição das mesmas, permitindo ganhos menores proporcionalmente.

$$RF = \frac{1.000.000 * 100\%}{(1 + 20\%)^{\frac{90}{360}}} = 955.442,79$$

$$RV = 1.000.000,00 - 955.442,79 = 44.557,21$$

De acordo com nosso exemplo, o investidor quer participar na subida da Bolsa, portanto assumiremos uma posição comprada em opções de compra sobre Ibovespa. Assumiremos no exemplo que o preço à vista do índice na data da estruturação é 1.000 pontos.

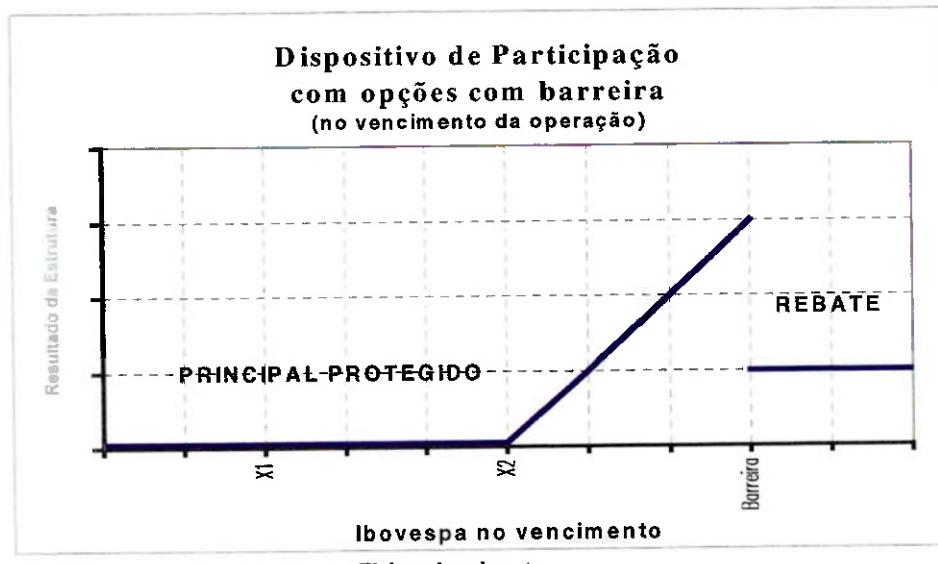
Tabela 2.2 – Simulação de estrutura de principal protegido

**SIMULAÇÃO DO FLUXO DE CAIXA NO VENCIMENTO****Opção de compra**

- Preço de exerc.: 1.000 ptos
- Volume: 333 contratos
- Prêmio: 44,60 pontos
- Prêmio Total: R\$44.554,40

Ibovespa	Parcela RF	Parcela RV	Resultado
800	1.000.000	-	1.000.000
900	1.000.000	-	1.000.000
1.000	1.000.000	-	1.000.000
1.100	1.000.000	100.000	1.100.000
1.200	1.000.000	200.000	1.200.000

Gráfico 2.1 – Simulação do Fluxo de Caixa no vencimento



### 2.3.4 Análise Crítica da Solução

Com relação aos FPP, existem alguns pontos que devem ser destacados em um primeiro momento da análise:

1. **Flexibilidade**: Baixa. As estruturas apresentadas geralmente são oferecidas através de cotas de FIF's, o que dificulta soluções personalizadas, sendo o cliente sujeito a soluções padronizadas ao procurar por estruturas deste tipo;
2. **Liquidez**: Restrita às datas de vencimento estipuladas, sob pena de perda da rentabilidade no caso de resgate antecipado;
3. **Tributação**: A mesma aplicável a produtos de Renda Fixa<sup>6</sup>.

## 2.4 Insumos Técnicos

Lançaremos mão de conceitos relacionados ao Mercado de Derivativos durante o trabalho de estruturação do produto, sendo assim, o leitor que estiver familiarizado com os conceitos a seguir relacionados poderá seguir adiante no trabalho, todavia aqueles que julguem essencial uma leitura prévia sobre o assunto, poderão encaminhar-se ao Anexo 1 do presente trabalho, podendo encontrar uma discussão sobre os conceitos teóricos aqui utilizados.

Paralelamente o Anexo mencionado poderá servir como referência para o leitor, que poderá consultá-lo todas as vezes que achar necessário, a fim de esclarecer quaisquer dúvidas que possam surgir.

Os conceitos utilizados no decorrer do trabalho serão os abaixo relacionados:

#### a) Mercado Futuro

*Princípios de Funcionamento*

#### b) Mercado de opções

*Contratos, Tipos, Posições, Estruturas Usuais, Objetos de Negociação, Variantes, Opções Flexíveis, Modelos de Precificação, Medidas de Sensibilidade.*

---

<sup>6</sup> A tributação sobre Renda Variável é, atualmente, de 10% sobre o ganho financeiro.

**c) Mecanismos de “Hedging”**

*Conceitos, “Hedging” estático e dinâmico, “Hedging” com opções, “Delta Hedge”.*

## 2.5 Estruturação do Produto

### 2.5.1 Introdução

Como vimos no item anterior, os FPP oferecem ao investidor a possibilidade de proteger o principal investido, participando na variação favorável da Bolsa de Valores. Em termos funcionais, o produto cumpre o papel a que se propõe, mas ao nosso ver, existem pontos que podem ser considerados críticos sob o ponto de vista do investidor. São eles:

- Flexibilidade
- Liquidez
- Tributação

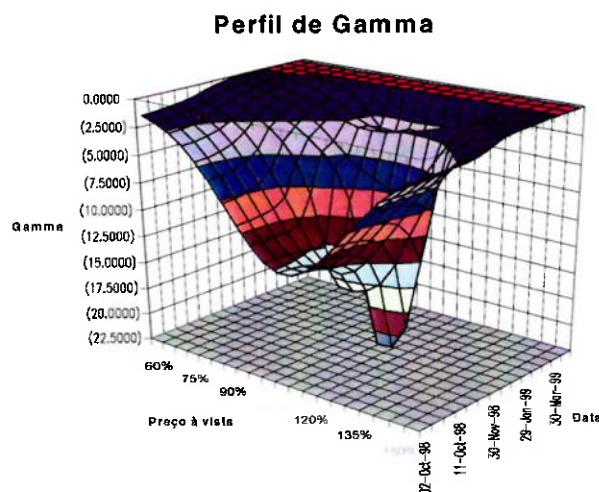
No presente trabalho buscaremos uma solução alternativa para este investidor, procurando desenvolver um produto financeiro que supra as suas necessidades básicas, e que ofereça vantagens com relação aos tópicos relacionados acima, melhorando a sua percepção de qualidade em relação ao produto oferecido.

### 2.5.2 Macro análise funcional do produto

O produto proposto terá como objetivo básico oferecer ao investidor a possibilidade de atrelar seus investimentos às variações do mercado de Bolsa de Valores, mas ao mesmo tempo, garantir que não haja perda de capital em caso de variações desfavoráveis.

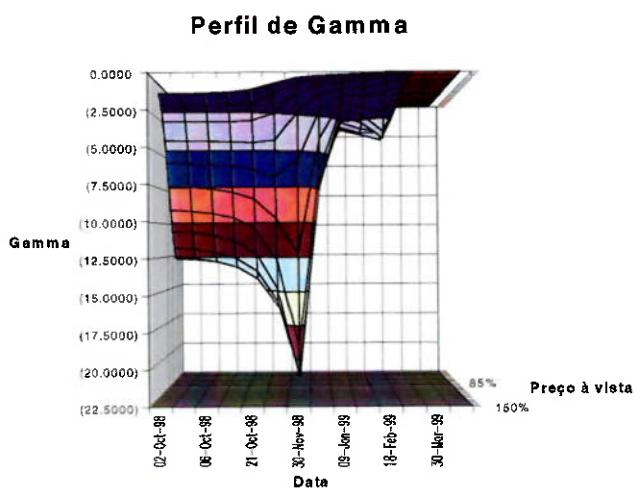
Observe os dois gráficos a seguir, onde serão mostrados os perfis de duas estruturas deste tipo: a primeira estruturada para viabilizar ganhos em variações positivas e a segunda, em caso de variações negativas.

Gráfico 2.2 – Exemplo de estrutura – Participação na Alta da Bolsa



- Elaborado pelo autor -

Gráfico 2.3 – Exemplo de estrutura – Participação na Queda da Bolsa



- Elaborado pelo autor -

### 2.5.3 Objetivos / Componentes do Produto

Como o produto proposto é claramente uma alternativa às soluções existentes (leia-se FPP), o processo de idealização da estrutura deverá tomar como forte referência o conjunto de pontos fracos levantados na análise dos FPP's. Desta forma, podemos relacionar como objetivos do produto proposto os seguintes:

1. Oferecer rendimento atrelado às variações da Bolsa de Valores;
2. Proteção do capital investido;
3. Flexibilidade na adequação da estrutura às expectativas do investidor;
4. Oferecer liquidez em caso de resgate antecipado;
5. Configurar a operação como de Renda Variável, de forma a incidir tributação como tal.

Como observamos na discussão da estrutura funcional dos FPP's, o mecanismo básico pode ser dividido em duas parcelas funcionais. Desta forma, adotaremos como componentes básicos do produto em estruturação estas duas parcelas, as quais serão analisadas separadamente no processo de idealização. Teremos assim, como componentes funcionais do produto:

1. Dispositivo de Proteção;
2. Dispositivo de Participação.

#### **2.5.4 Ferramental**

O próximo passo no processo de estruturação do produto deverá ser a escolha do ferramental. Da mesma forma que no desenvolvimento de produtos de Engenharia, a escolha da matéria-prima é fator chave no sucesso do projeto, devendo assim ser realizada com cuidado e critério.

No nosso caso, alguns fatores são dados como essenciais ao tipo de ferramental utilizado.

São eles:

1. Ser characteristicamente um instrumento de Renda Variável, viabilizando o atendimento dos requisitos referentes à tributação;
2. Possibilitar a estruturação de alternativas, atendendo aos requisitos de flexibilidade;
3. Ter sua tecnologia conhecida, desde seus aspectos técnicos até os modelos utilizados na sua precificação;
4. Ter custos compatíveis com os propósitos da estrutura, sendo viável economicamente.

Em termos genéricos, as **OPÇÕES** atendem a todos estes propósitos, sendo a melhor escolha. Observamos que a BM&F disponibiliza a seus usuários o contrato de **OPÇÕES**

**FLEXÍVEIS SOBRE IBOVESPA** (vide Introdução Teórica), os quais atendem a todos os requisitos estabelecidos, e ainda são vantajosos no tocante à flexibilidade. Este será então nosso ferramental básico no desenvolvimento do produto em proposição.

## 2.5.5 Estruturação

### 2.5.5.1 Entradas do Problema

A especificação do produto deverá ser conduzida de acordo com as preferências do investidor, as quais deverão refletir suas preferências por cenários, perspectivas de movimento do mercado e apetite por risco. Assim, as informações que o investidor irá prover em um momento inicial, serão:

1. Montante a ser investido;
2. Prazo da operação;
3. Grau de proteção requerido para o investimento;
4. Características da participação requerida.

Aonde:

Tabela 2.3 – Entradas do problema de estruturação

<b>Montante a ser investido</b>	O valor, em Reais, do total a ser investido da operação.
<b>Prazo da operação</b>	A duração da operação (as datas de início e fim da operação).
<b>Grau de proteção requerido</b>	A parcela do montante investido, em termos percentuais, que o investidor deseja garantir no vencimento da operação.
<b>Características da participação requerida</b>	<p>Esta informação envolverá os seguintes itens:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ponto inicial para a participação, geralmente expresso em função do preço à vista do Ibovespa na data da estruturação;</li> <li>2. Perfil da participação, no tocante ao movimento que se quer adotar como favorável (subida ou queda). Este perfil pode ser descrito de forma qualitativa inicialmente, para depois ser adaptado para informações técnicas.</li> </ol>

- Elaborado pelo autor -

### 2.5.5.2 Dispositivo de Proteção

#### *Macro Análise Funcional*

A função básica deste Dispositivo será garantir que o investidor tenha a parcela inicial do investimento inicial, requerida pelo investidor, esteja assegurada no vencimento da operação. Seu papel, assim, será análogo ao desempenhado pela estrutura de Renda Fixa utilizada nos FPP's.

### ***Sistematica de Funcionamento***

O papel do Dispositivo de Proteção será prover os mesmos resultados que um instrumento de Renda Fixa. Sendo assim, deveremos buscar uma estrutura, baseada em opções (conforme definido no item relativo ao Ferramental) que desempenhe este papel.

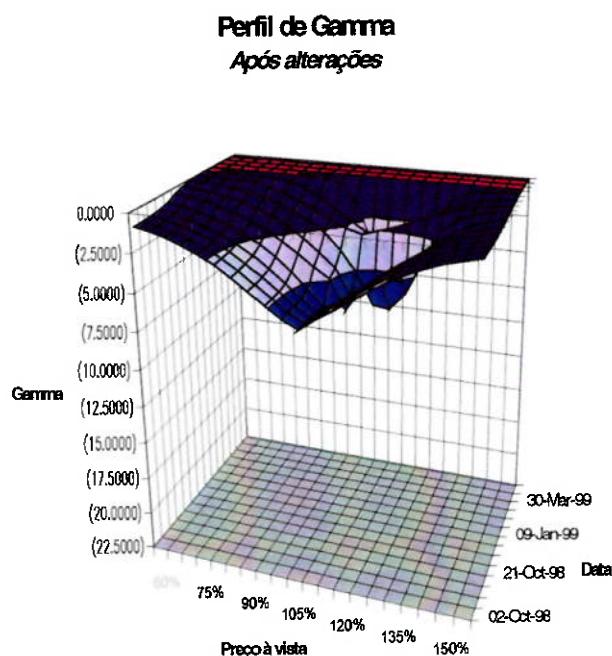
Verificamos no mercado a existência de um conceito que se aplica às nossas necessidades: seu objetivo final será garantir uma rentabilidade pré-fixada, através da utilização de opções. Esta rentabilidade, a qual deve ser equivalente aos juros acumulados no período (da mesma forma que nos FPP's), é obtida através da escolha adequada dos parâmetros da estrutura.

O princípio de funcionamento consiste na contratação de dois “spreads”, um sobre opções de compra (“call spread”), outro sobre opções de venda (“put spread”), tomando os mesmos preços de exercício (“strikes”) como referência. Assim, os passos para a montagem deste mecanismo, serão:

1. Escolha de dois preços de exercício,  $X_1$  e  $X_2$ , sendo  $X_1 < X_2$ ;
2. Aquisição de “Call Spread”
  - Compra de “Call” no “strike”  $X_1$
  - Venda de “Call” no “strike”  $X_2$
3. Aquisição de “Put Spread”
  - Compra de “Put” no “strike”  $X_2$
  - Venda de “Put” no “strike”  $X_1$

Observemos no gráfico a seguir que o ganho da estrutura, para qualquer valor do ativo objeto, no vencimento da operação, é dado pela diferença entre os preços de exercício (para uma operação teórica, de 1 contrato). Tomaremos, no exemplo,  $X_1=3$  e  $X_2=6$ .

Gráfico 2.4 – Dispositivo de Proteção – Conceito



- Elaborado pelo autor -

Temos então o rendimento da estrutura determinado pela diferença entre os preços de exercício ( $X_2 - X_1$ ), vezes o número de contratos envolvidos. Tomando então o custo das opções (C) como o total investido na estrutura, temos a rentabilidade da operação representada pelo seguinte quociente:

$$\left( \frac{X_2 - X_1}{C} \right) - 1, \text{ para o período da operação}$$

ou

$$\left( \frac{X_2 - X_1}{C} \right)^{\frac{360}{n}} - 1, \text{ em termos anuais, para uma operação de } n \text{ dias}$$

Desta forma, no intuito de obter uma rentabilidade previamente conhecida, o estruturador deverá escolher os preços de exercício de forma adequada (lembre que o custo das opções envolvidas será função destes valores, de acordo com o Modelo de Black & Scholes).

Paralelamente a esta análise, o estruturador deverá considerar o montante que pretende investir neste Dispositivo. Observe que este deve ser equivalente ao montante, a ser garantido no vencimento, trazido a valor presente pelos juros do período (assim como nos FPP's). A conciliação dos preços de exercício e do volume da operação, em termos de contratos, determinará este valor.

Assim, os passos genéricos para a montagem do Dispositivo de Proteção, serão:

1. Determinação da rentabilidade pretendida;
2. Determinação do montante a ser investido;
3. Determinação dos preços de exercício ( $X_1$  e  $X_2$ ) e do número de contratos, de acordo com os itens 1 e 2;
4. Aquisição de “Call Spread”
  - Compra de n contratos de “Call” no “strike”  $X_1$
  - Venda de n contratos “Call” no “strike”  $X_2$
5. Aquisição de “Put Spread”
  - Compra de n contratos “Put” no “strike”  $X_2$
  - Venda de n contratos “Put” no “strike”  $X_1$

### *Aplicação ao produto proposto*

Conforme determinado anteriormente, o ativo objeto das opções utilizadas na estrutura em proposição será o Ibovespa, cujo valor financeiro é obtido através da seguinte fórmula para conversão:

$$VF = k * n * VP$$

Aonde:

- **VF**: Valor financeiro;
- **k**: Valor do ponto de Ibovespa em Reais;
- **n**: Número de contratos;
- **VP**: Valor em pontos.

Tomando-se:

- **VF**, como a parcela do principal que se pretende garantir no vencimento (PP);

- VP, como a diferença, em pontos, dos “strikes” escolhidos ( $X_1$  e  $X_2$ ).

Podemos equacionar o problema da seguinte forma:

$$PP = k * n * (PE_I - PE_S)$$

Aonde:

- PP: Parcela do principal a ser protegida no vencimento da operação;
- k: Valor do ponto de Ibovespa em Reais;
- n: Número de contratos;
- PE<sub>I</sub>: Preço de exercício inferior, em pontos;
- PE<sub>S</sub>: Preço de exercício superior, em pontos;

*Vemos que estamos diante de um típico problema de otimização, aonde deveremos estabelecer valores para as variáveis n, PE<sub>I</sub> e PE<sub>S</sub>, de forma a minimizar a diferença entre o valor pretendido no vencimento e o efetivamente provido pela estrutura. Neste contexto de otimização, as seguintes restrições deverão ser observadas:*

1. n, PE<sub>I</sub> e PE<sub>S</sub> deverão ser números inteiros e positivos;
2. PE<sub>I</sub> e PE<sub>S</sub> deverão observar os Limites Técnicos estabelecidos pela BM&F para a determinação de preços de exercício de opções flexíveis sobre Ibovespa.

### **Representação Esquemática**

Apresentaremos a seguir uma forma esquemática para a representação da estrutura. Julgamos que esta representação possa auxiliar o leitor na visualização das operações envolvidas na estrutura. Note que a tabela visa mostrar as operações realizadas em cada um dos preços de exercício de referência.

PE <sub>I</sub>	PE <sub>S</sub>
+n*C	-n*C
-n*P	+n*P

- Elaborado pelo autor -

Aonde a notação representará:

- **PE<sub>I</sub>**: Preço de exercício inferior, em pontos;
- **PE<sub>S</sub>**: Preço de exercício superior, em pontos;
- **n**: Número de contratos;
- **+**: Compra de opções;
- **-**: Venda de opções;
- **C**: Opções de Compra, “calls”;
- **P**: Opções de Venda, “puts”.

### **2.5.5.3 Dispositivo de Participação**

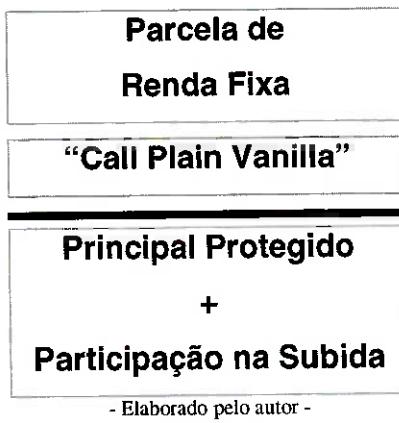
#### ***Macro Análise Funcional***

A função básica deste dispositivo será proporcionar ao investidor a possibilidade de participar na variação da Bolsa de Valores. Na especificação deste dispositivo serão consideradas as preferências e perspectivas do investidor com relação aos movimentos do mercado, devendo haver a flexibilidade de adequar-se a estrutura a estes anseios. Seu papel será análogo à estrutura de Renda Variável dos FPP’s.

#### ***Mecanismo de Funcionamento***

Assim como a estrutura de opções no FPP, o Dispositivo de Participação será responsável pelo perfil de Renda Variável do produto. Deveremos obter uma forma de combinar opções, a fim de permitir esta participação, sem no entanto, comprometer os resultados do Dispositivo de Proteção.

A estrutura de um FPP genérico consiste na soma de uma parcela de Renda Fixa a uma estrutura de Renda Variável. Supondo que este fundo esteja estruturado para participar na alta da Bolsa, tendo apenas opções de compra convencionais (“calls plain vanilla”) em sua estrutura, teríamos a seguinte situação:



Tomando o esquema apresentado acima como base de referência na estruturação do produto, observaremos a seguinte situação:

<b>PE<sub>I</sub></b>	<b>PE<sub>S</sub></b>
+n*C	-n*C
-n*P	+n*P
<b>+x*C</b>	

- Elaborado pelo autor -

Note que no esquema acima apresentamos uma estrutura tal como a definida para o Dispositivo de Proteção, acrescida por “x” contratos de uma opção de compra, com “strike” PE<sub>S</sub>. Obtemos assim uma forma de replicar a estrutura padrão de um FPP, utilizando apenas opções na estruturação.

Observando novamente o esquema apresentado, verificamos que no preço de exercício superior (PE<sub>S</sub>), temos uma VENDA de n contratos de “Calls”, e uma COMPRA de x contratos das mesmas opções. Desta forma, as duas operações realizadas seriam equivalentes à venda de apenas (n-x) contratos.

De acordo com este esquema proposto, a montagem genérica envolveria as seguintes operações:

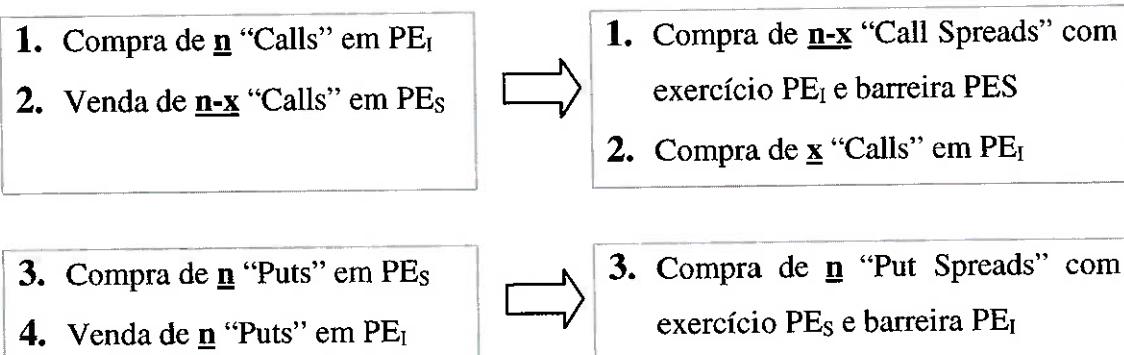
**No exercício PE<sub>I</sub>:**

1. COMPRA de n “Calls”
2. VENDA de n “Puts”

**No exercício PE<sub>S</sub>:**

3. VENDA de n-x “Calls”
4. COMPRA de n “Puts”

Conforme definido, o ferramental utilizado na estruturação do produto será a OPÇÃO FLEXÍVEL SOBRE IBOVESPA, a qual permite a montagem de uma estrutura equivalente a um “spread” com apenas uma operação: basta estabelecer uma barreira do tipo “PB” para o valor aonde a participação será limitada. Assim, podemos reduzir o número de operações com o uso desta alternativa, sem comprometer o conceito proposto. Vejamos a comparação:



- Elaborado pelo autor -

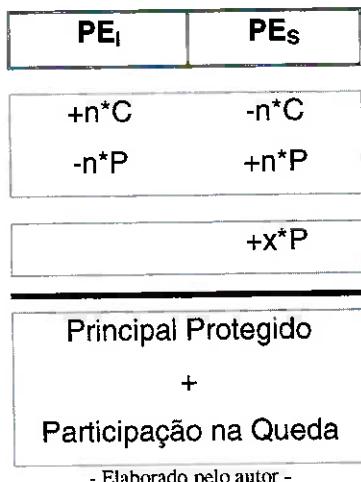
Em termos gráficos, temos:

Gráfico 2.5 – Dispositivo de Proteção – Esquema

Ciente	Total receberem pênis	Taxa utilizada na previsão	Vencimento	Tempo remanescente A	Valor presente B	A*B
<b>A</b>	\$ 1,000,002,00	25,00%	02/29/99	150	\$ 1,010,399,91	\$ 151,599,986,24
<b>B</b>	\$ 1,500,000,00	25,00%	12/30/98	90	\$ 1,520,607,23	\$ 136,854,660,53
<b>C</b>	\$ 1,000,128,00	25,00%	03/02/99	152	\$ 1,009,164,23	\$ 153,392,982,78
<b>D</b>	\$ 1,200,021,00	25,00%	12/03/98	63	\$ 1,216,051,78	\$ 76,611,282,01
<b>E</b>	\$ 2,000,022,00	25,00%	11/15/98	45	\$ 2,028,747,52	\$ 91,293,638,49
<b>F</b>	\$ 1,000,014,00	25,00%	12/07/98	67	\$ 1,010,641,12	\$ 67,712,955,23
<b>G</b>	\$ 1,500,003,00	25,00%	01/08/99	99	\$ 1,511,402,60	\$ 149,628,857,24
<b>H</b>	\$ 1,800,063,00	25,00%	12/10/98	70	\$ 1,815,512,90	\$ 127,085,903,01
					\$ 11,122,527,29	\$ 954,140,215,51
					<b>Duration</b>	<b>86</b>

- Elaborado pelo autor -

Devemos observar que a análise realizada pode ser estendida à montagem de estruturas para participação na **queda da Bolsa**, ou seja, utilizando opções de venda na parcela de Renda Variável, sendo o procedimento análogo. Analisemos então a seguinte situação:



Analogamente, chegamos aos seguintes passos genéricos na montagem de uma estrutura para participação na queda na Bolsa:

1. Compra de n “Call Spreads”, com exercício PE<sub>I</sub> e barreira PE<sub>S</sub>;
2. Compra de n-x “Put Spreads”, com exercício PE<sub>S</sub> e barreira PE<sub>I</sub>;
3. Compra de x “Puts”, com exercício PE<sub>S</sub>.

Obtemos então uma sistemática para a montagem de estruturas de principal protegido, constando da soma de dois dispositivos: um de proteção, o qual visará garantir a entrega da parcela requerida do investimento no vencimento da operação, e um de participação favorável da Bolsa. Devemos considerar que esta análise foi feita com a utilização de apenas opções convencionais , sendo o refinamento desta análise (leia-se a utilização de estruturas diferenciadas, ou ainda opções exóticas) discutido adiante.

Os valores das variáveis n e x utilizadas na análise deverão ser definidos da seguinte forma:

- n: o mesmo definido na especificação do Dispositivo de Proteção, devendo ser mantido;
- x: esta quantidade de contratos deverá ser determinada de acordo com a disponibilidade de capital existente: assim como na estrutura usual dos FPP’s, o

capital utilizado na aquisição da parcela de Renda Variável (no nosso caso, os x contratos em questão), será o disponível após a contratação da parcela de Renda Fixa (no nosso caso, o Dispositivo de Proteção).

Em termos genéricos, os passos a serem seguidos na estruturação do Dispositivo serão os seguintes:

1. Tomar dois preços de exercício  $PE_l$  e  $PE_s$ , sendo o superior a referência para a participação na variação da Bolsa;
2. Para participações na **alta** da Bolsa:
  - Comprar (n-x) “Call Spreads” com exercício em  $PE_l$  e barreira em  $PE_s$ ;
  - Comprar (n) “Put Spreads” com exercício em  $PE_s$  e barreira em  $PE_l$ ;
  - Comprar (x) “Calls” com exercício em  $PE_l$ .
3. Para participações na **queda** da Bolsa:
  - Comprar (n) “Call Spreads” com exercício em  $PE_l$  e barreira em  $PE_s$ ;
  - Comprar (n-x) “Put Spreads” com exercício em  $PE_s$  e barreira em  $PE_l$ ;
  - Comprar (x) “Puts” com exercício em  $PE_s$ .

#### **2.5.5.4 Aplicação ao produto proposto**

Verificamos na análise realizada que o objetivo quantitativo da estruturação do Dispositivo de Participação será a determinação do número de contratos de opções (x) constituintes desta parcela do produto. Desta forma, deveremos considerar preliminarmente algumas variáveis, as quais serão as entradas do processo:

1. **Perfil da Participação:** este parâmetro deverá definir como o investidor deseja que seja a sua participação na variação da Bolsa: na subida ou na queda da mesma;
2. **Ponto inicial da Participação:** este parâmetro será representado pelo preço de exercício superior ( $PE_s$ ), servindo como ponto de partida para a participação.

Verificamos também que o número x de contratos será determinado de acordo com o valor disponível após a aquisição do Dispositivo de Proteção. Note que até este momento da análise, não utilizamos o valor financeiro da estrutura. Nossa objetivo deverá ser a adequação da

estrutura ao valor definido pelo investidor como o total a ser aplicado. Em termos quantitativos, podemos dizer que deveremos minimizar o tanto quanto possível esta diferença.

Utilizaremos também o conceito de Resultado Gerencial da operação: o ganho da operação será representado inicialmente pela diferença entre o custo e o preço de venda das opções constituintes da estrutura. Sendo assim, a observação desta variável será relevante na análise, a fim de verificar a viabilidade da operação.

Vemos que novamente estamos diante de um problema de otimização no qual deveremos estipular os valores de variáveis, como o número x de contratos e os preços de venda das opções, de forma a minimizar a diferença entre o total a ser aplicado e o custo da operação. Neste problema, algumas restrições deverão ser observadas:

1. O número x de contratos, assim como os preços de venda das opções, deverão ser números positivos e inteiros (de acordo com especificação da BM&F);
2. O Resultado Gerencial da operação deverá ser compatível com o esperado, sendo quesito de viabilidade econômica do produto;
3. Os preços de venda das opções não deverão ser incompatíveis, em sua magnitude, com os custos (existe um consenso no mercado sobre a magnitude destas diferenças, sendo o exagero considerado uma falta de ética) sob pena de inadequação mercadológica do produto.

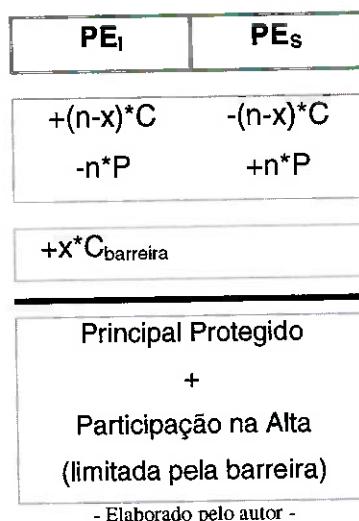
### *Considerações extras*

Como visto, utilizamos apenas opções convencionais nas discussões sistemáticas realizadas até então. Todavia, este procedimento não deve ser tomado como regra na montagem do Dispositivo de Participação.

A inserção de x contratos tem por objetivo garantir a participação na variação da Bolsa e o funcionamento do Dispositivo de Proteção entre os preços de exercício tomados como referência,  $PE_S$  e  $PE_I$ . Desta forma, observamos que a restrição na escolha da opção diz respeito ao seu comportamento entre as referências: deve se comportar como uma opção convencional, assim como as demais opções do Dispositivo. Por outro lado, seu comportamento para valores superiores a  $PE_S$  (no caso de opções de compra) ou inferiores a  $PE_I$  (no caso de opções de venda), não compromete a estrutura, e permite ainda uma maior flexibilização da mesma. A escolha pela introdução de estruturas diferenciadas deve conferir um maior grau de sofisticação à

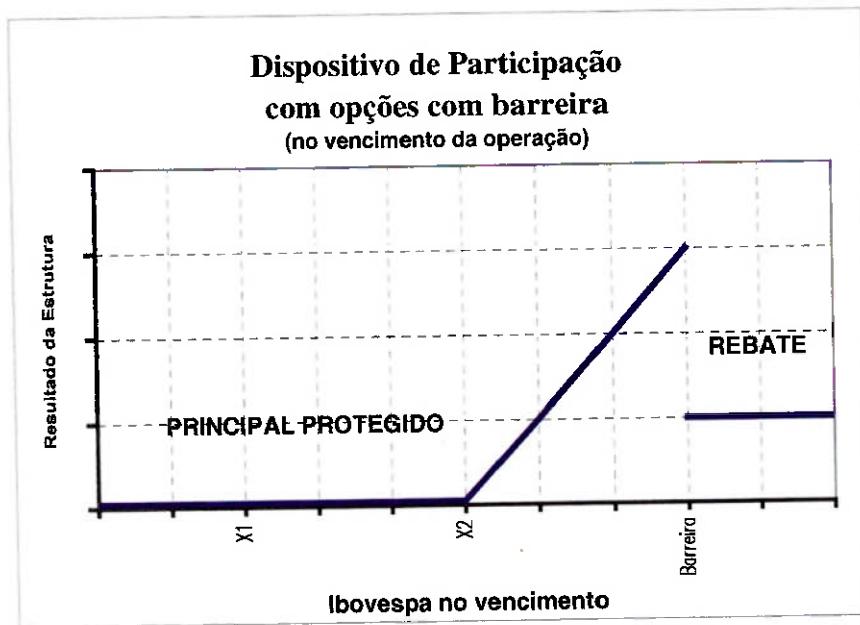
estrutura, ficando claro o papel do estruturador no tocante à tecnologia e estruturação, adequando o produto às necessidades e preferências do cliente.

Tomemos como exemplo uma estrutura com a utilização de opções com barreira (com rebate): ao invés de adicionar uma opção convencional no Dispositivo de Participação, será escolhida uma opção com barreira (esta, superior a PEs, garantirá o comportamento “convencional” no intervalo de referência). Teríamos então a seguinte situação:



Em termos gráficos:

Gráfico 2.6 – Dispositivo de Proteção – Utilização de opções com barreira



- Elaborado pelo autor -

Diversos tipos de estruturas poderão ser utilizadas neste processo, oferecendo ao estruturador uma vasta gama de possibilidades em seu trabalho de adaptação às necessidades do cliente. Apenas a título de ilustração, podemos citar a utilização de “Opções com Barreira” (em suas mais variadas combinações) e os “spreads” (“Call Spread” ou “Put Spread”).

#### ***2.5.5.5 Considerações finais***

De acordo com as análises realizadas, observamos que o processo de estruturação do produto terá dois momentos distintos: no primeiro (Dispositivo de Proteção), o objetivo será prover a garantia requerida para o capital investido; já o segundo (Dispositivo de Participação) terá o objetivo de possibilitar a participação no movimento favorável da Bolsa de Valores. A estruturação destes dispositivos deverá ser seqüenciada, dado que variáveis definidas na parcela de Proteção serão utilizadas na especificação da parcela de Participação.

Devemos considerar ainda que as variáveis de entrada do problema deverão variar de estrutura para estrutura, devendo o leitor se preocupar com a lógica e sistemática apresentadas, tendo então subsídios para o trabalho em uma situação genérica, quando poderá lançar mão de um maior grau de sofisticação.

# Capítulo 3

# Momento Quantitativo

---

Neste capítulo serão apresentados o desenvolvimento de dois mecanismos: o primeiro deles terá como propósito a especificação dos parâmetros da estrutura, para tanto, utilizará recursos de Pesquisa Operacional na modelagem e solução de um problema de otimização. O segundo será um mecanismo de controle de resultados e riscos para o produto: serão utilizados conceitos relativos a Controle de Processos, Qualidade e Manutenção nas análises e concepção de ferramentas. Ao final deste, será apresentada uma análise crítica dos resultados obtidos.

### 3.1 Conceitos Básicos

Neste segundo momento da análise, as preocupações do estruturador deverão consistir na quantificação dos parâmetros identificados na fase de idealização do mecanismo de funcionamento do produto. Desta forma, as variáveis estabelecidas como entradas e saídas deverão ser consideradas em paralelo às restrições detectadas, visando otimizar estas combinações, fornecendo os melhores resultados.

Fará parte deste segundo momento também a proposição de um mecanismo de controle para o produto: este controle deverá abranger a gestão da estrutura, podendo se estender a análises mais apuradas, como um controle dos riscos envolvidos na estrutura.

O ferramental básico a ser utilizado neste momento será:

- **Modelos de Otimização:** principalmente na especificação dos parâmetros da estrutura, atividade na qual deverão ser consideradas as variáveis de entrada e saída do problema, as restrições, tanto no tocante a valores e faixas de variação, quanto a características das variáveis (quanto ao sinal, ao conjunto, etc.). Eventualmente o sistema de controle pode exigir algum tipo de modelagem neste sentido, o que variará de caso a caso;
- **Subsídios Técnicos:** novamente neste momento o estruturador deverá conhecer os fundamentos técnicos referentes aos ativos constituintes do produto, a fim de poder realizar a modelagem proposta, além de idealizar o sistema de controle. Os conhecimentos exigidos aqui serão basicamente relacionados ao comportamento dos ativos, as variáveis relevantes em seu estudo, além de modelos de especificação para este ativo;
- **Fluxogramas:** a fim de descrever de forma macro as atividades envolvidas no processo, o estruturador poderá utilizar fluxogramas, que facilitam a observação da seqüenciação das atividades, assim como o entendimento do processo logicamente, como um algoritmo.

### 3.2 Sistemática

O método em apresentação sugere os seguintes passos a serem seguidos, com o objetivo de estabelecer uma seqüência lógica e estruturada para o fluxo de informações gerado neste momento do trabalho. São os passos:

## **1. Especificação do produto**

De posse do processo de análise qualitativa executado, o estruturador deverá voltar suas atenções para a quantificação da proposta, ou seja, através do uso de conceitos de modelagem e otimização, poderá processar as variáveis e restrições levantadas de forma a maximizar a qualidade dos resultados. Note que nem sempre a utilização de modelos sofisticados se faz necessário: o estruturador deverá neste caso utilizar seu bom senso para distinguir o “ótimo do bom”, ou seja, deverá avaliar se os custos envolvidos neste desenvolvimento são compensados pelos ganhos obtidos. Recomenda-se que uma análise comparativa seja realizada ao fim deste processo a fim de verificar-se os ganhos obtidos com a eventual adoção de otimização. Um fator importante a ser considerado é o perfil pretendido pela empresa com ao produto, ou seja, o perfil do risco que deseja assumir nestas operações (por exemplo: se a empresa deseja ser contraparte do cliente, ou se deseja vender os ativos somente, ganhando uma margem nestas operações, neutralizando seu risco em seguida).

## **2. Especificação do sistema de controle**

Uma vez definido o procedimento para especificação do produto, o estruturador deverá propor um sistema para controle do mesmo. O objetivo de tal sistema será fornecer ao gestor do produto condições de gerenciamento frente às condições de mercado, ou melhor, o gestor deverá possuir um método que lhe permita garantir entregar ao cliente o produto na data especificada, sem prejuízos à empresa. Neste processo de idealização do sistema de controle, o estruturador deverá utilizar os conhecimentos que obteve acerca do mercado em que estará inserido, além das peculiaridades do ativo financeiro em questão. O sistema de controle poderá ser estendido para o monitoramento dos riscos envolvidos no processo, conferindo um maior grau de confiabilidade ao sistema. Neste caso, o estruturador deverá conhecer a fundo os ativos financeiros utilizados, assim como seu comportamento, medidas de sensibilidade e modelos de precificação.

## **3.3 Especificação do Produto**

### **3.3.1 Introdução**

Como vimos na estruturação do produto, a especificação dos parâmetros da estrutura será um processo no qual diversas variáveis serão conciliadas, de forma a otimizar os resultados obtidos frente aos critérios previamente estipulados. Deverão ser ainda observadas algumas

restrições (de ordens técnica e operacional). Estamos diante de um típico problema de otimização, no qual utilizaremos conceitos de Pesquisa Operacional em sua modelagem e resolução.

### 3.3.2 Perfil de risco do produto

A empresa pretende vender as estruturas e a seguir neutralizar seus riscos neste negócio, ou seja, não assumirá posição de contraparte do cliente. Seus ganhos financeiros com a estrutura serão traduzidos nos preços das opções constituintes. O conceito utilizado neste caso será o de Valor Agregado (“Mark up”)<sup>7</sup>: a princípio, qualquer investidor tem acesso aos ativos existentes no mercado financeiro através de uma corretora de valores. Desta forma, seria perfeitamente possível a este investidor estruturar o produto por sua conta. A proposta da empresa é oferecer ao cliente um pacote completo, incluindo todos os serviços envolvidos no processo (estruturação, negociação de ativos no mercado, controle e monitoração dos ativos), além da tecnologia dispensada (idealização, adequação às necessidades, otimização).

Este pacote de serviços constituiria o valor agregado pela empresa, e seria cobrado através de um percentual sobre o custo dos ativos negociados (este percentual usualmente poderia ser definido por uma taxa anual).

Com relação à definição deste percentual, podemos observar duas formas de determiná-lo:

- 1. Através dos custos da operação:** através de uma análise dos custos envolvidos na operação (podemos aqui incluir aspectos como: força de vendas, equipe de desenvolvimento, equipe de gestão e controle, além de equipamentos e local de trabalho), podemos obter uma relação entre os custos e o volume da operação, ficando assim definido o “break even” financeiro do negócio: os acréscimos extras representariam a lucratividade.
- 2. Através do valor mercadológico do produto:** no mercado financeiro existe um consenso sobre os custos de cada tipo de serviço ( dado que qualquer indivíduo, conhecendo as variáveis de mercado, pode precificar um derivativo). Desta forma, qualquer tentativa de se cobrar algo além destes parâmetros pode comprometer a imagem da empresa, algo essencial neste mercado.

---

<sup>7</sup> WONNACOTT, CRUSIUS, Introdução à Economia, McGraw-Hill, 1988.

Optaremos pela segunda alternativa na valoração do serviço oferecido: claramente o levantamento de custos é essencial no sentido de verificar a viabilidade econômica do negócio, todavia, assumiremos a premissa que este produto será inserido em uma estrutura organizada e bem planejada, sendo mais um item dentro de um universo já existente. Assim, diante desta premissa, o montante (leia-se percentual) a ser cobrado pelo serviço deverá ser compatível às práticas de mercado.

### 3.3.3 Adequação ao perfil “Taylor Made”

O fator chave para a caracterização do produto oferecido como “Taylor Made” será a efetiva utilização das preferências do cliente na modelagem do problema de otimização. Desta forma, a possibilidade efetiva de intervenção na especificação do produto caracterizará a **flexibilidade** pretendida para a estrutura (lembre que este aspecto, ao lado de **tributação** e **liquidez**, foi relacionado como fator crítico de sucesso do produto).

As informações fornecidas pelo cliente serão de basicamente dois tipos:

- **Qualitativas**: aonde o cliente deverá especificar o que espera, sobretudo quanto à participação na variação da Bolsa. Serão utilizadas informações tais como:
  - Tipo de participação (na Subida ou na Queda da Bolsa);
  - Tipos de opções utilizadas na participação (convencionais ou exóticas);
  - Em caso de opções exóticas: tipo e características do contrato;
- **Quantitativas**: aonde o cliente deverá especificar alguns parâmetros da estrutura, tais como:
  - Montante total a ser investido;
  - Grau de proteção requerida;
  - Prazo da operação;
  - Ponto de partida para a participação (normalmente estipulará um valor para o Ibovespa como referência para início da participação).

### 3.3.4 Dispositivo de Proteção

#### 3.3.4.1 Função Objetivo

O objetivo do processo de otimização do Dispositivo de Proteção será minimizar a diferença entre a parcela do principal que o investidor deseja proteger, e o valor efetivamente garantido pela estrutura, em específico, pelo Dispositivo em consideração.

#### 3.3.4.2 Definição das variáveis do problema

- **Variáveis de Entrada:** serão baseadas na preferência do investidor, no mercado financeiro e nas próprias preferências do estruturador. Serão elas:

❖ Investidor:

- |                                     |        |
|-------------------------------------|--------|
| a) Montante investido na estrutura  | \$     |
| b) Grau de proteção requerido       | %      |
| c) Prazo da operação                | Dias   |
| d) Ponto de partida da participação | Pontos |

❖ Mercado financeiro:

- |  |        |
|--|--------|
| e) Ibovespa – valor de abertura na data de estruturação                | Pontos |
| f) Ibovespa – valor de fechamento na data de estruturação <sup>8</sup> | Pontos |

❖ Estruturador:

- |  |        |
|--|--------|
| g) Variação máxima admitida para os preços de exercício  | Pontos |
| <i>(o usuário poderá assumir um intervalo de variação para estes valores, visando aumentar o número de soluções possíveis para o problema)</i> |        |

<sup>8</sup> Assumiremos neste trabalho que a estruturação será realizada após o encerramento das atividades do mercado, sendo o preço de fechamento o utilizado para efeito de precificação das opções. Em caso diferente, deverá ser tomado o preço à vista corrente ao invés do fechamento.

➤ **Variáveis Auxiliares:** serão valores baseados no mercado financeiro e no próprio processo de estruturação. Serão apresentadas algumas expressões que visarão auxiliar no processo de cálculo, facilitando o mesmo. Neste caso, teremos:

❖ Mercado financeiro:

- a) Limites Técnicos para preços de exercício, estabelecidos pela BM&F Pontos  
*(estes limites são susceptíveis a alterações sob o ponto de vista da sistemática de cálculo, assim como em seus parâmetros. Recomendamos ao estruturador, ao especificar seu produto, procure a última atualização desta Regulamentação junto à BM&F)*

➤ **Variáveis de Saída:** serão os parâmetros buscados no processo de otimização, sendo necessários para a especificação da estrutura. Serão eles:

- a) Número de contratos do Dispositivo de Proteção Pontos  
 b) Preço de exercício superior Pontos  
 c) Preço de exercício inferior Pontos

**Observação:** as informações referentes às características da participação serão apenas pertinentes na análise do Dispositivo de Participação, sendo utilizadas qualitativamente na especificação na estrutura.

### 3.3.4.3 Definição das restrições do problema

As restrições a serem consideradas na resolução deste problema serão relacionadas aos seguintes tópicos:

- a) **Função Objetivo:** seu valor final deverá ser positivo, maior ou igual a zero. Não se pretende oferecer um valor maior que o pretendido com o Dispositivo de Proteção: a meta será igualar este valor, aproximando-se o tanto quanto possível.
- b) **Preços de Exercício:** seus valores finais deverão ser positivos, maiores ou iguais a zero, e necessariamente inteiros. Deverão também respeitar os limites de variação especificados: o ponto de início da participação será limitante superior, e o Limite Técnico, o limite inferior.

- c) **Número de Contratos**: seu valor final deverá ser positivo, maior ou igual a zero, e necessariamente positivo.

### **3.3.4.4 Aplicação**

A fim de ilustrar o processo de especificação, apresentaremos uma análise completa de uma operação, a qual será aproveitada no item referente ao Dispositivo de Participação, aonde será finalizado o processo. Observamos que a utilização de apenas opções convencionais é devido ao grau de refinamento, sobretudo no tocante à precificação, que exigem as opções exóticas. Sendo assim, neste trabalho, que pretende ser metodológico, utilizaremos apenas o primeiro tipo. Julgamos, todavia, que o leitor não terá problemas na utilização destas opções na estruturação de seus produtos, já que a mecânica dos processos até então apresentados, é análoga.

#### *Características da operação*

##### **a) Parte Qualitativa**

- Participação na Subida da Bolsa;
- Utilização de opções convencionais.

##### **b) Parte Quantitativa**

- Informações do Cliente:

**Tabela 3.1 – Dispositivo de Proteção – Informações do Cliente**

<b>Descrição</b>	<b>Variável</b>	<b>Valor</b>
Montante investido	y <sub>1</sub>	R\$ 1.000.000,00
Grau de Proteção requerido	y <sub>2</sub>	95,00%
Prazo da Operação	y <sub>3</sub>	180 dias
Ponto de partida da participação (na alta)	y <sub>4</sub>	7.200 pontos

- Elaborado pelo autor -

➤ Informações de Mercado:

**Tabela 3.2 – Dispositivo de Proteção – Informações de Mercado**

Descrição	Variável	Valor
Ibovespa de abertura na data da estruturação	y <sub>5</sub>	6.820 pontos
Ibovespa de fechamento na data da estruturação	y <sub>6</sub>	7.200 pontos

- Elaborado pelo autor -

➤ Informações do Estruturador:

**Tabela 3.3 – Dispositivo de Proteção – Informações do Estruturador**

Descrição	Variável	Valor
Variação Máxima admitida nos preços de exercício	y <sub>7</sub>	10 pontos

- Elaborado pelo autor -

➤ Variáveis Auxiliares:

**Tabela 3.4 – Dispositivo de Proteção – Variáveis Auxiliares**

Descrição	Variável	Valor
Límite Técnico Inferior (BM&F)	a <sub>1</sub>	6.138 pontos
Límite Técnico Superior (BM&F)	a <sub>6</sub>	9.231 pontos

- Elaborado pelo autor -

➤ Variáveis de Saída:

**Tabela 3.5 – Dispositivo de Proteção – Variáveis de Saída**

Descrição	Variável
Número de contratos do Dispositivo de Proteção	x <sub>1</sub>
Preço de exercício superior	x <sub>2</sub>
Preço de exercício inferior	x <sub>3</sub>

- Elaborado pelo autor -

### *Modelagem*

**Função Objetivo: Mín z,**

$$\text{aonde } z(x_1, x_2, x_3) = y_1 * y_2 - 3 * x_1 * (x_2 - x_3)$$

## Restrições do problema

- $R_1: z(x_1, x_2, x_3) \geq 0$
- $R_2: a_6 - y_4 \geq 0$
- $R_3: y_4 - x_2 \geq 0$
- $R_4: x_2 - (y_4 - y_7) \geq 0$
- $R_5: x_3 - a_1 \geq 0$
- $R_6: (a_1 + y_7) - x_3 \geq 0$
- $R_7: x_i \geq 0$
- $R_8: x_i \in Z$

## Saídas do Problema

### Função Objetivo: R\$ 44,00

Tabela 3.6 - Dispositivo de Proteção – Saídas do problema

Descrição	Variável	Valor
Número de contratos do dispositivo	$x_1$	301 contratos
Preço de exercício superior	$x_2$	7.200 pontos
Preço de exercício inferior	$x_3$	6.148 pontos

- Elaborado pelo autor -

## 3.3.5 Dispositivo de Participação

### 3.3.5.1 Função Objetivo

O objetivo do processo de otimização do Dispositivo de Participação será minimizar a diferença entre o total investido na estrutura e o custo dos contratos de opções constituintes do produto.

### 3.3.5.2 Definição das variáveis do problema

➤ Variáveis de Entrada:

❖ Investidor (apenas qualitativas):

- a) Tipo de participação
- b) Tipo de opções utilizadas

❖ Mercado financeiro:

- c) Taxa de Juros, em termos anuais %
- d) Volatilidade do ativo, em termos anuais %

❖ Estruturador:

- e) Variação máxima admitida para os preços das opções %

*(assim como no proposto para os preços de exercício, o estruturador poderá estabelecer valores máximos para estes preços, sendo o piso o custo das opções, e o teto fixado de acordo com a sua preferência)*

- f) Resultado Gerencial %

*(estabelecido como um intervalo, sendo referência para a rentabilidade do produto – indicará o quanto foi o ganho, em termos percentuais, em relação ao total negociado)*

- g) Descontos de Corretagem %

*(é prática usual de mercado a obtenção de descontos nas taxas de corretagem, que participam na formação dos custos da operação. A metodologia de cálculo é suscetível a mudanças, logo o estruturador deverá checar a regulamentação corrente ao estruturar seu produto)*

- h) Custo das Opções %

*(calculados de acordo com o Modelo de “Black and Scholes”)*

➤ Variáveis Auxiliares:

- i) Total gasto em prêmios: já considerando os prêmios finais \$

- j) Despesas com corretagens e emolumentos: metodologia de cálculo \$  
estabelecida pela BM&F

- k) Custo das opções \$

- l) Resultado gerencial da operação %

➤ Variáveis de Saída:

- m) Número de contratos do Dispositivo de Participação

- n) Prêmio final das opções constituintes na estrutura Pontos

### **3.3.5.3 Definição das restrições do problema**

As restrições a serem consideradas na resolução deste problema serão relacionadas aos seguintes tópicos:

- a) **Função Objetivo:** seu valor final deverá ser positivo, maior ou igual a zero. A adequação do custo da operação ao total investido é condição crítica em termos mercadológicas: o cliente espera nada diferente do que contratou.
- b) **Prêmios das Opções:** seus valores finais deverão ser positivos, maiores ou iguais a zero, e inteiros. Deveremos considerar um intervalo de variação, limitado inferiormente pelo custo da opção, e superiormente por um valor classificado pelo estruturador como adequado<sup>9</sup>.
- c) **Número de Contratos:** seu valor final deverá ser positivo, maior ou igual a zero, e necessariamente positivo.
- d) **Resultado Gerencial:** deverá ser representado em termos percentuais, situado no intervalo estipulado pelo estruturador. Este intervalo deve ser escolhido de acordo com o que se pretende lucrar com a estrutura, observando as práticas de mercado.

### **3.3.5.4 Aplicação**

Continuaremos utilizando o exemplo apresentado no Dispositivo de Proteção, acrescentando as informações necessárias para a continuidade da análise.

#### *Características da operação*

##### **c) Parte Qualitativa**

- Participação na Subida da Bolsa;
- Utilização de opções convencionais.

---

<sup>9</sup> O conceito de adequação está ligado aos preços praticados: é consenso que os preços podem ser livremente arbitrados, cabendo à outra parte aceitar ou não, todavia a escolha de preços muito disparecidos do justo podem prejudicar a imagem da empresa.

Observamos que as características qualitativas definidas para a operação fazem com que esta recaia sobre a situação utilizada como exemplo no capítulo referente à estruturação (vide Momento Qualitativo). Apenas para recordar, tínhamos naquela situação uma estrutura aonde deveríamos:

- a) Comprar ( $n-x$ ) “Call Spreads”, com exercício  $PE_I$  e barreira em  $PE_S$ ;
- b) Comprar ( $n$ ) “Put Spreads”, com exercício  $PE_S$  e barreira em  $PE_I$ ;
- c) Comprar ( $x$ ) “Calls”, com exercício  $PE_I$ .

#### d) Parte Quantitativa

➤ Informações de Mercado:

Tabela 3.7 - Dispositivo de Participação – Informações de Mercado

Descrição	Variável	Valor
Taxa de Juros (em termos anuais)	$y_8$	35,00%
Volatilidade do ativo (em termos anuais)	$y_{13}$	70,00%

- Elaborado pelo autor -

➤ Informações do Estruturador:

Tabela 3.8 - Dispositivo de Participação – Informações do Estruturador

Descrição	Variável	Valor
Variação Máxima admitida nos prêmios das opções	$y_9$	10,00%
Resultado Gerencial, anual, mínimo	$y_{10}$	3,00%
Variação Máxima admitida no Resultado Gerencial	$y_{11}$	5,00%

- Elaborado pelo autor -

➤ Variáveis Auxiliares:

Tabela 3.9 - Dispositivo de Participação – Variáveis Auxiliares

Descrição	Variável
Total Gasto em prêmios de opções $a_2 = (x_1 - x_4) * (x_6 - x_5) + x_5 * (x_7 - x_8) + x_4 * x_9$	$a_2$
Despesas com corretagens e emolumentos $a_3 = \frac{2 * a_2 * (0.00366\% + 0.125\% * (1 - y_{12}))}{\left( \frac{x_3 - x_2}{x_3} \right)}$	$a_3$

Descrição	Variável
Custo das opções $a_4 = (x_1 - x_4) * (y_{14} - y_{13}) + x_1 * (y_{15} - y_{16}) + x_4 * y_{17}$	$a_4$
Resultado Gerencial $a_5 = \left[ \left( \frac{a_2 - a_3 - a_4}{a_2} \right)^{\frac{365}{y_3}} \right] - 1$	$a_5$

- Elaborado pelo autor -

➤ Custo das opções (saídas do Modelo de “Black and Scholes”):

Tabela 3.10 - Dispositivo de Participação – Custo das opções

Descrição	Variável
Custo da opção de compra (Exercício Superior) $y_{14} = y_6 * N(d_1) - x_2 * e^{-\frac{y_8 * y_3}{360}} * N(d_2)$	$y_{14}$
Aonde: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>d_1 = \frac{\ln\left(\frac{y_6}{x_2}\right) + \frac{y_3}{360} * \left(y_8 + \frac{y_{13}^2}{2}\right)}{y_{13}\sqrt{\frac{y_3}{360}}}</math></li> <li>• <math>d_2 = d_1 - y_{13}\sqrt{\frac{y_3}{360}}</math></li> </ul>	
Custo da opção de compra (Exercício Inferior) $y_{15} = y_6 * N(d_1) - x_3 * e^{-\frac{y_8 * y_3}{360}} * N(d_2)$	$y_{15}$
Aonde: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>d_1 = \frac{\ln\left(\frac{y_6}{x_3}\right) + \frac{y_3}{360} * \left(y_8 + \frac{y_{13}^2}{2}\right)}{y_{13}\sqrt{\frac{y_3}{360}}}</math></li> <li>• <math>d_2 = d_1 - y_{13}\sqrt{\frac{y_3}{360}}</math></li> </ul>	

Descrição	Variável
Custo da opção de venda (Exercício Superior)	$y_{16}$
$Y_{16} = x_2 * e^{-\frac{y_8 * y_3}{360}} * N(-d_2) - y_6 * N(-d_1)$ <p>Aonde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_1 = \frac{\ln\left(\frac{y_6}{x_2}\right) + \frac{y_3}{360} * \left(y_8 + \frac{y_{13}^2}{2}\right)}{y_{13}\sqrt{\frac{y_3}{360}}}</math></li> <li><math>d_2 = d_1 - y_{13}\sqrt{\frac{y_3}{360}}</math></li> </ul>	
Custo da opção de venda (Exercício Inferior)	$y_{17}$
$Y_{17} = x_3 * e^{-\frac{y_8 * y_3}{360}} * N(-d_2) - y_6 * N(-d_1)$ <p>Aonde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_1 = \frac{\ln\left(\frac{y_6}{x_3}\right) + \frac{y_3}{360} * \left(y_8 + \frac{y_{13}^2}{2}\right)}{y_{13}\sqrt{\frac{y_3}{360}}}</math></li> <li><math>d_2 = d_1 - y_{13}\sqrt{\frac{y_3}{360}}</math></li> </ul>	
Custo da opção de compra de participação (Exercício Inferior)	$y_{18}$
$y_{18} = y_6 * N(d_1) - x_2 * e^{-\frac{y_8 * y_3}{360}} * N(d_2)$ <p>Aonde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d_1 = \frac{\ln\left(\frac{y_6}{x_2}\right) + \frac{y_3}{360} * \left(y_8 + \frac{y_{13}^2}{2}\right)}{y_{13}\sqrt{\frac{y_3}{360}}}</math></li> <li><math>d_2 = d_1 - y_{13}\sqrt{\frac{y_3}{360}}</math></li> </ul>	

- Elaborado pelo autor -

➤ Variáveis de Saída:

Tabela 3.11 - Dispositivo de Participação – Variáveis de saída

Descrição	Variável
Número de contratos do Dispositivo de Participação	x <sub>4</sub>
Preço final – Opção de Compra (Exercício Superior)	x <sub>5</sub>
Preço final – Opção de Compra (Exercício Inferior)	x <sub>6</sub>
Preço final – Opção de Venda (Exercício Superior)	x <sub>7</sub>
Preço final – Opção de Venda (Exercício Inferior)	x <sub>8</sub>
Preço final – Opção de Compra de Participação (Exercício Inferior)	x <sub>9</sub>

### Modelagem

**Função Objetivo:  $\text{Mín } z,$**

$$\text{aonde } z(x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9) = a_2 - y_1$$

### Restrições do problema

#### Função Objetivo

- $R_9: Z(x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9) \geq 0$

#### Opção de Compra – Exercício Superior

- $R_{10}: x_5 - y_{14} \geq 0$
- $R_{11}: y_{14} * (I + y_9) - x_5 \geq 0$

#### Opção de Compra – Exercício Inferior

- $R_{12}: x_6 - y_{15} \geq 0$
- $R_{13}: y_{15} * (I + y_9) - x_6 \geq 0$

#### Opção de Venda – Exercício Superior

- $R_{14}: x_7 - y_{16} \geq 0$
- $R_{15}: y_{16} * (I + y_9) - x_7 \geq 0$

#### Opção de Venda – Exercício Inferior

- $R_{16}: x_8 - y_{17} \geq 0$
- $R_{17}: y_{17} * (I + y_9) - x_8 \geq 0$

#### Opção de Participação

- $R_{18}: x_9 - y_{18} \geq 0$

- $R_{19}: y_{18}^*(I+y_9) - x_9 \geq 0$

Resultado Gerencial

- $R_{20}: a_5 - y_{10} \geq 0$
- $R_{21}: y_{10} + y_{11} - a_5 \geq 0$

Variáveis em geral

- $R_{22}: x_i \geq 0$
- $R_{23}: x_i \in Z$

**Saídas do Problema**

**Função Objetivo: R\$ 17,00**

Tabela 3.12 - Dispositivo de Participação – Saídas do problema

Descrição	Variável	Valor
Número de contratos do Dispositivo de Participação	x <sub>4</sub>	33 contratos
Preço final – Opção de Compra (Exercício Superior)	x <sub>5</sub>	1.794 pontos
Preço final – Opção de Compra (Exercício Inferior)	x <sub>6</sub>	2.330 pontos
Preço final – Opção de Venda (Exercício Superior)	x <sub>7</sub>	858 pontos
Preço final – Opção de Venda (Exercício Inferior)	x <sub>8</sub>	485 pontos
Preço final – Opção de Compra de Participação (Exercício Inferior)	x <sub>9</sub>	2.346 pontos

Variáveis Auxiliares

Descrição	Variável	Valor
Total gasto em prêmios de opções	a <sub>2</sub>	R\$ 1.000.017,00
Despesas com corretagens e emolumentos	a <sub>3</sub>	R\$ 1.356,52
Custo das opções envolvidas	a <sub>4</sub>	R\$ 974.954,58
Resultado gerencial da operação	a <sub>5</sub>	4,80 %

Uma informação importante para o cliente deste produto é o grau de participação oferecido: podemos interpretar a participação como uma medida do ganho obtido para cada unidade monetária investida na estrutura. Para a especificação deste parâmetro, deveremos utilizar um novo conceito: o “notional”, parâmetro que representa o valor equivalente da

estrutura. No nosso caso, este parâmetro é representado pelo número de contratos constituintes do Dispositivos de Participação (lembre que no demais há compensação entre si).

Sendo assim, podemos representar o grau de participação da estrutura como o quociente entre o “notional” da operação (expresso em termos financeiros) e o custo total da mesma. Logo, utilizando a mesma notação que na Modelagem teríamos:

$$\text{Participação} = \frac{3 * x_4 * y_6}{a_2}$$

No caso do exemplo, teríamos:

Tabela 3.13 - Dispositivo de Participação – Cálculo da participação

Descrição	Valor
“Notional”	R\$ 712.800,00
Grau de Participação	71,28%

- Elaborado pelo autor -

Comentário: nesta estrutura, para cada aumento de 1% no preço do ativo objeto, a partir de PES, a estrutura proporciona um retorno de 0,7128% (ou melhor, participa em 71,28% da alta).

### 3.3.5.5 Parte Operacional

Em termos operacionais, a estrutura especificada no exemplo envolveria as seguintes atividades (sob o ponto de vista do cliente):

Cliente compra “Call Spread”		
Exercício:	6.148	pontos
Barreira:	7.200	pontos
Volume:	268	contratos
Prêmio Unit.:	536	pontos
Prêmio Total:	430.944,00	R\$

- Elaborado pelo autor -

<b>Cliente compra “Put Spread”</b>		
Exercício:	7.200	pontos
Barreira:	6.148	pontos
Volume:	301	contratos
Prêmio Unit.:	373	pontos
Prêmio Total:	336.819,00	R\$

- Elaborado pelo autor -

<b>Cliente compra “Call”</b>		
Exercício:	6.148	pontos
Volume:	33	contratos
Prêmio Unit.:	2.346	pontos
Prêmio Total:	232.237,00	R\$

- Elaborado pelo autor -

### 3.3.6 Considerações Finais

A sistemática apresentada para a especificação da estrutura é genérica, servindo, em sua parte quantitativa, para diversas aplicações, todavia, o fator chave para o sucesso deste trabalho é a estruturação qualitativa da estrutura: recomendamos que o estruturador utilize a sistemática apresentada no Momento Qualitativo para estruturar o produto, procurando utilizar o esquema (tabela) sugerido ao final do capítulo, facilitando sobremaneira os trabalhos de modelagem aqui analisados.

## 3.4 Mecanismo de Controle

### 3.4.1 Introdução

Uma vez especificadas as variáveis componentes do produto, o estruturador deverá propor um mecanismo para controle e gestão das estruturas. Este mecanismo deverá servir como veículo de implementação das ações necessárias para a gestão dos produtos, assim como fonte de informações para as tomadas de decisão com relação ao controle pretendido.

Dois aspectos básicos deverão ser observados na elaboração do dispositivo. São eles:

- **Matéria-prima**: observamos que a definição dos procedimentos de controle depende diretamente das características dos ativos financeiros constituintes das estruturas;
- **Objetivos do mecanismo**: o estruturador deverá definir de antemão os objetivos que pretende alcançar com a implementação do controle: serão aqui considerados aspectos como perdas admissíveis, valor esperado do “portfolio” e ações corretivas.

### 3.4.2 Ativo Objeto

Assim como especificado, o produto proposto será constituído a partir da combinação de contratos de opções. Desta forma, a condição “*sine qua non*” para a estruturação do mecanismo de controle é a observação dos aspectos técnicos relativos a este derivativo.

Observamos na introdução teórica que a formação de preço de uma opção é um processo no qual consideram-se cinco variáveis. A saber:

- Preço à vista do ativo objeto;
- Taxa de juros livre de risco;
- Tempo a decorrer até o vencimento;
- Volatilidade; e,
- Preço de exercício da opção (este é o único fator fixo, que não se altera com o tempo).

Sendo o preço da opção uma função multivariável, observamos que o Sistema de Controle deverá utilizar como referência as Medidas de Sensibilidade (gregas) do modelo de precificação<sup>10</sup>. Com este procedimento, será possível observar isoladamente o papel de cada uma das variáveis na formação dos preços das opções em controle<sup>11</sup>.

### 3.4.3 Objetivos do Controle de Risco

De acordo com os propósitos definidos com relação aos ganhos da operação, observamos que estes serão atingidos se o valor financeiro das estruturas for mantido ao longo de suas vidas, sem perdas. Desta forma, o mecanismo proverá recursos suficientes para a liquidação das operações junto aos clientes, além de garantir que as diferenças cobradas inicialmente (ganho com a operação), possam ser efetivamente apropriadas. Definimos então que um dos objetivos

<sup>10</sup> Black and Scholes.

<sup>11</sup> Esta decisão parece evidente para um “portfolio” baseado em contratos de opções, todavia não deve ser tomada como regra pelo estruturador: é importante notar que o fator decisivo nesta escolha foi a peculiaridade da função preço deste derivativo; em outro tipo de contrato, uma decisão análoga pode não ser apropriada.

do dispositivo seja a manutenção do valor do Livro ao longo do tempo, sendo este o valor esperado de referência.

Todavia, ao lidar com estas variáveis, o controle assumirá um caráter estatístico, tendo incertezas. Neste sentido, será utilizado o conceito de perda máxima admissível, a qual será equivalente ao valor cobrado adicionalmente do cliente (ou melhor, na pior das hipóteses, o estruturador perderá o adicional cobrado, sem no entanto comprometer os valores devidos aos clientes).

A ações definidas para o atingimento de tais objetivos serão implementadas através de um Ferramental de Controle, o qual utilizará conceitos de Controle de Processos, de Qualidade e Manutenção, sem esquecer dos aspectos relativos às peculiaridades das opções.

### **3.4.4 Ferramental de Controle**

#### **3.4.4.1 Livro**

Para a especificação de mecanismo de controle utilizaremos um conceito usual aos profissionais do mercado financeiro: o conceito de um livro de ativos. O Livro, ou mais usualmente “Book”, consiste em um ferramenta de controle que propicia a alocação de todas as operações em conjunto, a fim de que estas possam ser observadas e gerenciadas de forma prática, permitindo análises gerais e localizadas. Este controle é normalmente elaborado com o auxílio de planilhas eletrônicas, sendo as operações arranjadas de acordo com o que se pretende observar e controlar. A determinação das variáveis a serem controladas depende das características do ativo em consideração, além das peculiaridades do mercado no qual se negocia.

De forma geral podemos dizer que o Livro se presta a algumas funções básicas:

1. Alocação das operações em conjunto, de forma prática e de fácil acesso e manuseio;
2. Possibilidade de observação do conjunto de operações, assim como uma estrutura isolada;
3. Avaliação de resultados de forma qualitativa e quantitativa;
4. Fornecimento de dados para o gerenciamento de riscos das posições.

#### **3.4.4.2 Exemplificação**

A fim de apresentar o conceito proposto para o mecanismo de controle, iniciaremos o processo com a montagem de um Livro. Neste trabalho, deveremos:

1. Definir as variáveis a serem controladas;

2. Definir o formato adequado para o Livro;
3. Introduzir as estruturas propriamente ditas no Livro.

## **DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS**

**Tabela 3.14 – Mecanismo de Controle – Variáveis constituintes do Livro de opções**

<b>Parâmetro</b>	<b>Unidade</b>	<b>Descrição</b>
Contraparte	Não aplicável	Nome do cliente, servindo para diferenciação entre as opções
Código	Não aplicável	Código para diferenciação entre opções pertencentes à mesma operação.
Call / Put	Não aplicável	Código numérico (0 ou 1), servindo como entrada em fórmulas de precificação e rotinas de controle.
Início	Data	Data de início da operação.
Vencimento	Data	Data de encerramento da operação.
Prazo	Dias	Duração da operação, servindo como entrada em fórmulas de precificação e rotinas de controle.
Strike	Pontos	Preço de exercício da opção.
Contratos	Adimensional	Quantidade de contratos negociados para a opção em questão.
PU	Pontos	Prêmio recebido por cada um dos contratos negociados daquela opção.
Notional	Reais	Valor financeiro da posição em questão, tomando o preço de exercício do ativo objeto como referência de cálculo.
Prêmio	Reais	Valor financeiro do prêmio total recebido.
Preço	Reais	Valor financeiro da posição em questão de acordo com os parâmetros de mercado correntes (Saída de Modelo).
Delta	Contratos	Valor do Delta da posição em consideração (Saída de Modelo).
Gamma	Contratos	Valor do Gamma da posição em consideração (Saída de Modelo).
Vega	Reais	Valor do Vega da posição em consideração (Saída de Modelo).
Theta	Reais	Valor do Theta da posição em consideração (Saída de Modelo).
Rho	Reais	Valor do Rho da posição em consideração (Saída de Modelo).

- Elaborado pelo autor -

## DEFINIÇÃO DO FORMATO DO LIVRO

O livro será elaborado com auxílio de planilha eletrônica, sob o formato de uma tabela, na qual as operações serão introduzidas na horizontal, sendo as opções constituintes introduzidas também individualmente, sendo devidamente identificadas. Os parâmetros de controle acima definidos serão alocados como referência em colunas.

Apresentaremos a seguir uma sugestão para o formato da tabela básica do Livro, sendo indicadas logo abaixo as variáveis relativas aos dados básicos da operação, sendo entradas manuais, assim como as saídas do modelo de precificação adotado, cujos valores são obtidos mediante cálculos.

**Figura 3.1 – Esquema do Livro de Opções**

Dados da Operação											Saídas do Modelo de Precificação					
Contra parte	Cód.	Call (0) Put(1)	Início	Veto	Prazo	Strike	Clos	PU	Notional	Prêmio	Preço	Delta	Gamma	Vega	Theta	Rho

## INTRODUÇÃO DAS ESTRUTURAS NO LIVRO<sup>12</sup>

Tomaremos agora algumas estruturas, especificadas de acordo com a sistemática apresentada anteriormente, as quais serão introduzidas em um Livro hipotético, o qual servirá como referências para nossas análises e aplicações ilustrativas nos demais passos do processo.

São os exemplos:

---

<sup>12</sup> Apresentaremos no Anexo 02 deste trabalho as estruturas aqui mencionadas, com um maior grau de detalhamento, assim como o Livro já montado, com estas estruturas inseridas.

Tabela 3.15 – Mecanismo de Controle – Estruturas constituintes do Livro de opções

Cliente	Características da estrutura	
A	➤ Participação na Subida ➤ Montante investido: R\$ 1.000.000,00 ➤ Grau de Proteção: 95,00%	➤ Prazo: 180 dias ➤ Data da estruturação: 01/09/1998
B	➤ Participação na Subida ➤ Montante investido: R\$ 1.500.000,00 ➤ Grau de Proteção: 100,00%	➤ Prazo: 120 dias ➤ Data da estruturação: 01/09/1998
C	➤ Participação na Queda ➤ Montante investido: R\$ 1.000.000,00 ➤ Grau de Proteção: 95,00%	➤ Prazo: 180 dias ➤ Data da estruturação: 03/09/1998
D	➤ Participação na Subida ➤ Montante investido: R\$ 1.200.000,00 ➤ Grau de Proteção: 100,00%	➤ Prazo: 90 dias ➤ Data da estruturação: 04/09/1998
E	➤ Participação na Queda ➤ Montante investido: R\$ 2.000.000,00 ➤ Grau de Proteção: 100,00%	➤ Prazo: 72 dias ➤ Data da estruturação: 04/09/1998
F	➤ Participação na Subida ➤ Montante investido: R\$ 1.000.000,00 ➤ Grau de Proteção: 92,50%	➤ Prazo: 90 dias ➤ Data da estruturação: 08/09/1998
G	➤ Participação na Queda ➤ Montante investido: R\$ 1.500.000,00 ➤ Grau de Proteção: 95,00%	➤ Prazo: 120 dias ➤ Data da estruturação: 10/09/1998
H	➤ Participação na Subida ➤ Montante investido: R\$ 1.800.000,00 ➤ Grau de Proteção: 100,00%	➤ Prazo: 90 dias ➤ Data da estruturação: 11/09/1998

- Elaborado pelo autor -

### 3.4.4.3 Sistemática de controle

O Mecanismo de Controle em proposição desempenhará duas funções basicamente. A saber:

1. Controle de Resultados
2. Controle de Riscos

Apresentaremos a seguir estes dois mecanismos, assim como seus conceitos, procedimentos e peculiaridades.

### 3.4.5 Controle de Resultados

#### 3.4.5.1 Objetivos

O Mecanismo de Controle de Resultados será utilizado como instrumento de controle do valor do Livro (lembre que o objetivo inicial é a manutenção do valor inicial). Sendo assim, este ferramental deverá avaliar periodicamente este valor, servindo como subsídio para avaliação da qualidade do Sistema de Controle de Risco. É importante ressaltar que os objetivos deste Mecanismo serão restritos à medição da variação, cabendo ao Controle de Risco a avaliação e decisões no sentido de viabilizar os propósitos do dispositivo.

#### 3.4.5.2 Sistemática de Controle

A sistemática utilizada se baseará na verificação da variação do valor dos ativos em um determinado período. Dessa forma, a simples diferença entre os valores obtidos será a medida procurada.

Um importante fator a considerar na nossa aplicação é o seguinte: observando-se a estrutura proposta, concluímos que o Livro, na condição de contraparte do investidor, assume uma posição “vendida” em opções, sendo este valor um passivo com o cliente. Assim, um aumento neste valor deverá implicar em perda financeira para o Livro, ao passo que uma diminuição implicaria em um ganho.

A sistemática a ser utilizada neste controle deverá seguir os seguintes passos:

1. Definição do intervalo de verificação;
2. Verificação do valor equivalente no início do período;
3. Verificação do valor equivalente no final do período;
4. Cálculo da variação através da diferença simples entre os valores obtidos.

Esta sistemática proposta é objetiva e provem ao gestor a medida pretendida<sup>13</sup>, no entanto não fornece subsídios para a avaliação qualitativa do resultado obtido. Neste sentido, utilizaremos o conceito de Medidas de Sensibilidade para “explicar” esta variação.

Vimos na Introdução Teórica (Anexo 1), que a variação do valor de uma posição em opções pode ser expressa com auxílio das gregas, apresentadas em termos financeiros. Lançando mão deste recurso, atingimos nosso objetivo de possibilitar a leitura qualitativa da variação.

Assim, a sistemática apresentada será redefinida, constando agora dos seguintes passos:

- 1.** Definição do intervalo de verificação<sup>14</sup>;

**No início do período:**

- 2.** Verificação das condições de mercado;
- 3.** Verificação das exposições nas gregas;
- 4.** Verificação do valor equivalente do Livro.

**No final do período:**

- 5.** Verificação das condições de mercado;
- 6.** Cálculo das componentes do preço (gregas, em termos financeiros);
- 7.** Verificação do valor equivalente do Livro;
- 8.** Cálculo da variação de valor.

### **3.4.5.3 Aplicação**

- 1.** Intervalo de avaliação: 1 dia.

**Em 01/10/98:**

- 2.** Condições de Mercado:

---

<sup>13</sup> Esta sistemática proposta é usual para o gerenciamento de resultado de “portfolios” constituídos por ativos financeiros, ou ainda derivativos como futuros e “swaps”, todavia os passos mostrados são básicos, devendo o método ser adaptado de acordo com as características do Livro em análise (considerando as características dos contratos contidos no mesmo).

<sup>14</sup> A escolha da peridiocidade da avaliação deve considerar as características do mercado no qual se negocia. Usualmente tal análise é diária, fornecendo informações para a elaboração de relatórios gerenciais de resultados.

Ibovespa à vista	8.000 pontos
Taxa de Juros	25,0%
Volatilidade	40,0%

**3. Gregas:**

<b>Delta</b>	-100,73 contratos
<b>Gamma</b>	-0,1259 contratos <sup>2</sup>
<b>Vega</b>	-R\$ 23.606,76
<b>Theta</b>	R\$ 195,41
<b>Rho</b>	R\$ 20.098,35

**4. Valor do Livro: R\$ 10.759.601,38**

**Em 02/10/98:**

**5. Condições de Mercado:**

Ibovespa à vista	8.250 pontos
Taxa de Juros	35,0%
Volatilidade	38,0%

**6. Cálculo das componentes do preço:**

Grega	Exposição A	Variação B	Resultado <sup>15</sup> A * B
Delta	- 100,73 contratos	$\Delta S = +250$ pontos	(R\$ 75.547,50)
Gamma	- 0,1259 contratos <sup>2</sup> /2	$\Delta S^2 = 62.500$ pontos <sup>2</sup>	(R\$ 23.606,25)
Theta	+ 195,41 Reais	1 dia	R\$ 195,41
Rho	+ 20.098,35 Reais	+ 10,00%	R\$ 200.983,50
Vega	- 23.606,76 Reais	- 2,00%	R\$ 47.213,52
<b>Variação Total:</b>			<b>R\$ 149.238,68</b>

<sup>15</sup> Os procedimentos para conversão da exposição em cada uma das gregas são apresentados, de forma detalhada, na Introdução Teórica (Anexo 1).

7. Valor do Livro: R\$ 10.610.800,57 (este valor é a saída do próprio Livro)
8. Variação de valor: R\$ 147.800,81<sup>16</sup><sup>17</sup> (Valor em 01/10 menos valor em 02/10)

### 3.4.6 Controle de Risco

#### 3.4.6.1 Objetivos

Em termos genéricos, o Mecanismo de Controle de Risco tem como objetivo principal mensurar a susceptibilidade do Livro às oscilações de mercado, fornecendo subsídios para as tomadas de decisão referentes aos processos de gerenciamento e controle.

No nosso caso em específico, o Controle de Risco terá um papel mais extenso, abrangendo todas as atividades necessárias para o cumprimento dos objetivos do Livro, desde análises e tomadas de decisão, até a definição de ações preventivas e ou corretivas.

#### 3.4.6.2 Sistemática de Controle

A sistemática utilizada no gerenciamento do risco do Livro será análoga àquela aplicada a um Livro genérico. Neste sentido, os passos básicos a serem seguidos no gerenciamento de risco, sob uma abordagem genérica, serão:

1. Verificação das variáveis relevantes à análise (este tópico depende das características dos ativos componentes do Livro);
2. Determinação de intervalos e valores admissíveis para as variáveis em consideração;
3. Elaboração de testes e simulações, visando conhecer o comportamento do Livro sob diversas situações;
4. Detecção de pontos críticos, anormalidades e inadequação e valores;
5. Tomada de decisão;
6. Execução de ações preventivas e ou corretivas.

<sup>16</sup> Como o valor do Livro é na verdade um passivo, um resultado negativo na variação representa na verdade um ganho: neste caso, observamos o resultado já com o sinal trocado, representando o resultado efetivo.

<sup>17</sup> A diferença de R\$ 437,87 obtida pode ser atribuída à imprecisão mencionada na Introdução Teórica (Anexo 01), devida ao fato das componentes de maior ordem na Série de Taylor terem sido desprezadas.

No nosso caso em específico, como lidamos com opções, as variáveis a serem consideradas no Mecanismo serão as Medidas de Sensibilidade, sendo o tratamento individualizado, obtendo assim subsídios para as decisões de gerenciamento.

O conceito a ser utilizado na concepção deste Mecanismo será o de “Hedge Dinâmico” (vide Introdução Teórica – Anexo 1), principalmente devido a alguns fatores básicos:

- 1.** Dinâmica das alterações dos preços de mercado;
- 2.** Susceptibilidade a diversas variáveis, havendo a necessidade de um controle abrangente;
- 3.** Necessidade de flexibilização do mecanismo (mudanças estratégicas ou devidas à necessidade de adaptação).

Sendo assim, o Mecanismo de Controle de Risco em proposição deverá seguir os seguintes passos:

- 1.** Variáveis a serem monitoradas:

***Delta, Gamma, Vega, Theta, Rho***

- 2.** Determinação dos intervalos e valores admissíveis para as variáveis (no nosso caso, este tratamento será individualizado);
- 3.** Elaboração de testes e simulações, para cada uma das gregas;
- 4.** Detecção de pontos críticos e anormalidades (neste caso, o fator “adequação” também será considerado, servindo como referência para a qualificação das magnitudes observadas).
- 5.** Tomadas de decisão quanto às medidas a serem tomadas.
- 6.** Implementação das ações.

Apesar de proposto que a sistemática de controle apresentada seja aplicada individualmente às variáveis, a observação crítica das medidas tomadas é necessária, pois estas podem ter efeitos imprevistos<sup>18</sup>, comprometendo a eficiência do processo.

---

<sup>18</sup> Este cenário deve-se ao fato de que as medidas básicas consistirão em aquisição e venda de ativos financeiros. Assim, ao proceder as negociações necessárias para uma ação isolada, pode-se alterar a situação de outras gregas.

### 3.4.6.3 Conceitos Utilizados

A principal razão para o tratamento individualizado de cada uma das gregas é devida à diferenciação conceitual entre as mesmas: para cada uma delas, diferentes aspectos deverão ser observados na especificação do Mecanismo de Controle de Risco, exigindo diferentes abordagens e procedimentos.

Dentre as cinco derivadas, quatro delas poderão ser controladas diretamente, através de procedimentos usuais no mercado, como se segue:

- **Delta**: o “hedge” de Delta pode ser obtido com a contratação do valor equivalente em contratos do ativo objeto, ou ainda em opções equivalentes às constituintes da posição original;
- **Gamma**: por definição, o Delta de um ativo ou de um contrato futuro, é constante e unitário, sendo assim a sua derivada em relação ao preço do ativo no mercado à vista é igual a zero. Desta forma, o “hedge” da posição de Gamma será obtido somente através da contratação de opções, único ativo que possui esta grega;
- **Rho**: sob uma visão simplista, a exposição à oscilação da taxa de juros pode ser “hedgeada” através da contratação de um “swap” de taxa de juros, na qual o investidor assume uma posição oposta àquela do Livro, em termos de juros.
- **Vega**: dentre os derivativos disponíveis, o único cujo preço é dependente da volatilidade é a opção. Sendo assim, a negociação de opções sobre o ativo objeto da posição será necessária para o “hedge” da exposição em Vega.

Faltam assim mecanismos de “hedge” para Theta. Veremos a seguir a razão para tal situação:

- **Theta**: como visto, esta grandeza mede a sensibilidade do preço da opção em relação ao tempo. Sendo assim, não existe possibilidade de elaboração de um “hedge” de forma direta. Formas alternativas serão discutidas adiante.

### 3.4.6.4 Considerações acerca do controle de cada grega

Uma vez definidos os conceitos relativos a cada uma das gregas, deveremos aprofundar a análise com o objetivo de estabelecer a lógica do processo de controle, qualificando os pontos chave e os riscos potenciais.

Como vimos na Introdução Teórica (Anexo 01), a variação do valor de um “portfolio” de opções pode ser explicada através de suas derivadas (lembre que já utilizamos este conceito no Controle de Resultados), de acordo com a seguinte Série de Taylor:

$$\Delta\pi = \frac{\partial\pi}{\partial s} \Delta s + \frac{\partial\pi}{\partial t} \Delta t + \frac{\partial\pi}{\partial \sigma} \Delta \sigma + \frac{\partial\pi}{\partial r} \Delta r + \frac{1}{2} \frac{\partial^2\pi}{\partial S^2} + \dots$$

Aonde:

$$\frac{\partial\pi}{\partial S} = \Delta(\text{Delta}) \quad \frac{\partial\pi}{\partial t} = \theta(\text{Theta}) \quad \frac{\partial\pi}{\partial \sigma} = \nu(\text{Vega}) \quad \frac{\partial\pi}{\partial r} = \rho(\text{Rho}) \quad \frac{\partial^2\pi}{\partial S^2} = \Gamma(\text{Gamma})$$

- $\pi$ : Valor do Livro
- $S$ : Valor do ativo objeto no mercado à vista
- $t$ : Tempo
- $\sigma$ : Volatilidade
- $r$ : Taxa de Juros

Dentre as componentes da variação, observamos que os resultados devidos a Delta e Rho podem ser devidamente neutralizados através de prática usuais de mercado (leia-se contratação de ativos no mercado à vista, e contratação de “swap” de taxas de juros, respectivamente). Julgamos então que, uma vez implementadas estas medidas, as exposições em Delta e Rho não representarão riscos para os propósitos do Livro.

Nossas preocupações com relação ao controle, deverão assim estar voltadas para as demais gregas, cujos procedimentos não são triviais e exigem, portanto, um tratamento mais refinado e cuidadoso.

Primeiramente observemos a situação de Vega: como vimos, a volatilidade representa a medida de incerteza do Modelo de Black & Scholes. Neste contexto, verificamos que duas variáveis são relevantes nesta análise:

- **Volatilidade:** que é a própria medida de dispersão, representando a incerteza com relação ao valor esperado do ativo no vencimento da opção, influenciando diretamente na formação do preço do derivativo.
- **Tempo:** o tempo age diretamente sobre a incerteza em questão. Podemos perceber, mesmo intuitivamente, que a incerteza com relação ao resultado de uma opção diminui à medida que o vencimento se aproxima.

Observamos que o controle de Vega tem grandes chances de ser ineficaz se não incluir as variáveis volatilidade e tempo de forma simultânea. Assim, como vimos, o ferramental para a neutralização da exposição nesta grega será a contratação de opções: na escolha destas opções está a chave deste controle.

A fim de observar os comportamentos de Gamma e Theta, vejamos a seguinte situação: tomando um “portfolio” em suas exposições em Delta e Rho devidamente neutralizadas, e um período de referência no qual a volatilidade se manteve constante, a variação no valor deste pode ser explicada pela seguinte expressão:

$$\Delta P = \theta + \frac{\Gamma(\Delta S)^2}{2}$$

Aonde:

- $\Delta P$  : variação do valor da posição;
- $\theta$  : Theta
- $\Gamma$  : Gamma
- $\Delta S$ : Variação do preço do ativo

Tomemos ainda uma situação na qual a variação do valor do “portfolio” é nula: observamos que assim, Gamma e Theta, **têm sinais contrários** (o que é verdade qualquer que seja a situação) e, igualmente importante, **têm a mesma magnitude**.

Como vimos, Theta representa a sensibilidade do preço da opção em relação ao tempo, logo, não há instrumento para fazer o “hedge” de forma direta. Concluímos que “hedge” de Theta será indireto, consequente das medidas tomadas para o controle de Gamma.

Gamma, por sua vez, é uma grega cujo controle adequado é vital para a eficácia do Mecanismo: uma vez que representa a segunda derivada do preço da opção em relação ao preço do ativo, traduz, de certa forma, a “aceleração” do movimento deste preço. Em outras palavras: representa a sensibilidade do Delta (primeira derivada) em relação ao preço do ativo. O controle

de Gamma deve ser observado com atenção por esta ser uma variável “potencializadora” da variação do valor do “portfolio” (lembre que a parcela da variação devida a Gamma é proporcional ao quadrado da variação do preço do ativo). Além disso, o controle sobre de Delta pode ser comprometido em situações de Gamma elevado, pois sua sensibilidade em relação ao preço do ativo estará alta (Delta pode sofrer alterações bruscas em curtos intervalos de tempo, expondo o “portfolio” a sérios riscos).

O objetivo do controle sobre Gamma (e Theta, por conseguinte), deverá ser a eliminação de regiões críticas, as quais possam ser potenciais problemas para o controle de Delta, além de deixar a sua magnitude em patamares compatíveis com as variações admissíveis. Desta forma, concluímos que o controle sobre Gamma deve, de alguma forma, prever problemas de forma antecipada, fornecendo subsídios para a tomada de ações preventivas.

#### **3.4.6.5 Definição de critérios e ferramentas de controle**

Diante das análises realizadas no item anterior, verificamos que o controle sobre as gregas pode ser dividido em dois grupos distintos:

- **Delta e Rho**: como vimos, estas gregas podem ser controladas através da observação de uma única variável (preço do ativo e taxa de juros, respectivamente);
- **Vega e Gamma (Theta)**: o controle destas gregas depende de uma observação mais refinada, olhando para a interação entre duas variáveis (no caso do Vega), e para o comportamento futuro (no caso do Gamma).

Conforme definido, o Mecanismo de Controle de Risco deverá tomar como referência uma perda admissível para o valor do Livro (equivalente ao valor adicional acrescido aos custos das opções). Como o objetivo do controle será a manutenção de seu valor, estabeleceremos também um limitante para os ganhos (para simplificação, equivalente à perda admissível). Temos então um valor esperado para o ativo, e um intervalo de variação, ambos para o período de um ano (estabelecendo uma analogia a uma distribuição probabilística, temos a média e o desvio padrão). Todavia, o controle deverá ser exercido diariamente. Precisaremos, portanto, determinar esta variação em termos diários a fim desta ser utilizada como referência na decisão de implementar o controle.

Utilizaremos nesta conversão, a premissa de que as variações diárias do valor do Livro são independentes do passado (em caso de eventos independentes, posso somar variâncias). Desta forma, podemos determinar que:

$$V_d = \frac{V_a}{\sqrt{252}}$$

Aonde:

- $V_d$ : variação admissível diária;
- $V_a$ : variação admissível anual;
- 252: número de dias úteis do ano.

Desta forma, o atingimento desta variação admissível para um dia será o critério para a decisão de implementar as ações estabelecidas para o Controle de Riscos. Deverá ser observada a variação geral do valor do Livro, e uma vez determinada a intervenção, todas as gregas deverão ser verificadas , a fim de terem suas exposições neutralizadas. Um aspecto importante a ser considerado é a questão da neutralidade “perfeita”: nem sempre será possível obter o “zero” na exposição total devido, basicamente, à impossibilidade de implementação das ações de forma ideal. Determinaremos então uma faixa de variação na qual estaremos confortáveis com os níveis de exposição: esta faixa será equivalente a uma parcela da variação total admissível, e terá o nome de “Zona de Conforto”.

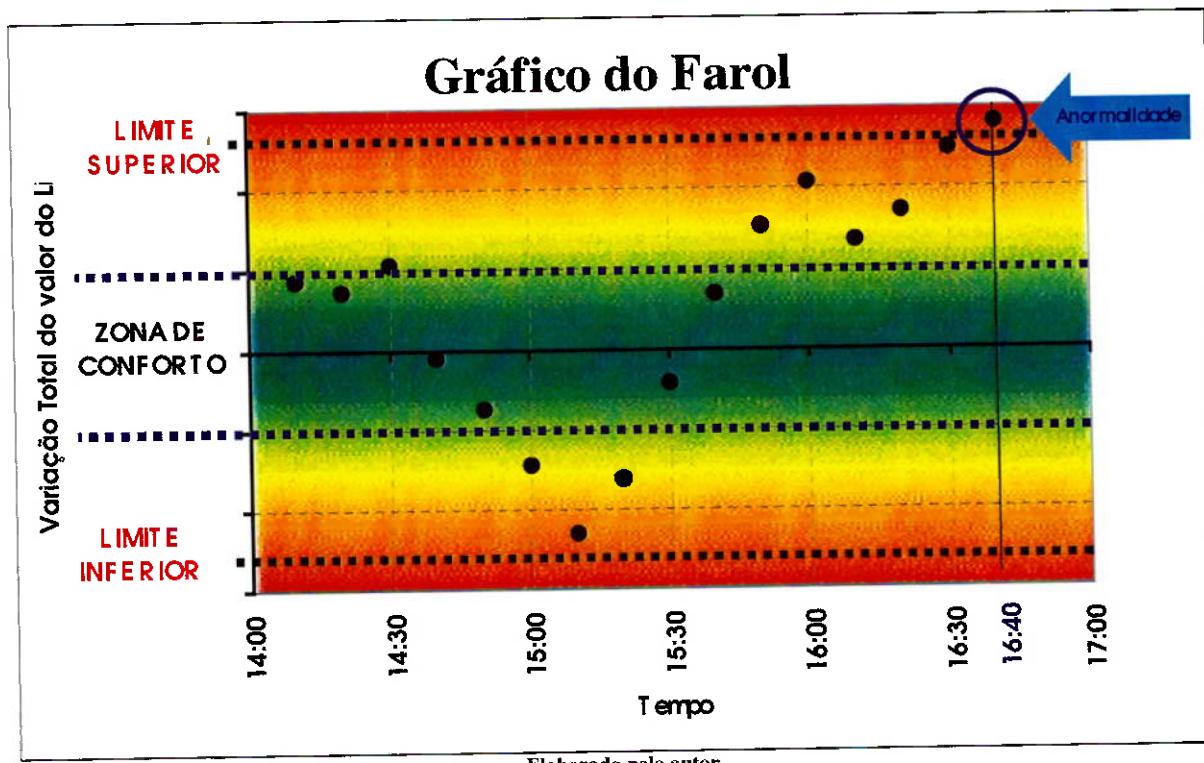
Para o acompanhamento do valor da variação total utilizaremos o conceito de Gráfico de Controle: esta ferramenta usualmente é construída a partir de ferramentas estatísticas acerca da variável a ser controlada, todavia, encontramos no meio industrial uma adaptação deste conceito: o “Gráfico do Farol”. As diferenças se dão nos seguintes aspectos:

- Limits: são estabelecidos de forma arbitrária. No nosso caso, o limite superior (e inferior) será a variação máxima admissível. Além deste, estabeleceremos um limite intermediário, o qual indicará a “Zona de Conforto”;
- Discretização: a aplicação desta adaptação geralmente é feita em processos contínuos, através da discretização das variáveis. No nosso processo, também contínuo, a discretização será conseguida através da amostragem em intervalos previamente definidos;

- **Cores:** a utilização de cores (vermelho, amarelo e verde) é um recurso visual, que visa facilitar a identificação de pontos inadequados, ressaltando a necessidade de ações corretivas.

Apresentaremos a seguir um exemplo desta ferramenta:

Gráfico 3.1 – Gráfico do Farol

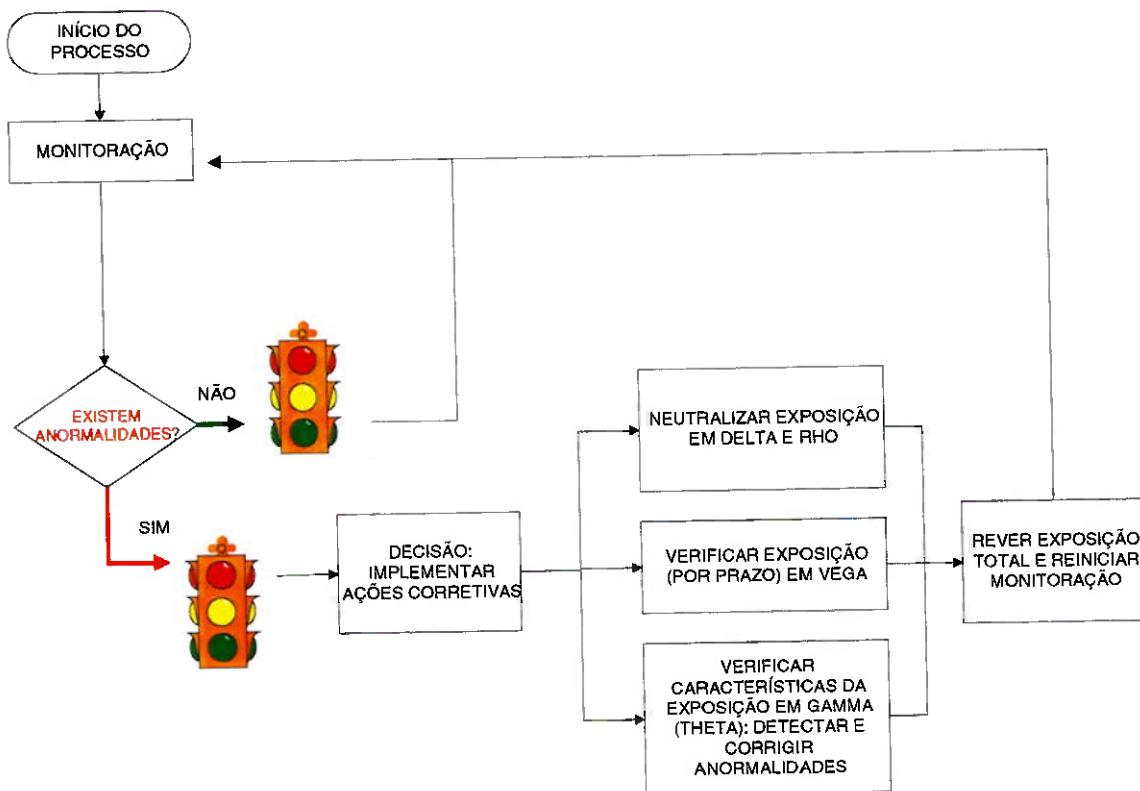


Nesta situação, foi detectada uma inadequação na variação total do valor do Livro (sempre calculada em relação ao valor no início do dia em questão). Desta forma, com esta informação, toma-se a decisão de implementar as ações devidas para trazer a exposição para a neutralidade (ou, no mínimo, para a “Zona de Conforto”).

Os mecanismos de controle serão discutidos a seguir: a lógica utilizada nesta apresentação será a discussão individual de cada um dos mecanismos (apresentaremos a sistemática, os conceitos e uma exemplificação), para a seguir apresentarmos uma verificação do funcionamento do mecanismo (verificaremos o comportamento do Livro em um período hipotético, sob diferentes graus de intervenção).

De forma geral, podemos dizer que os mecanismos seguirão a lógica mostrada no fluxograma a seguir, todavia algumas diferenciações aparecerão, sendo evidenciadas no respectivo texto.

Figura 3.2 – Fluxograma de Atividades – Mecanismo de Controle



- Elaborado pelo autor -

### 3.4.6.6 Gerenciamento da exposição em Delta

#### Conceitos utilizados - Estratégia de Delta neutro

A grega Delta mede a sensibilidade do valor de um contrato de opção em relação às oscilações no preço do ativo objeto no mercado à vista. Desta forma, caso pudéssemos obter uma posição neutra nesta derivada, a posição teoricamente teria seu valor insensível às oscilações de mercado.

A lógica deste método, que é bastante conhecido no mercado financeiro, é o cálculo da exposição em Delta da posição como um todo. Este cálculo é de execução simples, bastando realizar a somatória dos valores individuais de cada uma das opções, sendo o resultado final o representativo do Livro. Esta somatória na verdade deve ser feita de forma ponderada, respeitando a dimensão de cada uma das posições componentes. Para tanto, basta calcular-se a exposição em Delta já em contratos do ativo objeto; agindo deste modo, estaremos considerando

as características específicas de cada uma das posições e calculando o valor equivalente de forma correta.

Uma vez calculado este valor equivalente, bastará buscar uma operação que neutralize esta situação, podendo-se comprar ou vender contratos do ativo subjacente, ou ainda mesmo opções, que possuam exposição em Delta equivalente.

Em termos práticos, a negociação de contratos do ativo em questão é mais usual, devido a aspectos como liquidez e adequação das alternativas disponíveis no mercado.

### ***Tomada de decisão***

O ponto chave no gerenciamento do risco em Delta é representado pela escolha adequada do momento em que a exposição existente será neutralizada. Neste sentido, o gestor deverá estabelecer critérios para esta tomada de decisão. Em linhas gerais, podemos dizer que os principais pontos a serem observados são:

1. O valor financeiro da exposição;
2. As características do movimento do mercado;
3. A percepção de uma oportunidade de aposta direcional.

Dentre os tópicos relacionados, o gestor poderá utilizar o primeiro de forma objetiva, estabelecendo parâmetros numéricos para os intervalos, além de haver a possibilidade da utilização de ferramental de gerenciamento.

No nosso caso, observamos a decisão pela implementação de ações corretivas no tocante à exposição em Delta será determinada pelo dispositivo de controle da variação do valor do Livro: uma vez detectada a anormalidade em questão, o estruturador deverá analisar a situação desta grega.

Apresentaremos a seguir uma situação na qual existiu a necessidade de correção, e o estruturador deverá proceder o “Delta Hedge”.

### ***Aplicação***

#### **Em 01/10/98:**

No instante em que a anormalidade foi detectada, observávamos a seguinte situação no Livro:

Figura 3.3 – Livro de Opções – Controle de Delta



Observamos que na situação proposta acima, a posição equivalente em Delta é de **+27,32** contratos, ou seja, o Livro assumiu uma posição “comprada” em Delta nesta quantidade de contratos. Qual o significado deste número? Neste cenário, a posição do Livro é equivalente a uma “posição comprada” em 27,32 contratos do ativo objeto. Como nosso propósito inicial é a manutenção de uma posição neutra, a fim de mantermos o valor dos ativos componentes do Livro, devemos procurar anular esta exposição.

No nosso caso, o ativo subjacente é o Ibovespa, temos neste caso duas alternativas:

1. Utilizar o próprio ativo<sup>19 20</sup>;
2. Utilizar opções com exposição em Delta equivalente.

### **UTILIZANDO O PRÓPRIO ATIVO**

O procedimento neste caso é a VENDA de “27,32 carteiras” equivalentes ao Ibovespa, anulando a exposição indesejada e conferindo o perfil pretendido para o risco do livro.

<sup>19</sup> Como visto na Introdução Teórica, o Ibovespa consiste em uma carteira teórica aonde participam uma série de ativos, em diferentes quantidades. Desta forma, a montagem desta carteira exigiria uma série de operações, ficando comprometidos fatores como a agilidade requerida para o processo.

<sup>20</sup> Uma alternativa usualmente adotada é a utilização de contratos futuros sobre o mesmo índice, todavia esta medida resulta em alterações em termos de taxas de juros.

Figura 3.4 – Livro de Opções – “Delta Hedge” com ativos

Dados da Operação											Saídas do Modelo de Precificação					
Contra parte	Cód.	Call (0) Put(1)	Ínicio	Veto	Prazo	Strike	Clos	PC	Notional	Prêmio	Preço	Delta	Gamma	Veja	Theta	Rho
A																
B																

  
**0,00**

- Elaborado pelo autor -

Obtemos assim a neutralidade pretendida para a grega, atendendo aos propósitos previamente estabelecidos.

### UTILIZANDO OPÇÕES

O objetivo neste trabalho é a escolha de um contrato de opção cuja exposição em Delta seja conveniente para a neutralização da exposição do Livro. Os problemas neste caso podem ser resumidos em:

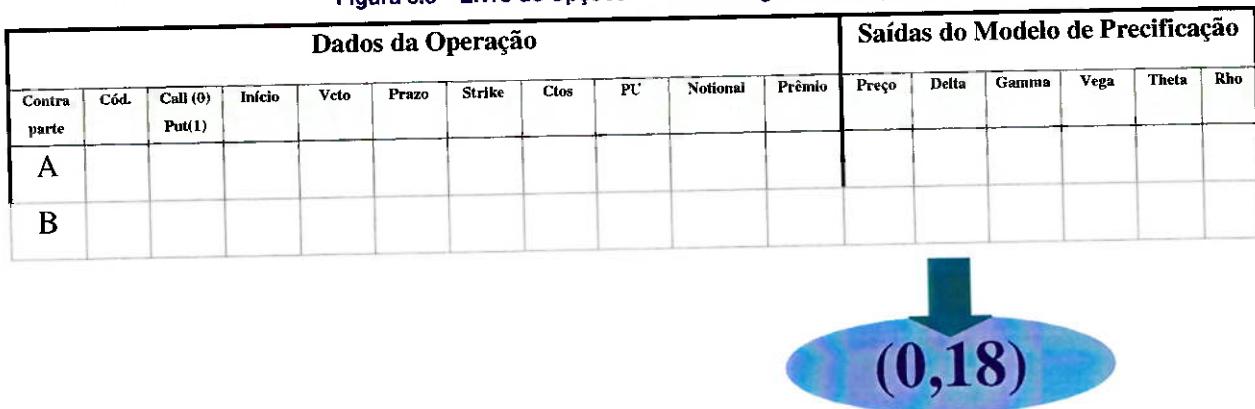
1. Disponibilidade de opções convenientes no mercado;
2. As opções disponíveis podem ser convenientes com relação a Delta, mas impróprias para o Livro com relação às demais gregas.

Exemplificando:

- Opção escolhida:
  - **Tipo:** Opção de Compra
  - **Ativo:** Ibovespa Futuro
  - **Strike:** 8.688 pontos
  - **Prazo:** 90 dias
  - **Delta:** 0,50
  - **Volume:** 55 contratos
  - **Delta Equivalente:** 27,50 contratos

Procedimento: venda de 55 contratos da opção referida.

Figura 3.5 – Livro de Opções – “Delta Hedge” com opções



- Elaborado pelo autor -

### *Considerações acerca do Mecanismo*

A neutralidade perfeita, digamos, Delta exatamente nulo, é uma condição de difícil satisfação: algumas práticas de mercado determinam estas dificuldades:

1. A montagem da carteira equivalente ao Ibovespa exige uma série de negócios, com uma série de ativos, comprometendo aspectos como agilidade e custos operacionais;
2. Usualmente utilizam-se contratos futuros ao invés de montar-se a carteira, todavia este procedimento tem influência direta sobre a variável Taxa de Juros;
3. Com opções há a possibilidade de maior precisão na neutralização do Delta, todavia as restrições relacionadas usualmente inviabilizam este procedimento, sendo a utilização de futuros muito mais comum.

#### **3.4.6.7 Gerenciando posições em Rho**

##### *Conceitos utilizados*

Como vimos, de acordo com o modelo de Black&Scholes, a taxa de juros é um dos fatores considerados na precificação de uma opção. Desta forma, devemos estabelecer um mecanismo para a proteção do Livro contra as oscilações nestas taxas.

O conceito principal a ser considerado neste caso é que as opções de compra aumentam de valor com o aumento das taxas de juros, enquanto as opções de venda têm seu valor diminuído no mesmo cenário (devido ao aumento no valor esperado do ativo). Assumindo uma

posição COMPRADA em opções de compra, há ganho financeiro na lata das taxas de juros; se a posição em questão for VENDIDA, há perda (e o oposto em caso de queda nas taxas de juros)<sup>21</sup>.

### **Mecanismo de controle**

Como no caso do Delta, a decisão pela implementação de ações corretivas no tocante à exposição em Rho será determinada pelo dispositivo de controle da variação do valor do Livro: uma vez detectada a anormalidade em questão, o estruturador deverá analisar a situação desta grega.

Precisamos buscar um derivativo para neutralizar esta exposição: encontramos no mercado financeiro um instrumento largamente utilizado denominado “SWAP” (do inglês, troca). Utilizando este recurso, pode-se ter proteção contra as oscilações nos juros, através da contratação de uma operação exatamente oposta à equivalente do Livro.

Apresentaremos a seguir uma situação na qual existiu a necessidade de correção, e o estruturador deverá proceder o “Rho Hedge”.

### **Aplicação**

#### **Em 01/10/98:**

No instante em que a anormalidade foi detectada, observávamos a seguinte situação no Livro:

**Figura 3.6 – Livro de Opções – Controle de Rho**

Dados da Operação											Saídas do Modelo de Precificação						
Contra parte	Cód.	Call (0)	Put(1)	Início	Veto	Prazo	Strike	Ctos	PC	Notional	Prêmio	Preço	Delta	Gamma	Vega	Theta	Rho
A																	
B																	

- Elaborado pelo autor -

Observa-se que o valor total das posições é de R\$10.759.601,38 e que uma aumento de 1% nas taxas de juros ocasiona um aumento de R\$20.098,35 no valor total (ao passo que uma redução de 1%, implica em uma redução no mesmo valor). A fim de obter a neutralidade na

<sup>21</sup> A análise para o caso de opções de venda é análoga.

exposição a taxas de juros, pode-se contratar um “swap” de taxas de juros (pré-fixada contra flutuante). Observamos que a taxa pré-fixada de referência deve ser a taxa média de financiamento dos ativos. Com o objetivo de adequar o volume e o prazo do “swap”, deveremos utilizar o conceito de “duration<sup>22</sup>” do Livro.

Para o cálculo dos parâmetros necessários para a especificação do “swap” necessário, deveremos realizar os seguintes procedimentos:

1. Levar o valor financeiro inicial da operação (total em prêmios pago pelo cliente) até a data de seu vencimento utilizando a mesma taxa de juros utilizada na especificação;
2. Trazer a valor presente (até a data de análise) utilizando a taxa de juros corrente;
3. Calcular o produto entre o valor presente obtido e o número de dias a decorrer da operação em questão;
4. Realizar o mesmo procedimento para todas as operações;
5. Somar os valores obtidos em (2), obtendo assim o volume do “swap” em consideração;
6. Somar os valores obtidos em (3);
7. Calcular o quociente entre os valores obtidos em (6) e (5), obtendo assim o “duration”, ou melhor, o prazo do “swap” desejado.

No nosso caso, teríamos, em 01/10/98:

➤ **Taxas de Juros corrente:** 27,50% ao ano;

**Tabela 3.16 – Controle de Rho – Cálculo do “Duration”**

Cliente	Total recebido em prêmios	Taxa utilizada na previsão	Vencimento	Tempo remanescente A	Valor presente B	A*B
A	\$ 1.000.002,00	25,00%	28/02/99	150	\$ 1.010.399,91	\$ 151.559.986,24
B	\$ 1.500.000,00	25,00%	30/12/98	90	\$ 1.520.607,23	\$ 136.854.650,53
C	\$ 1.000.128,00	25,00%	02/03/99	152	\$ 1.009.164,23	\$ 153.392.962,78
D	\$ 1.200.021,00	25,00%	03/12/98	63	\$ 1.216.051,78	\$ 76.611.262,01
E	\$ 2.000.022,00	25,00%	15/11/98	45	\$ 2.028.747,52	\$ 91.293.638,49
F	\$ 1.000.014,00	25,00%	07/12/98	67	\$ 1.010.641,12	\$ 67.712.955,23
G	\$ 1.500.008,00	25,00%	08/01/99	99	\$ 1.511.402,60	\$ 149.628.857,24
H	\$ 1.800.063,00	25,00%	10/12/98	70	\$ 1.815.512,90	\$ 127.085.903,01
					\$ 11.122.527,29	\$ 954.140.215,51
					<b>Duration:</b>	<b>86</b>

- Elaborado pelo autor -

<sup>22</sup> HULL, J.C., Introdução aos mercados futuros e de opções, BM&F, 1996. (vide Introdução Teórica – Anexo 01).

Desta forma, o “swap” a ser contratado, a fim de neutralizar a exposição em Rho, será:

### **SWAP de Taxas de Juros (início em 01/10/98)**

- Livro fica ATIVO em taxa pré-fixada: 27,50% (360 dias)
- Livro fica PASSIVO em taxa flutuante: CDI
- Valor total da operação: R\$ 11.122.527,29
- Prazo: 86 dias

Em termos práticos, o Livro deve sofrer alterações constantemente, sendo assim, a exposição a Rho deve ser reavaliada periodicamente. Outro aspecto a ser levantado é o prazo: as taxas de juros variam conforme o prazo de aplicação, exigindo um trabalho extra no sentido de adequar o mecanismo de controle às necessidades de proteção.

#### **3.4.6.8 Gerenciando posições em Vega**

##### **Conceitos utilizados**

A volatilidade é o quinto fator considerado na precificação: como visto, este termo é uma medida da incerteza do mercado. Desta forma, nosso mecanismo de controle deve abranger também este aspecto, de forma a neutralizar a exposição do Livro a esta variável.

Um conceito importante a ser observado na concepção deste mecanismo é a influência do Vega no valor de um contrato de opções:

**Tabela 3.17 – Forma de relacionamento: volatilidade e preços**

Volatilidade	Nível de incerteza	Valor da Opção
↓	↓	↓
↑	↑	↑

- Elaborado pelo autor -

Paralelamente consideraremos o prazo como fator de grande relevância nesta análise. Sendo assim, o controle proposto deverá abranger estas duas variáveis: VOLATILIDADE e PRAZO.

### Mecanismo de controle

Diferentemente dos Mecanismos de Delta e Rho, a análise de Vega necessita da consideração de **duas** variáveis: a volatilidade e o prazo. Neste sentido, quando o Mecanismo de Controle identificar uma variação total inadequada, devendo o controle de Vega (inclusive) ser iniciado, as exposições na grega deverão ser agrupadas por prazo (de acordo com seu vencimento).

Apresentaremos a seguir uma situação na qual existiu a necessidade de correção, e o estruturador deverá proceder o “Vega Hedge”.

### Aplicação

#### Em 01/10/98:

No instante em que a anormalidade foi detectada, observávamos a seguinte situação no Livro:

Dados da Operação												Saídas do Modelo de Precificação					
Contra parte	Cód.	Call (0)	Put(1)	Início	Veto	Prazo	Strike	Ctos	PU	Notional	Prêmio	Preço	Delta	Gamma	Vega	Theta	Rho
A																	
B																	



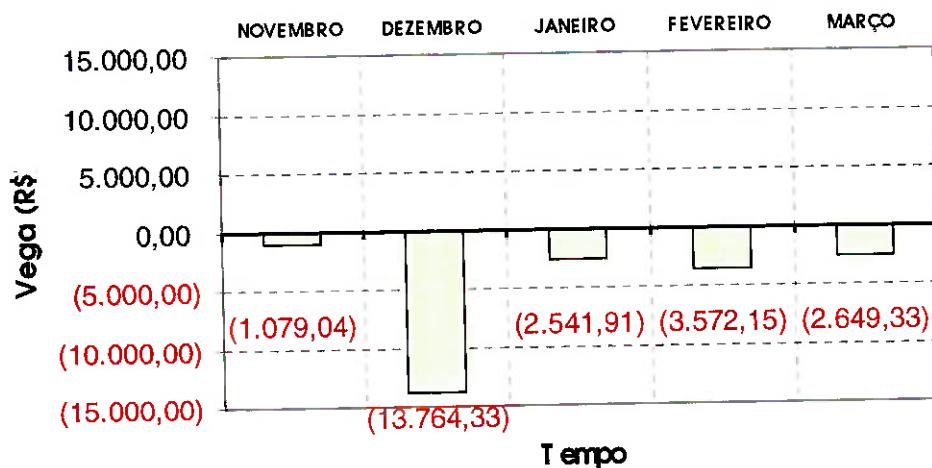
- Elaborado pelo autor -

Observando a situação atual do Livro, vemos que sua exposição a Vega é de **-23.606,76** Reais, ou seja, a posição tem seu valor diminuído nesta taxa para cada acréscimo de 1% nos níveis de volatilidade. A sua distribuição em relação aos prazos de vencimento deve ser considerada neste momento da análise, a fim de qualificar a exposição verificada.

Visualizaremos a seguir a distribuição em questão, utilizando mês de vencimento das operações como referência para o agrupamento (lembre que o Vega é tão maior quanto o prazo a decorrer até o vencimento).

Gráfico 3.2 – Exposição em Vega

### Exposição em Vega (por prazo)



- Elaborado pelo autor -

- Como vimos, dentre os derivativos disponíveis, os contratos de opções são os únicos sensíveis à volatilidade (ou que têm Vega). Desta forma, a negociação destes contratos será o instrumento para a implementação do controle em proposição;
- A escolha das opções a negociar deverá basear-se nas características e dimensões da exposição, assim como o prazo em consideração. No nosso caso temos:

Mês	Operações a vencer
Novembro/98	E
Dezembro/98	B, D, F e H
Janeiro/99	G
Fevereiro/99	A
Março/99	C

- Elaborado pelo autor -

- A título ilustrativo, iremos procurar minimizar a exposição em Vega para Dezembro de 98: observemos que esta maior magnitude deve-se à concentração de operações com vencimentos de neste mês (B, D, F e G). Como vimos, a exposição em Vega para este mês é de: **-13.764,33 Reais**

- Deveremos escolher opções que visem neutralizar este efeito: como temos uma posição negativa na grega, deveremos COMPRAR opções. Observemos o seguinte contrato de Opção:
  - **Tipo:** Opção de Compra
  - **Início:** 01/10/98
  - **Vencimento:** 30/12/98
  - “**Strike**”: 9.000 pontos
  - **Vega:** 15,76 pontos (R\$ 47,28 por contrato)
- Ao adquirirmos 290 contratos da opção acima (**Vega total: R\$13.711,20**), estaremos reduzindo a exposição de Dezembro para **-53,13 Reais**, minimizando a exposição crítica

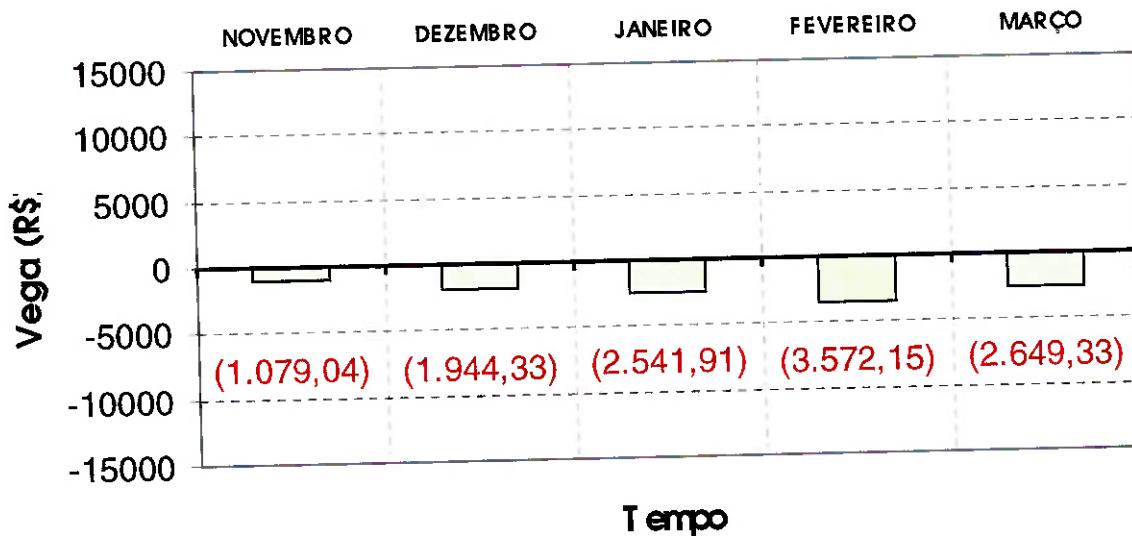
*Observamos que a neutralidade, tratada como objetivo nos demais Mecanismos de Controle, inclusive neste, não é condição “sine qua non” para o bom funcionamento destes: como vimos, o objetivo final do Mecanismo de Controle será trazer o valor da variação total do valor do Livro para, no mínimo, a Zona de Conforto. Desta forma, eventuais diferenças com relação à neutralidade (como neste caso) deverão ser analisadas de acordo com seu papel na formação da variação total. No caso do exemplo em específico, a análise deverá atentar para as disparidades (como feito no exemplo), para depois partir para o ajuste fino, já considerando a contribuição desta grega na anormalidade (da variação total) detectada.*

- O perfil do Vega do Livro, após a implementação, pode ser descrito da seguinte forma:

Gráfico 3.2 – Exposição em Veja (após ações corretivas)

## Exposição em Vega (por prazo)

*Após correção*



- Elaborado pelo autor -

### Avaliação dos Resultados / Comentários

- O mecanismo de controle proposto para a exposição em Vega é um dos de mais difícil implementação dentre os apresentados, dado que a anulação da exposição equivalente do Livro não é suficiente, devendo haver um trabalho extra na qualificação do risco, segmentando por prazos;
- O fato de haver exposição na grega pode servir como forma de ganho financeiro: caso haja a percepção de um mercado volátil no futuro, pode ser interessante assumir uma posição positiva em Vega; caso preveja-se um mercado estabilizado, com movimentos de pequenas amplitudes, pode ser interessante uma posição contrária (Vega negativo).

#### 3.4.6.9 Gerenciando posições em Gamma e Theta

##### Conceitos utilizados

A grega Gamma mede a sensibilidade do Delta de um contrato de opção em relação às oscilações no preço do ativo objeto no mercado à vista, sendo a segunda derivada do preço da opção em relação ao preço do ativo. Desta forma, conhecer a exposição em Gamma de uma posição de opções significa uma melhor sensibilidade do comportamento do Delta mediante as

oscilações de mercado. Assim, o conhecimento e monitoração do Gamma pode trazer algumas vantagens. A saber:

1. Evitar imprevistos em casos de movimentos desfavoráveis do Delta;
2. Eliminar pontos críticos do Livro com antecedência;
3. Ter subsídios para posicionamento estratégico frente às oscilações de mercado.

Já a grega Theta mede a sensibilidade do valor do contrato de opção em relação ao tempo a decorrer até o vencimento da operação.

Voltando à discussão do mecanismo de controle, observamos que faz-se pertinente uma decisão estratégica no tocante ao perfil do Livro em sua exposição em Gamma e Theta. Os principais pontos desta decisão são:

1. Como são duas grandezas de **sinais opostos**, ganhos em uma delas significa necessariamente perda na outra, na **mesma magnitude**;
2. Uma estratégia de **Gamma positivo (comprado)**, implica que nas operações de neutralização do Delta, os contratos do ativo objeto serão:
  - Comprados na baixa do mercado;
  - Vendidos na alta do mercado.
 Observa-se que esta estratégia possibilita ganhos financeiros nas operações de ajuste do mecanismo de controle;
3. Uma estratégia de Theta positivo implica que o valor da posição (baseada apenas em opções convencionais) diminuirá com o tempo, à medida que se aproximam as datas de vencimento das opções constituintes.

Vemos que o Controle de Gamma-Theta deverá ter como preocupações principais:

- Eliminar pontos críticos, aonde o Gamma tenha grandes dimensões, os quais podem causar problemas no gerenciamento de Delta, dada a alta sensibilidade que este passa a ter em relação aos movimentos de mercado, nestes pontos em específico;
- Minimizar, de forma geral, a magnitude das grandezas (Gamma e Theta), objetivando diminuir a sensibilidade do valor do Livro em relação ao tempo e ao preço do ativo.

*No primeiro ponto levantado acima está uma das chaves para a negociação em Mercados de Volatilidade: ao assumir posições de maior expressão, o gestor estará apostando nas*

*características do movimento do mercado. Por exemplo: pode ser interessante assumir uma posição positiva em Gamma se há perspectiva de um mercado bastante volátil, pois nestas condições, os ganhos nesta grega compensam as perdas com Theta. Todavia, este tipo de análise, aqui presente apenas a título ilustrativo, vai além dos propósitos deste trabalho.*

Deveremos então propor um mecanismo que possibilite estudar o comportamento de Gamma no futuro. Como o Gamma do Livro é, na verdade, uma função discreta de suas variáveis, poderíamos fazer este estudo através de simulações. Tomando o tempo e o preço do ativo no mercado à vista como variáveis, fixando as demais (volatilidade e taxas de juros, além da própria composição do Livro), podemos fazer diversas combinações, realizando, de maneira informal, o mapeamento da Função Gamma do Livro.

Neste sentido, procuraremos estudar o Perfil de Gamma do Livro, tentando propor uma ferramenta prática além de procedimentos para sua montagem, manuseio e análise.

#### ***Mecanismo de Controle – Perfil de Gamma***

O “**Perfil de Gamma**” será utilizado como este ferramental de controle pretendido. Seu conceito será o de mapeamento da “Função Gamma-Equivalente”, ou seja, dado o Livro de opções existente, serão realizadas uma série de simulações variando-se o valor do ativo no mercado à vista e o tempo decorrido, obtendo assim um gráfico tridimensional ilustrando o comportamento desta variável.

Primeiramente deveremos descrever a Função pretendida: assim como realizado com o delta, ela será representada pela somatória das posições em Gamma de cada uma das opções constituintes do Livro. Consideraremos também que as posições individuais deverão ser calculadas em contratos, considerando as características de cada posição na somatória (assim como feito no estudo do Delta).

Os passos a serem seguidos na construção do Mecanismo serão:

#### **FASE 1 – Montagem da Tabela**

1. Toma-se o valor do ativo objeto como referência;
2. Estabelece-se uma faixa de variação para este valor, para cima e para baixo, preferencialmente em termos percentuais;
3. Toma-se a data corrente como referência;

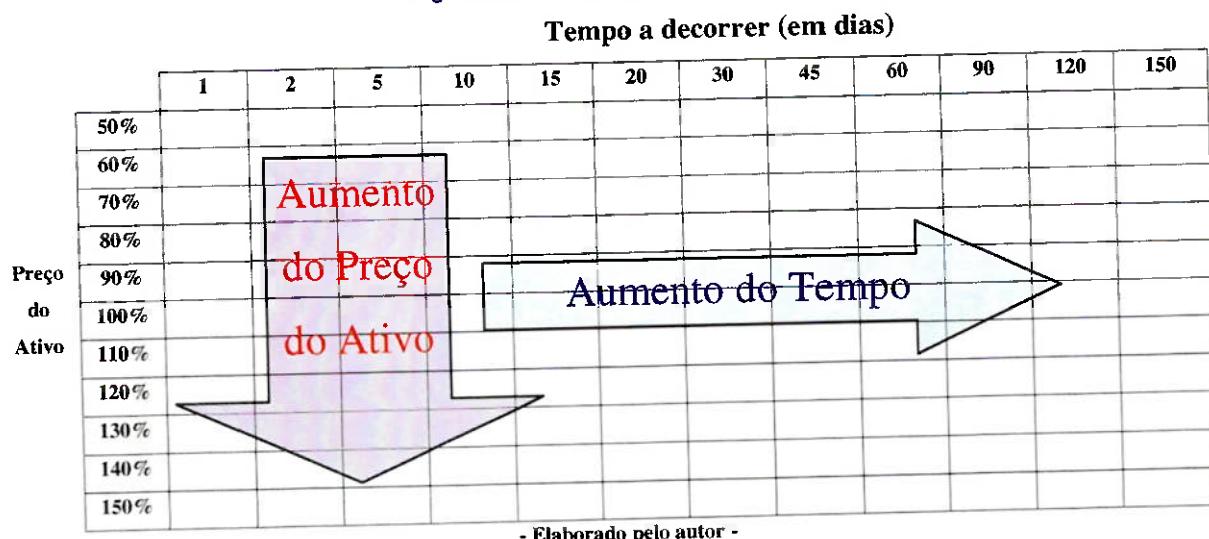
4. Estabelece-se uma série de prazos, em dias, a serem acrescidos à data inicial, estabelecendo uma série de prazos a serem observados;

### **FASE 2 – Mapeamento da Função Gamma**

5. Calcula-se o valor do Gamma equivalente para cada um dos pares (Preço e Data) obtidos, fixando-se as demais variáveis;
6. Elaboram-se gráficos Bi e Tridimensionais baseados na tabela obtida com o mapeamento da função (item 5);

Definidos os passos, devemos passar à montagem propriamente do Perfil (**FASE 1**). Uma sugestão para o formato da tabela base será mostrada a seguir. Observe que os valores mostrados são apenas ilustrativos, devendo ser escolhidos de acordo com as necessidades de observação.

**Figura 3.8 – Perfil de Gamma - Esquema**



A terceira fase deste processo é mais qualitativa que as demais: seu objetivo será a análise do comportamento do Gamma do Livro em função do tempo e do preço do ativo no mercado à vista. Finalizada esta análise, deverão ser definidas e implementadas medidas, a fim de reavaliar-se o novo perfil obtido.

### **FASE 3 – Análise do Perfil**

7. Tomam-se a tabela e os gráficos elaborados;
8. Examinam-se os mesmos, verificando a existência de pontos críticos, ou de comportamentos indesejáveis;

9. Analisam-se as causas das anormalidades detectadas;
10. Definem-se as medidas a serem tomadas;
11. Implementam-se estas ações (preventivas e/ou corretivas);
12. Refaz-se o processo, verificando a eficácia das ações implementadas.

### *Aplicação*

Dada a seguinte situação:

- Data: 02/10/1998
- Ibovespa à vista: 8.000 pontos
- Volatilidade<sup>23</sup>: 40,0%
- Taxa de Juros: 25,0%

Observamos a seguinte situação no Livro:

Figura 3.9 – Livro de Opções – Controle de Gamma

Dados da Operação												Saídas do Modelo de Precificação				
Contra parte	Cód.	Call (0) Put(1)	Ínicio	Veto	Prazo	Strike	Ctos	PU	Notional	Prêmio	Preço	Delta	Gamma	Vega	Theta	Rho
A																
B																



- Elaborado pelo autor -

Ou seja, a exposição Gamma equivalente do Livro é de **-12,65** contratos: isto significa que uma mexida de 1% no preço do ativo objeto implica em uma alteração de 12,65 contratos na posição de Delta. Como o sinal é negativo, um **aumento** de 1% no ativo, significa uma queda de **12,65 contratos** no Delta.

Passaremos então à montagem do Mecanismo de Controle:

<sup>23</sup> Adotamos neste exemplo a hipótese de volatilidade constante ao longo do tempo.

**FASE 1 – Montagem da Tabela**

- 1. Ativo Objeto (Valor de Referência):** 8.000 pontos;
- 2. Faixa de Variação:** de 50 a 150% do valor de referência;
- 3. Data de Referência:** 02/10/98;
- 4. Série de Prazos:** números de dias a serem acrescidos à referência (1, 2, 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 e 200 dias).

**FASE 2 – Mapeamento da Função Gamma**

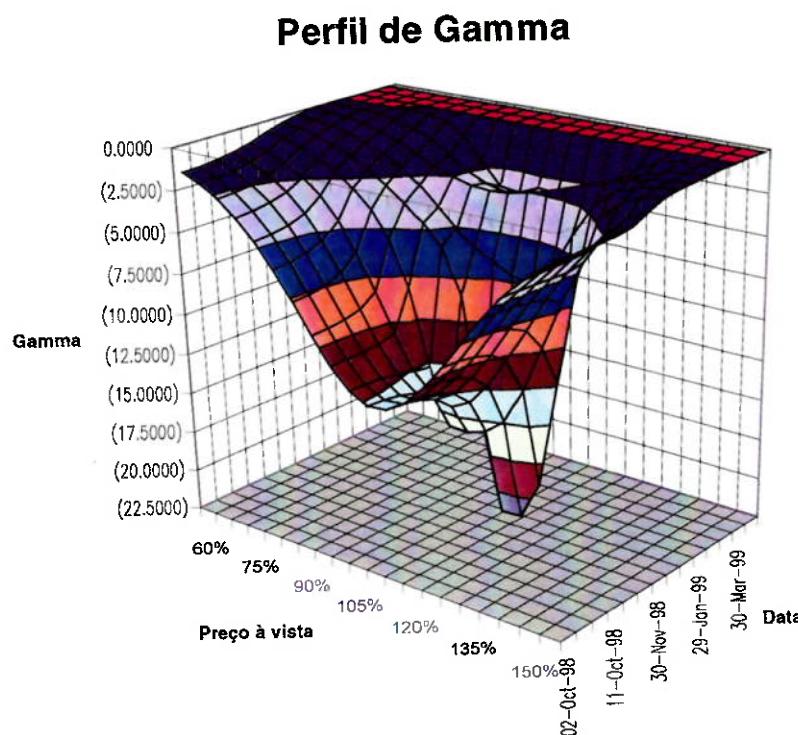
- 5. Cálculo da Função Gamma Equivalente para cada um dos pares ordenados;**
- 6. Elaboração dos Gráficos Tridimensionais.**

**Dados de Mercado**

- Taxa de juros: 25% (360 dias)
- Volatilidade: 40% (360 dias)

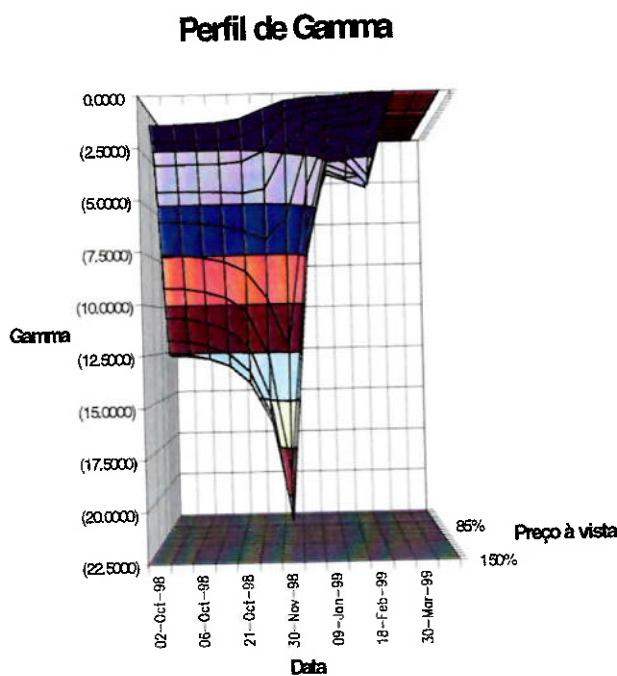
De posse da tabela construída passaremos à construção dos gráficos representativos da Função Gamma. Serão eles:

Gráfico 3.4 – Perfil de Gamma - Perspectiva



- Elaborado pelo autor -

Gráfico 3.5 – Perfil de Gamma - Perspectiva



- Elaborado pelo autor -

### **FASE 3 – Análise do Perfil**

## **Análise dos resultados**

- Livro tem como característica assumir uma posição vendida em opções (lembre que o equivalente de cada uma das estruturas constituintes é uma venda de opções), sendo assim, era esperado que o Gamma equivalente fosse negativo em toda a sua extensão;
- Observaram-se zonas aonde a magnitude do Gamma é bastante acentuada, caminhando rapidamente em direção a um ponto mínimo, para em seguida mudar o sentido de seu comportamento, caminhando rapidamente para os máximos do gráfico;
- Os problemas detectados dizem respeito à amplitude de variação, e também à forma desta: variações muito bruscas podem dificultar o gerenciamento de risco em situações específicas (em certos valores, a “aceleração” da variação do Delta será grande, sendo complicada a implementação do Controle de Risco de Delta de forma ágil e eficaz).

## **Identificação das anormalidades**

- A região crítica detectada localiza-se em um intervalo de 40 a 80 dias a partir da data de referência, em uma faixa de 0 a 20% de aumento no preço do ativo;
- A razão para esta anormalidade é devida a uma concentração de operações com vencimentos nesse intervalo (lembre que o Gamma de uma opção convencional assume seus maiores valores em duas condições: em datas próximas ao vencimento, e para preços do ativo próximos ao preço de exercício – neste ponto, em específico, a sensibilidade do Delta às variações do preço do ativo é máxima, sendo o Delta, no vencimento, 0 ou 1).
- Apresentaremos a seguir uma sistemática para identificação das operações críticas:
  1. Tome um região considerada crítica, estabelecendo os intervalos de variação do tempo e do preço do ativo aonde esta se situa;
  2. Procure no Livro, dentre as estruturas inseridas, aquelas que vencem no intervalo de consideração;
  3. Dentre as estruturas identificadas em (2), determine aquelas cujo preço de exercício se situa na região crítica;
  4. Monte uma tabela com as operações “incompatíveis”.

No nosso caso, observamos a seguinte situação:

Preços de Exercício	Datas				
	25/11/98	27/11/98	30/11/98	02/12/98	05/12/98
8.400	D e H	D e H	D e H	D e H	-
8.800	D, F e H	D, F e H	D, F e H	D e H	H
9.200	F e H	F e H	F e H	F e H	F e H
9.600	F e H	F e H	F e H	F e H	F e H

- Elaborado pelo autor -

- Operações identificadas como críticas:

Cliente	Participação	Preço de Referência	Vencimento	Volume
D	“Subida”	8.644 pontos	03/12/98	52 ctos
F	“Subida”	9.600 pontos	07/12/98	132 ctos
H	“Subida”	9.193 pontos	10/12/98	102 ctos

- Elaborado pelo autor -

## Ações Corretivas

- Nosso objetivo deverá ser a correção da anormalidade detectada, para tanto deveremos minimizar a concentração de Gammas negativos na região;
- Como vimos, a venda de opções convencionais implica em exposição negativa em Gamma, sendo assim, deveremos comprar opções do mesmo tipo para anulação do efeito detectado (lembre que o contrato de opção é o único derivativo que possui Gamma).
- O processo de escolha destas opções deve ser criterioso, pois escolhas inadequadas podem agravar ainda mais os problemas detectados. Em termos simples:
  - Pontos muito **NEGATIVOS**: necessidade de **COMPRA** de opções;
  - Pontos muito **POSITIVOS**: necessidade de **VENDA** de opções.
- A escolha de prazo e preço de exercício deve condizer com a região crítica.

*Note que este trabalho envolve a conciliação de uma série de variáveis objetivando a eliminação de pontos críticos. Apesar de ser evidente que a modelagem do problema pode melhorar a qualidade dos resultados finais, é consenso de mercado que a escolha baseada em testes empíricos tem relação custo-benefício compensadora, já que permite maior flexibilização e agilidade na operacionalização das correções.*

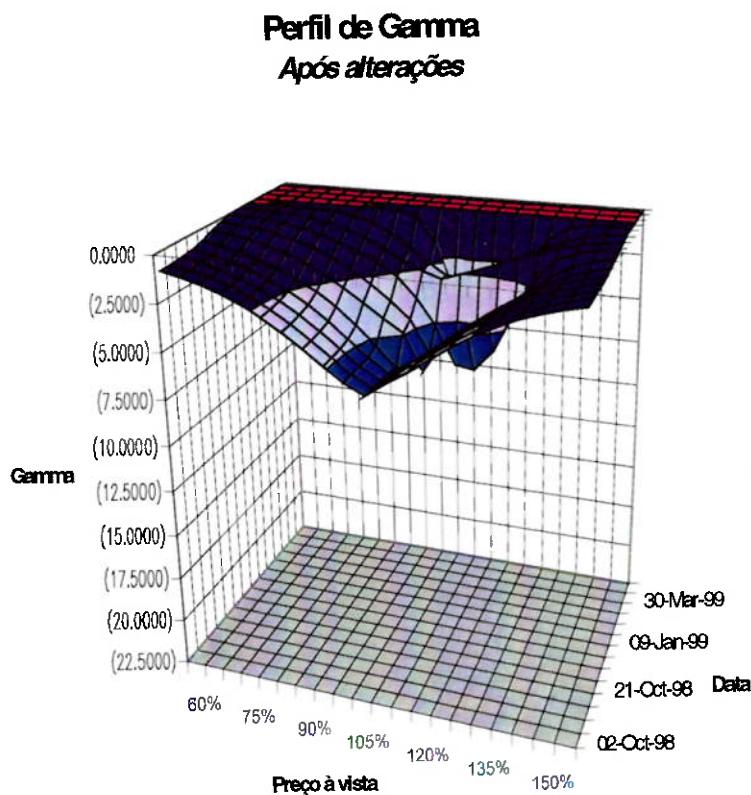
- A escolha de opções para neutralização dos pontos críticos deve observar os seguintes aspectos:
  - **Vencimento:** a opção “corretiva” deve ter seu vencimento inserido na região crítica;
  - **Preço de exercício:** a opção “corretiva” deve ter seu preço de exercício inserido na região crítica;
  - **Volume:** (em termos de contratos) deve ser condizente com a exposição em Gamma existente no Livro. Julgamos que a forma mais prática seja a determinação empírica, tendo como referência inicial o volume da operações críticas detectadas.
- Correções das operações críticas:

Operação Crítica	Tipo da Opção	“Strike”	Vencimento	“Notional”
D	CALL	8.650 ptos	03/12/98	52 ctos
F	CALL	9.600 ptos	07/12/98	132 ctos
H	CALL	9.200 ptos	10/12/98	102 ctos

- Elaborado pelo autor -

Com a implementação das operações relacionadas, o perfil da Função Gamma no Livro pode ser descrita desta forma:

Gráfico 3.6 – Perfil de Gamma - Perspectiva



- Elaborado pelo autor -

## Análise dos Resultados / Comentários

- Verificamos que, com a implementação das operações sugeridas o mecanismo de controle do Gamma foi eficaz, ou seja: ao observar-se o comportamento desta variável inicialmente, verificou-se que existiam pontos críticos os quais poderiam causar problemas ao gerenciamento de risco do Livro. Com a análise, obtiveram-se subsídios para a tomada de decisão com relação às medidas preventivas, verificando-se a eficácia das mesmas em seguida;
- Da mesma forma que o processo serviu para a eliminação de pontos críticos, mas ainda permanecendo o Livro com Gamma negativo em toda a sua extensão, poderíamos implementar uma mudança de estratégia, com a obtenção de regiões com valores positivos (e consequentemente Thetas negativos). Tem-se então em mãos uma poderosa ferramenta de gestão de Livro de Opções, que possibilita prever

movimentos e situações, no intuito de prover um controle sobre estas oscilações, minimizando riscos e exposição a fatores externos;

### **3.4.6.10      Verificação da eficácia do Controle de Risco**

Como observamos no item referente ao Mecanismo de Controle de Resultados, a situação hipotética proposta resultava em uma variação favorável para o Livro. A saber:

<b>Data:</b>	<b>02/10/98</b>
<b>Valor do Livro:</b>	<b>R\$ 10.610.800,57</b>
<b>Resultado Financeiro:</b>	<b>R\$ 147.800,81</b>

Apresentaremos aqui uma outra situação: utilizaremos o Mecanismo proposto para neutralizar as exposições em Delta e Rho, objetivando medir a eficácia da sistemática proposta.

1. **Neutralização da Exposição em Delta:** na situação proposta, observávamos uma exposição de **-100,73** contratos, ou seja, a posição do Livro era equivalente a uma venda desta quantidade de contratos do ativo objeto. Para neutralizar esta exposição, devemos adquirir no mercado esta quantidade do ativo. Para efeito de simplificação, assumiremos a aquisição de todos os ativos componentes da carteira do Ibovespa, havendo ainda a possibilidade de obtenção de lotes fracionários. Assumiremos então Delta nulo.
2. **Neutralização da Exposição em Rho:** na situação proposta, observávamos uma exposição de R\$20.098,35, ou seja, em caso de uma subida de 1% na taxa de juros flutuante, o Livro ganha esta quantia em seu valor (este ganho é devido ao fato de que a taxa utilizada para especificar os ativos componentes do Livro é pré-fixada, sendo esta taxa considerada como seu custo de financiamento: caso as taxas subam, os ativos ganham valor e o Livro ganha; se as taxas caem, o Livro perde valor). A fim de neutralizar esta exposição devemos entrar em uma operação de “swap” de taxas de juros. Os procedimentos para sua especificação deverão observar, como vimos, as taxas de juros correntes, a fim de determinarmos o prazo (“duration”) e seu volume.

Taxa de Juros corrente (02/10/98): 27,50% ao ano.

Cliente	Total recebido em prêmios	Taxa utilizada na precificação	Vencimento	Tempo remanescente A	Valor presente B	A * B
A	\$ 1,000,002.00	25.00%	02/28/99	150	\$ 1,010,399.91	\$ 151,559,986.24
B	\$ 1,500,000.00	25.00%	12/30/98	90	\$ 1,520,607.23	\$ 136,854,650.53
C	\$ 1,000,128.00	25.00%	03/02/99	152	\$ 1,009,164.23	\$ 153,392,962.78
D	\$ 1,200,021.00	25.00%	12/03/98	63	\$ 1,216,051.78	\$ 76,611,262.01
E	\$ 2,000,022.00	25.00%	11/15/98	45	\$ 2,028,747.52	\$ 91,293,638.49
F	\$ 1,000,014.00	25.00%	12/07/98	67	\$ 1,010,641.12	\$ 67,712,955.23
G	\$ 1,500,003.00	25.00%	01/08/99	99	\$ 1,511,402.60	\$ 149,628,857.24
H	\$ 1,800,063.00	25.00%	12/10/98	70	\$ 1,815,512.90	\$ 127,085,903.01
					\$ 11,122,527.29	\$ 954,140,215.51
					Duration:	86

Temos assim:

### SWAP de Taxas de Juros

- Livro fica ATIVO em taxa pré-fixada: 27,50% (360 dias)
- Livro fica PASSIVO em taxa flutuante: CDI
- Valor total da operação: R\$ 11.122.527,29
- Prazo: 86 dias

### Em 02/10/98:

#### 1. Condições de Mercado:

Ibovespa à vista	8.250 pontos
Taxa de Juros	35,0%
Volatilidade	38,0%

**2.** Cálculo das componentes do preço:

Grega	Exposição A	Variação B	Resultado <sup>24</sup> A * B
Delta	-	$\Delta S = +250$ pontos	-
Gamma	- 0,1259 contratos	$\Delta S^2 = 62.500$ pontos <sup>2</sup>	(R\$ 23.606,25)
Theta	+ 195,41 Reais	1 dia	R\$ 195,41
Rho	-	+ 10,00%	-
Vega	- 23.606,76 Reais	- 2,00%	R\$ 47.213,52
<b>Variação Total:</b>			<b>R\$ 23.802,68</b>

**3.** Valor do Livro: R\$ 10.735.858,57

**4.** Variação de valor: R\$ 23.743,21<sup>25</sup>

Em resumo, obtivemos:

Situação	Valor do Livro em 02/10	Variação Total
SEM utilização do Mecanismo de Controle de Risco	R\$ 10.610.800,57	R\$ 147.800,81
COM utilização do Mecanismo de Controle de Risco	R\$ 10.735.858,57	R\$ 23.743,21

*Observamos que com a utilização do Mecanismo de Controle de Risco, o valor do Livro fica menos sensível às variáveis de mercado. Assim, utilizando este artifício, podemos viabilizar o propósito inicial de manutenção dos valores. Observamos ainda que, neste exemplo, observamos variações expressivas nas componentes não protegidas: caso houvessemos estendido o Controle a estas variáveis, a magnitude da variação final seria ainda menor e, consequentemente, de melhor qualidade. Fica evidente neste exemplo o caráter dinâmico que*

<sup>24</sup> Os procedimentos para conversão da exposição em cada uma das gregas são apresentados, de forma detalhada, na Introdução Teórica (Anexo 1).

<sup>25</sup> A diferença de R\$ 59,47 obtida pode ser atribuída à imprecisão mencionada na Introdução Teórica (devida ao fato das componentes de maior ordem na Série de Taylor terem sido desprezadas).

*este Mecanismo de Controle possui: são cinco variáveis em contínua alteração, que interagem entre si, sendo necessário um processo de monitoramento também contínuo.*

### 3.4.7 Análise crítica do mecanismo de controle

**Com relação ao Controle de Resultados, podemos avaliar que:**

- Apesar de ser conceitualmente simples, baseando tão somente na comparação entre valores obtidos em intervalos consecutivos, a introdução do conceito de Medidas de Sensibilidade na qualificação do resultado tem importantes resultados: uma vez conhecendo as componentes formadoras da variação observada, o estruturador terá subsídios para detectar problemas e anormalidades, podendo interferir de forma direta no processo. Sua intervenção não precisa ser restrita à detecção de anormalidades, pois, uma vez conhecido a sensibilidade em relação a cada variável, o estruturador poderá assumir posições de forma estratégica, visando auferir lucros com as oscilações de mercado (todavia, neste caso estaria fugindo aos objetivos do Livro com relação aos resultados);
- A variação de resultados medida por este Mecanismo serviu como referência para a tomada de decisão de se implementar o Controle de Risco (lembre do gráfico de controle sugerido), todavia, uma melhoria pode ser implementada neste sentido: ao invés de estabelecer um valor financeiro para a variação total (situação na qual, a princípio, não haverá preocupação com a composição da mesma), poderíamos sugerir limites individuais para cada uma das gregas. Esta medida deve envolver conceitos que fogem ao escopo deste trabalho, tais como análises específicas de risco de mercado, questões relativas a crédito, além de questões estratégicas.

**Com relação ao Controle de Riscos, podemos avaliar que:**

- O conceito básico utilizado na concepção do Mecanismo de Controle de Riscos foi a observação e controle das Medidas de Sensibilidade (ou gregas). De acordo com o proposto, uma vez detectada uma anormalidade, o estruturador deveria verificar a situação de cada grega, e caso fossem identificadas anormalidades, este deveria realizar uma série de procedimentos no sentido de neutralizar estas exposições. Esta claramente é uma análise individual, o que serviu de embasamento para a proposta deste trabalho, que pretende ser metodológico.

- No sentido de sofisticar esta análise, o estruturador deverá olhar para o problema sob outra dimensão: o que temos, na verdade, é um problema de cinco dimensões (uma relativa a cada grega), que se interrelacionam entre si. Observaremos a seguir uma tabela na qual procuraremos relacionar as variáveis, e seus efeitos, duas a duas:

Tabela 3.18 – Relacionamento bi-dimensional das Medidas de Sensibilidade

	<b>Delta</b>	<b>Gamma</b>	<b>Vega</b>	<b>Theta</b>	<b>Rho</b>
<b>Delta</b>	“Posição Comprada”: Delta>0 “Posição Vendida”: Delta<0	Gamma>0: ganho \$ no “Delta Hedge”, perda \$ com “Time Decay” Gamma<0: perda \$ no “Delta Hedge”, ganho \$ com “Time Decay”			
<b>Gamma</b>	Gamma>0: ganho \$ no “Delta Hedge”, perda \$ com “Time Decay” Gamma<0: perda \$ no “Delta Hedge”, ganho \$ com “Time Decay”	“Posição Comprada”: Gamma>0 “Posição Vendida”: Gamma<0		Gamma>0, Theta<0 Gamma<0, Theta>0	
<b>Vega</b>			“Posição Comprada”: Vega>0 “Posição Vendida”: Vega<0		
<b>Theta</b>		Gamma>0, Theta<0 Gamma<0, Theta>0		“Posição Comprada”: Theta<0 “Posição Vendida”: Theta>0	
<b>Rho</b>					“Posição Comprada”: Rho>0 “Posição Vendida”: Rho<0

- Elaborado pelo autor -

- Com a análise apresentada na tabela acima, podemos ter uma percepção inicial da dimensão do problema, que é de mais difícil solução que possa aparentar: nesta situação já identificamos problemas de conciliação de informações incompatíveis, tal como o relacionamento entre Gamma e Theta. Neste sentido, podemos caminhar no sentido de soluções baseadas em premissas tanto qualitativas, quanto quantitativas, surgindo problemas de otimização das soluções quando nos deparamos com questões de **“objetivos conflitantes”**.
- Avaliamos que a solução aqui proposta foi satisfatória e condizente com os propósitos do trabalho, todavia, o estruturador que deseje um maior grau de sofisticação (e

consequente acurácia de seus resultados), deverá caminhar no sentido de aumentar o número de dimensões em sua análise.

# Capítulo 4

# Considerações Finais

---

Neste capítulo serão analisados os resultados obtidos com a proposta de trabalho: procuraremos apontar os pontos fortes e fracos da análise, ressaltando os problemas e virtudes da metodologia proposta. Neste momento de análise, os tópicos componentes da sistemática serão abordados individualmente, no intuito de enfatizar os resultados específicos obtidos. Finalmente, serão apresentadas considerações acerca da adequação do desenvolvimento aos propósitos iniciais, visando destacar o perfil pretendido e o papel do autor na consecução deste.

## 4.1 Resultados Obtidos

O presente trabalho contribuiu na sistematização das atividades inerentes ao desenvolvimento e controle de produtos financeiros estruturados, de perfil “Taylor Made”, uma vez que esta atividade, de importante expressão no mercado de investimentos, é caracterizada pelo baixo índice de aplicação de técnicas e procedimentos específicos.

Julgamos que a separação da análise quanto ao tipo de ferramental utilizado (qualitativo e quantitativo) foi essencial na caracterização do processo como uma atividades estruturada e sistemática.

Analisaremos, então, os três tópicos componentes do trabalho (Momentos Qualitativo e Quantitativo, além do produto propriamente dito), assim como os resultados obtidos em cada um deles.

### **MOMENTO QUALITATIVO**

O fato da idéia do produto ser sido previamente concebida, ligada ao fato de existir um produto análogo no mercado, restringiu a proposta a basear-se na melhoria do conceito, e acabou por conferir à Análise Mercadológica em papel secundário, tendo esta sido tratada de forma superficial e rápida, passando-se rapidamente à estruturação do produto.

Esta segunda parcela foi a maior contribuição do Momento Qualitativo: utilizou-se conceitos de Análise de Projetos para a identificação das variáveis e estruturação do problema, além de conceitos de Pesquisa Operacional na modelagem do problema. O mais importante é que se procurou descrever o processo através de passos, sempre enfatizando o caráter metodológico da proposta.

### **MOMENTO QUANTITATIVO**

Nesta parcela do trabalho residiu, indubitavelmente, a sua grande contribuição: pudemos aplicar conceitos de Engenharia de Produção de uma forma clara e objetiva, sempre enxergando a questão como um processo, que para efeitos de análise, diferiu de uma realidade industrial apenas em seu sentido físico, sendo a lógica e a essência mantidas.

Primeiramente lançamos mão de conceitos de Pesquisa Operacional para a modelagem e solução de um problema de otimização, aonde buscamos maximizar o desempenho das estruturas através da conciliação das variáveis componentes. Em seguida utilizamos conceitos de Controle de Processos e Manutenção para propor uma sistemática de controle e gerenciamento para o

produto. O ponto alto desta segunda parte foi, ao nosso ver, a visão de processo utilizada durante toda a análise, sempre aliada à tentativa de manutenção caráter metodológico pretendido.

## **O PRODUTO**

O produto, apesar de consistir o objetivo final do trabalho teve, ao final de seu desenvolvimento, sucesso no tocante aos seus objetivos previamente estipulados. A saber:

- ❖ **Flexibilidade**: conseguida através da utilização das preferências do investidor, de forma efetiva, no processo de estruturação;
- ❖ **Tributação**: uma vez que a estrutura será constituída apenas por opções, será tributada como um instrumento de Renda Variável (em termos atuais: 10%, sobre o ganho financeiros, contra 20%, dos instrumentos de Renda Fixa);
- ❖ **Liquidez**: sendo a estrutura constituída por opções, basta que o estruturador recompre as mesmas do cliente para que a operação possa ser encerrada (desde que sejam observadas as recomendações da BM&F no tocante aos prazos mínimos) Temos grande flexibilidade neste sentido, contra a rigidez dos resgates restritos aos “aniversários” dos FPP’s.

### **4.2 Conclusão**

O objetivo final do presente trabalho era a proposição de uma metodologia para desenvolvimento e controle de produtos financeiros estruturados, de perfil “Taylor Made”. Desta forma, o fator crítico de sucesso para esta metodologia seria a generalização dos procedimentos sugeridos, uma vez que estes deveriam ser aplicados para diversos produtos diferentes entre si.

Paralelamente à proposta de sistematizar as atividades, objetivamos a utilização de conceitos de Engenharia de Produção, especialmente no tocante ao desenvolvimento propriamente dito (aonde utilizamos conceitos de Projeto de Produto, Estudos de Viabilidade e Análises Mercadológicas), e à proposição de um mecanismo para controle de resultados e riscos (aonde desenvolvemos um ferramental de monitoração baseado em técnicas quantitativas). Nesta segunda parte do processo aplicamos conceitos de Controle de Processos, Pesquisa Operacional, Qualidade e Manutenção.

Julgamos que a decisão por segregar o processo de análise em dois momentos (qualitativo e quantitativo) foi feliz, conferindo um caráter estruturado ao mesmo. Pudemos identificar os pontos críticos e, observando o processo sob uma visão abrangente, acabamos por sugerir

procedimentos e seqüências operacionais, sempre observando o aspecto metodológico e visando propor soluções genéricas ao estruturador.

O papel do autor, como mencionado no início, foi estudar o processo em questão, aplicando conceitos de Engenharia de Produção no intuito de conferir ao trabalho o caráter metodológico pretendido.

Por fim, gostaríamos de ressaltar dois pontos importantes na análise:

- ❖ Reforçando o sugerido no início do trabalho, a qualidade deste não deverá ser medida pelos ganhos financeiros, os quais poderiam ser originados pela comercialização do produto desenvolvido, ou ainda pelas técnicas de controle propostas: o objetivo deste concerne a proposição de uma sistemática para o desenvolvimento e controle dos produtos em questão, através do uso de ferramental qualitativo e quantitativo comum ao meio da Engenharia de Produção;
- ❖ Apesar de não ter sido o cerne da proposta, o produto desenvolvido apresenta grande potencial de comercialização, uma vez que ocupa um nicho de mercado com certa expressividade, oferecendo fortes vantagens comparativas em relação aos produtos similares já existentes.

## 5 Bibliografia

BACK, N. Metodologia de projeto do produto industrial, Rio de Janeiro, Guanabara, 1983.

CANTIZANI, A. Projetos Industriais I. São Paulo, s. ed., 1998. (Notas de aula)

CORREA, H.L. & GIANESI, I.S.N. Administração estratégica de serviços: operações para satisfação do cliente. São Paulo, Atlas, 1994.

COSTA NETO, P. L. Estatística, São Paulo, Edgard Blücher, 1977.

EHRLICH, P.J. Engenharia econômica: avaliação e seleção de projetos de investimento. São Paulo, Atlas, 1989.

FORTUNA, E. Mercado Financeiro: produtos e serviços. Rio de Janeiro, Qualitymark, 1994.

GURGEL, F.A. Projeto do Produto. São Paulo, s. ed., 1997. (Notas de aula)

HULL, J.C. Introdução aos mercados futuros e de opções. 2. ed., São Paulo, BM&F, 1996.

HULL, J.C. Options, futures and other derivatives securities. Englewood Cliffs, N. J., Prentice Hall, 1993.

ISHIKAWA, K. Controle de qualidade total: à maneira japonesa. Rio de Janeiro, Campus, 1993.

MARTINS, E. Contabilidade de custos. 2 ed. São Paulo, Atlas, 1982.

MONTEZANO, R. Introdução aos mercados futuros de índices de ações. São Paulo, BM&F/IBMEC, 1987.

NATENBERG, S. Option volatility and pricing. Chicago, Probus, 1994.

PLONSKI, G. Projetos Industriais II. São Paulo, s. ed., 1998. (Notas de aula)

PORTER, M.E. Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Campus, 1991.

RIBEIRO, A.R. Projeto de desenvolvimento e implantação de uma família de produtos de investimento. São Paulo, 1996, 138 p. Trabalho de Formatura - Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SILVA NETO, L.A. Derivativos: definições, emprego e risco. São Paulo, Atlas, 1998.

SLACK, N. Vantagem competitiva em manufatura. São Paulo, Atlas, 1993.

TOMPKINS, R. Options Analysis: a state-of-the-art guide to options pricing, trading and portfolio applications. London, Macmillan, 1994.

VAZ, J.C. Manutenção. São Paulo, s. ed., 1997. (Notas de aula)

WOILER, S. & MATHIAS, W.F. Projetos: Planejamento, elaboração e análise. São Paulo, Atlas, 1994.

WONNACOTT, P. & WONNACOTT, R. & CRUSIUS, Y. & CRUSIUS, C. Introdução à economia. Rio de Janeiro, McGraw-Hill, 1985.

# Anexos

---

## 6 Anexo 01 – Introdução teórica

### 6.1 Mercado Financeiro no Brasil

Antes de abordar os conceitos técnicos utilizados na estruturação proposta, achamos por bem apresentar uma breve discussão sobre as características do Mercado Financeiro brasileiro na atualidade.

Observamos que este mercado está basicamente dividido em duas modalidades:

- **Mercado de pregão**: são os mercados de Bolsa de Valores, aonde são usualmente negociados ativos financeiros como ações e derivativos (futuros, “swaps” e opções). A característica básica deste mercado é que os negócios são realizados no pregão, sendo monitorados e controlados pelas autoridades competentes. Há ainda controle sobre os parâmetros e volumes dos negócios. No Brasil temos hoje na Bovespa (Bolsa de Valores de São Paulo) e na BM&F (Bolsa de Mercadorias e Futuros) os maiores centros deste mercado.
- **Mercado de balcão**: o mercado de balcão, em sua síntese, consiste um sistema aonde as partes negociam entre si, diretamente, estabelecendo contratos bilaterais para o registro dos negócios. Esta modalidade é usual no mercado norte-americano, todavia, aparece no Brasil em configuração diferente da apresentada: o Banco Central do Brasil, através de resolução específica (Res. 2.138, 1994), determinou a existência deste mercado, todavia exigiu o registro das operações junto a órgãos específicos: desta forma, o caráter de independência do Mercado de Balcão no Brasil perde um pouco de seu sentido. Hoje observamos que os principais negócios neste mercado consistem em operações de “swaps” e opções flexíveis, ambos regulamentados e com seu procedimento de registro especificado.

### 6.2 Mercado de Derivativos

Segundo Hull<sup>26</sup>, os derivativos “são títulos cujos valores dependem dos valores de outras variáveis mais básicas”. Como principais representantes destes títulos, temos: os futuros, os “swaps”, e por fim, as opções. Ainda em sua obra, Hull destaca o papel dos bancos de

<sup>26</sup> HULL, J.C. Introdução aos mercados futuros e de opções, BM&F, 1996

investimento no desenvolvimento deste mercado, ressaltando que o aspecto relativo ao atendimento às necessidades dos clientes, vêm incentivando o desenvolvimento de tecnologias sobre produtos derivativos.

Os derivativos têm como característica básica a flexibilidade, uma vez que não necessariamente envolvem a negociação “física” dos ativos. Neste sentido, seu maior apelo tem sido a possibilidade de criação e de adaptação dos conceitos de acordo com novas realidades e necessidades. Assim, o conhecimento dos conceitos técnicos relativos a este mercado, aliado à sensibilidade de identificação de necessidades, pode ser uma grande vantagem competitiva<sup>27</sup> para o detentor destas habilidades que, apesar de estar negociando em um mercado cada vez mais saturado, tem um grande diferencial a oferecer à sua clientela.

Em termos de mercado brasileiro: temos, como apresentado acima, um mercado de balcão atípico (funcionando mediante registro em órgãos competentes), todavia este veículo é bastante importante para o mercado de derivativos: temos basicamente contratos de “swaps” (via Cetip<sup>28</sup> e BM&F<sup>29</sup>) e opções flexíveis (via BM&F). Observamos ainda a negociação de derivativos no mercado de pregão: neste caso, temos opções sobre ações (Bovespa<sup>30</sup>), além de futuros, “swaps” e opções (na BM&F).

Apresentaremos a seguir uma breve discussão dos mercados de futuros, “swaps” e de opções.

## 6.2.1 Mercado Futuro

### 6.2.1.1 Conceitos Básicos

Segundo Hull<sup>31</sup>, o mercado de futuros surgiu originalmente da necessidade de agricultores que, ao investir um sua plantação ou cultura, assumiam o risco de não conseguir vender sua produção, ou ainda não conseguir um preço que cobrisse seus custos operacionais, ficando assim no prejuízo. Desta forma, ao lado das alterações climáticas e riscos de pragas, os agricultores passaram a se preocupar com as condições mercadológicas. Era clara a necessidade da criação de um instrumento de seguro para este mercado.

<sup>27</sup> PORTER, M.E., Estratégia Competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência, Campus, 1991.

<sup>28</sup> CETIP

<sup>29</sup> BM&F – Bolsa de Mercadorias e Futuros, situada em São Paulo, SP, concentrando a grande maioria dos negócios realizados no mercado futuro no Brasil.

<sup>30</sup> BOVESPA – Bolsa de Valores de São Paulo, situada em São Paulo, SP, sendo o maior centro do mercado de ações no Brasil.

<sup>31</sup> HULL, J.C. Introdução aos mercados futuros e de opções, BM&F, 1996

Foi assim introduzido um mecanismo aonde duas partes assumem um **compromisso** de negociação de um determinado ativo no futuro. De acordo com este mecanismo, o contrato estabelecido relaciona a forma de participação de cada uma das partes envolvidas, ou seja, especifica quem estará vendendo ou comprando. Este contrato ainda provem informações com relação às especificações do ativo, a data de efetivação do negócio, assim como o preço acordado. Uma vez fechado um contrato desta espécie, o agricultor se vê protegido de variações bruscas nos preços de mercado, garantindo sua rentabilidade, e a sua contraparte, por exemplo uma indústria, tem garantido o preço de sua matéria-prima.

Em um primeiro momento, os ativos negociados eram a chamadas “commodities<sup>32</sup>”, já em locais específicos, as chamadas Bolsas de Mercadorias. Com o desenvolvimento tecnológico deste mercado, passaram a ser negociados contratos futuros sobre ativos financeiros<sup>33</sup>. A lógica deste novo mercado continuou a mesma, diferindo apenas na liquidação do contrato, que passou a se dar através de ajustes financeiros, não mais fisicamente (salvo em contratos envolvendo moedas).

Novos contratos são propostos a todo instante e não há dúvidas de que os mercados futuros representam até hoje uma das grandes inovações da área financeira.

### **6.2.1.2 Mecanismo de Funcionamento**

Apresentaremos agora o mecanismo de funcionamento do mercado de futuros. Para tanto, utilizaremos um exemplo de negociação, desde seu início até o encerramento, introduzindo os conceitos à medida que estes forem necessários.

#### Especificações do negócio:

- ❖ Data de Negociação: 01/01/98;
- ❖ Compra de 100 contratos de futuro de Ibovespa;
- ❖ Ibovespa Futuro: 10.000 pontos;
- ❖ Vencimento: 10/01/98 (10 dias).

Passaremos agora à explicação da operação realizada:

<sup>32</sup> Produtos como metais, minerais, grãos, manteiga, ovos, aves e outros produtos agrícolas.

<sup>33</sup> Ativo Financeiro, como um título, índice financeiro ou carteira de ações.

- O investidor assumirá uma posição comprada (“long”) em contratos futuros sobre Ibovespa, ou seja, irá iniciar o processo assumindo o compromisso de adquirir o mesmo por um preço pré-determinado no vencimento do contrato. Desta forma, o investidor lucrará com o negócio se o preço subir, assim ele estaria comprando o ativo por um valor inferior ao que vale no momento<sup>34</sup>;
- O ativo em questão será o Índice da Bovespa, o Ibovespa - este índice é composto por uma carteira teórica de ações, a qual inclui as ações mais expressivas no mercado, considerando-se aspectos como volumes negociados e liquidez dos papéis. Esta carteira teórica relaciona os ativos envolvidos e suas quantidades, desta forma, a variação do índice é calculada de acordo com uma média ponderada das variações pelas quantidades dos respectivos ativos. Este indicador teve inicialmente um valor estipulado arbitrariamente, sendo então as variações percentuais da carteira teórica embutidas ao mesmo ao longo do tempo. Sua unidade é o ponto de índice, cujo valor em moeda corrente é especificado pela BM&F.
- Volume: 100 contratos. No mercado de futuros, uma informação importante é a restrição às características do ativo objeto. Com relação aos ativos financeiros, as restrições se dão nas datas de vencimento (fixas, determinadas pela BM&F), e quanto ao tamanho dos contratos (também fixos), que farão o papel das unidades de negociação. No nosso exemplo, deveremos utilizar a expressão especificada para determinação do tamanho do contrato de futuro de Ibovespa em Reais. Assim:

$$M = 3 * C * I$$

$$M = 3 * 100 * 10.000 = R\$ 3.000.000,00$$

Aonde:

- M - montante em R\$;
- 3 – Valor, em R\$, de um ponto de índice;
- C - número de contratos;
- I - valor do índice, em pontos.

<sup>34</sup> Por outro lado, em uma posição vendida (“short”), o investidor irá apostar na queda do preço do ativo, pois desta forma, na data do vencimento, estará vendendo o mesmo por um preço superior ao valor de mercado, realizando um lucro de imediato.

- **Margem:** 10% do total, com piso de 5%<sup>35</sup>. No mercado de futuros, como estamos lidando com uma operação cujo resultado pode sofrer grandes variações em sua vida, há a possibilidade de uma das partes não ter recursos financeiros para honrar seu compromisso, por isso, o corretor exigirá que o investidor deposite recursos no que é denominado Conta de Margem. A quantia depositada no início da operação é denominada Margem Inicial. Ao final de cada dia de negociação, o valor da posição é ajustado de acordo com as oscilações do mercado, pelo preço de fechamento do ativo objeto na BM&F<sup>36 37</sup>, assim a conta de margem é ajustada a fim de refletir as perdas ou ganhos do investidor. Quando a conta atinge um patamar mínimo preestabelecido, ocorre a Chamada de Margem, que consiste de um aviso para que o investidor deposite recursos nesta conta, fazendo com que seu saldo volte a nível aceitável.

Observaremos a seguir o fluxo de caixa obtido na negociação:

Dia	Ibovespa Futuro	Lucro / Perda (\$)		Saldo da conta de Margem	Chamadas de Margem
		Diário	Acumulado		
0	10.000	-	-	300.000,00	-
1	10.300	90.000,00	90.000,00	390.000,00	-
2	10.450	45.000,00	135.000,00	435.000,00	-
3	10.200	(75.000,00)	60.000,00	360.000,00	-
4	9.900	(90.000,00)	(30.000,00)	270.000,00	-
5	9.700	(60.000,00)	(90.000,00)	210.000,00	-
6	9.120	(174.000,00)	(264.000,00)	300.000,00	264.000,00
7	8.750	(111.000,00)	(375.000,00)	189.000,00	-
8	9.500	225.000,00	(150.000,00)	414.000,00	-
9	10.160	198.000,00	48.000,00	612.000,00	-
10	11.005	253.500,00	301.500,00	865.500,00	-

- Elaborado pelo autor -

<sup>35</sup> Valores arbitrários, apenas para ilustração.

<sup>36</sup> Este processo de ajuste do preço do ativo objeto da negociação ao seu valor de mercado é bastante difundido, inclusive em outros mercados, sendo denominado “Marking to Market”, sendo utilizado inclusive para avaliação dos ativos possuídos pelo investidor e a performance de suas aplicações perante o mercado.

<sup>37</sup> O conceito de “Marking to Market” significa o cálculo do ganho ou custo do encerramento da posição em aberto.

No mercado financeiro, dada a rigidez dos órgãos reguladores, na maioria dos casos é impossível encerrar um contrato no meio de sua vida; assim, a contratação de uma posição oposta tem o mesmo efeito – temos aqui a ilustração do processo: o ganho ou perda nesta contratação. Assim, o conceito de Ajuste a Mercado de uma posição significa valorar o ganho ou perda obtidos em caso de encerramento da mesma.

Avaliaremos então, o resultado da operação no vencimento:

Saldo da Conta de Margem:	\$ 865.500,00
Depósito	(\$ 300.000,00)
Chamada de Margem	(\$ 264.000,00)
Resultado:	\$ 301.500,00

O investidor apurou um resultado (sem cômputo de impostos e despesas operacionais) de \$301.500,00 na operação.

## 6.2.2 Mercado de “Swaps”

### 6.2.2.1 Conceitos Básicos

Segundo Hull<sup>38</sup>, “os swaps são acordo privados entre duas empresas para a troca futura de fluxos de caixa, respeitada uma fórmula preestabelecida”. Em termos práticos, segundo Silva Neto<sup>39</sup>, podemos entender o “swap” como “um contrato de derivativo por meio do qual as partes trocam o fluxo financeiro de uma operação sem trocar o principal.

Vamos utilizar uma exemplificação (utilizada por Silva Neto, em seu texto), afim de melhor entender o funcionamento deste instrumento:

Considerando que uma empresa X venda seu produto com prazo de pagamento de 60 dias, ela deverá incluir no preço de seu produto uma determinada taxa de juros. Para fabricar o produto, ela teve que pagar aluguel, salários, impostos, matéria-prima, etc. Este dinheiro gasto somente será retornado na data em que o comprador efetuar o pagamento. Suporemos que todos estes custos somados montem a \$100 (cem unidades monetárias). Por quanto a empresa deverá vender seu produto? Se considerarmos uma taxa de juros de 10% ao ano, podemos dizer que o seu “break even” seja por \$101,60 (equivalente aos juros acumulados no período).

Suporemos também que o custo de seu financiamento seja pós-fixado: caso esta taxa aumente, a empresa terá prejuízos, pois as vendas não serão suficientes para pagar os custos de financiamento; por outro lado, se os juros caírem, a empresa obterá ganhos financeiros.

A solução para o problema da empresa é a contratação de um “swap” de taxas de juros (pós-fixada para pré-fixada), de acordo com o qual a empresa ganha se os juros subirem, todavia

<sup>38</sup> HULL, J.C. Introdução aos mercados futuros e de opções, BM&F, 1996.

<sup>39</sup> SILVA NETO, L.A., Derivativos: definições, emprego e risco, Atlas, 1998.

perde se os juros caírem, compensando as perdas e ganhos com a venda da produção. Considerando que o valor do “swap” seja de \$1.000.000, valor total das vendas da empresa em um mês, a empresa ficará ativo em taxa pós-fixada, e passivo em taxa pré-fixada, ao nível de 10% ao ano. Observemos a seguir os resultados obtidos com a contratação do “swap” ao final de um mês.

	<u>Cenário 1</u>	<u>Cenário 2</u>	<u>Cenário 3</u>
Taxa pós acumulada	1,80%	1,40%	1,60%
Valor do principal corrigido - pós	\$1.000.000*1,018 = \$1.018.000	\$1.000.000*1,014 = \$1.014.000	\$1.000.000*1,016 = \$1.016.000
Valor corrigido do principal – pré	\$1.000.000*1,016 = \$1.016.000	\$1.000.000*1,016 = \$1.016.000	\$1.000.000*1,016 = \$1.016.000
Diferença pré/pós	\$1.016.000 - \$1.018.000 = - \$2.000	\$1.016.000 - \$1.014.000 = +\$2.000	\$1.016.000 - \$1.016.000 = \$0
Resultado	Contraparte paga	Empresa paga	Não há fluxo

- Fonte: SILVA NETO<sup>40</sup> -

No caso de a taxa pré-fixada ficar superior à pré, cenário 1, a empresa terá tido prejuízo no financiamento de sua produção, portanto a contraparte lhe pagará a diferença de \$2.000. No cenário 2, a empresa teve um lucro; o custo de financiamento foi inferior ao da taxa que se esperava para o período. A empresa, portanto repassará esse lucro para a contraparte. Na última hipótese, as taxas pré e pós se provam iguais, portanto não há nenhum pagamento a ser realizado.

Uma peculiaridade importante dos contratos de “swap” é a sua liquidação, que é feita necessariamente no vencimento da operação (somente nesta data existe fluxo financeiro, sob forma de ajuste das posições, em um contrato deste tipo). Assim, caso as partes envolvidas desejem, por alguma razão, interromper o negócio, deverão iniciar um contrato do mesmo tipo, com parâmetros invertidos, e com vencimento equivalente ao primeiro contrato (chamamos este processo de “reversão”). Desta forma, quaisquer fluxo de caixa existente após esta data será neutralizado por um fluxo oposto.

### 6.2.2.2 Parâmetros

Os parâmetros principais de um contrato de “swap” são:

- **Principal**: o montante financeiro total do contrato;
- **Prazo**: a duração do contrato;
- **Taxa Ativa**: taxa na qual a parte em consideração fica ativa, ou seja, a taxa na qual é feita a aposta;

<sup>40</sup> SILVA NETO, L.A., Derivativos: definições, emprego e risco, Atlas, 1998.

- **Taxa Passiva:** taxa na qual a parte em consideração fica passiva, ou seja, a taxa na qual a contraparte aposta;

### **Operações usuais**

Os ativos que atualmente podem ser utilizados como parâmetros de contratos de “swaps” são<sup>41</sup>:

- Taxas de Juros;
- Taxas de Câmbio;
- Ouro; e,
- Índices de preços.

#### **6.2.2.3 Processo de Marcação a Mercado**

Marcar a mercado significa avaliar o valor financeiro de um “swap” caso este seja, na data em consideração, revertido. Ou seja, dado um contrato com vencimento futuro, avalia-se seu valor atual de acordo com os parâmetros de mercado, sendo este valor o equivalente ao que seria apropriado, ou paga, caso a operação fosse revertida naquela data.

Utilizaremos no presente trabalho este conceito para um “swap” de taxas de juros (taxa pré-fixada contra CDI<sup>42</sup>). Descreveremos os procedimentos básicos a serem seguidos, apresentando uma aplicação a seguir:

1. Atualiza-se a “parcela CDI” pela taxa corrente no mercado, fornecida diariamente pela CETIP: esta atualização deverá consistir capitalizar o valor do dia anterior por um dia, aplicado na taxa CDI;
2. Atualiza-se a “parcela pré-fixada”:
  - Toma-se a taxa pré-fixada corrente no mercado;
  - Capitaliza-se o valor inicial do “swap” até o seu vencimento (desde o início) utilizando-se a taxa inicialmente escolhida como parâmetro do contrato;
  - Traz-se o valor obtido no tópico acima ao presente, utilizando a taxa pré-fixada corrente como taxa de desconto.

<sup>41</sup> Vide regulamentação correlata, corrente, do Banco Central do Brasil (Atual: Res: 2138, de 1994)

<sup>42</sup> CDI – Certificado de Depósito Interbancário: representa a taxa de juros na qual as instituições financeiras emprestam dinheiro entre si. Pode ser considerada (salvo questões referentes a crédito) como uma taxa livre de risco. É considerada o custo de oportunidade do mercado financeiro local.

3. Realiza-se a diferença entre os valores obtidos em (1) e (2), obtendo o valor pretendido (deve-se considerar aqui a ponta em que se está ativo).

Exemplo de “swap” realizado entre A e B:

*Sob o ponto de vista de A, temos:*

#### **Swap de taxa de juros (pré-CDI)**

- Ponta ativa: CDI
- Ponta passiva: pré
- Taxa de referência: 20% ao ano
- Volume: R\$ 1.000.000,00
- Início: 01/10/98
- Vencimento: 30/03/99 (180 dias)

Marcando a mercado, em 15/12/98, temos:

- Prazo a decorrer: 105 dias
- Taxa pré-fixada corrente: 28%
- CDI Acumulado no período: 1,85%
- Valor da ponta CDI:  $R\$1.000.000,00 * 1,0185 = R\$1.018.500,00$
- Valor da ponta PRÉ:  $R\$ 1.000.000,00 * ((1+20\%)^{(180/360)}) / ((1+28\%)^{(105/360)})$   
 $= R\$ 1.019.345,00$
- Diferença: CDI – PRÉ:  $R\$1.018.500,00 - R\$1.019.345,00 = - R\$ 845,00$

Nesta situação, o custo para A reverter a operação seria de R\$845,00 em 15/12/98.

### **6.2.3 Mercado de Opções**

#### **6.2.3.1 Contratos de Opções**

Segundo Hull<sup>43</sup> e Natenberg<sup>44</sup>, diferentemente de um contrato futuro, aonde há a obrigatoriedade de se honrar o compromisso estabelecido na compra ou venda do ativo objeto, o

<sup>43</sup> HULL, J.C. Options, futures and other derivative securities, Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1998

<sup>44</sup> NATEMBERG, S. Option volatility and pricing, Chicago, Probus, 1994

mercado de opções trabalha com a possibilidade da não concretização do processo, dado que o que é realmente negociado é o direito de se realizar ou não um negócio. Assim, ao assumir uma posição comprada em uma opção, seu detentor tem o direito de comprar ou vender um determinado ativo em condições preestabelecidos (preço, características, forma de entrega, etc.) caso seja interessante na época do vencimento, podendo ou não exercer tal direito, caso lhe assim convenha.

Claramente este tipo de contrato confere ao investidor um grau maior de flexibilidade, dado que em um cenário muito adverso, este não necessariamente realizará um prejuízo das mesmas proporções. Por outro lado, o vendedor da opção tem, no vencimento, a perspectiva oposta à do comprador. Fica então necessário estabelecer um preço no qual o vendedor em potencial aceite assumir este risco<sup>45</sup>; tal preço é chamado de prêmio da opção, e será considerado como custo pelo investidor, sendo perdido caso a opção não seja exercida, ou embutido ao custo do ativo em caso de exercício.

Podemos interpretar a opção como um seguro que o seu detentor irá contratar contra variações adversas no mercado. Por exemplo: ao contratar um seguro para seu carro, o proprietário está na verdade comprando o direito de vender seu carro pelo seu valor de mercado para a seguradora, independentemente se poderá realizar a entrega física ou não (em caso de roubos).

Esta analogia pode ser encontrada em diversas situações do nosso cotidiano, tais como planos de saúde, loterias em geral, seguros em geral, entre outros exemplos.

### **6.2.3.2 Tipos de Opções**

O contrato de opção mais simples, que reflete o comportamento descrito no conceito do produto, recebe a denominação usual de “Opção Plain Vanilla”. Apresentaremos a seguir a relação dos parâmetros envolvidos na especificação de um contrato deste tipo.

Com relação ao direito de exercício, segundo Tompkins<sup>46</sup>, as opções são classificadas da seguinte forma:

- **Opções de Compra (“Calls”)**: dão ao seu detentor o direito de comprar um ativo por um preço pré-estabelecido.
- **Opções de Venda (“Put”)**: dão ao seu detentor o direito vender um ativo por um preço pré-estabelecido.

<sup>45</sup> Apresentaremos adiante uma discussão sobre precificação de opções.

<sup>46</sup> TOMPKINS, R.G., Options Analysis, Probus, 1994.

Segundo Hull<sup>47</sup>, a data especificada no contrato como vencimento da operação é denominada Data de Exercício (“Maturity”), e o preço estabelecido como referência para exercício da opção, de compra ou de venda, é chamado de Preço de Exercício (“Strike”).

As opções podem ser do estilo Americano ou Europeu, sendo as primeiras passíveis de exercício a qualquer data, até o vencimento (inclusive); já as européias só podem ser exercidas na data de vencimento do contrato.

#### 6.2.4 Posições em Opções

Ao assumir uma posição “comprada”, ou seja, adquirirmos uma opção, o investidor estará adotando:

- a) Opção de Compra: perspectiva de alta no preço do ativo;
- b) Opção de Venda: perspectiva de queda no preço do ativo.

Ao assumir uma posição “vendida”, ou seja, vendermos uma opção, o investidor estará adotando:

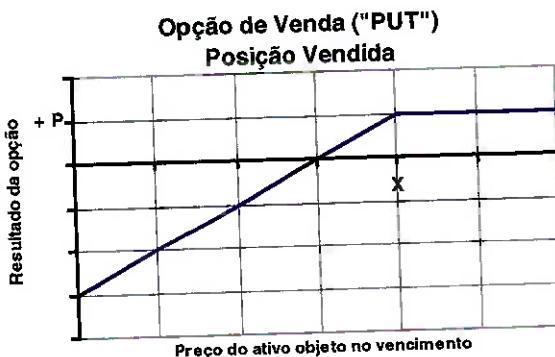
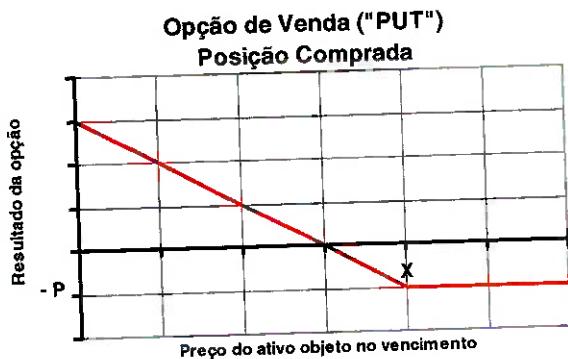
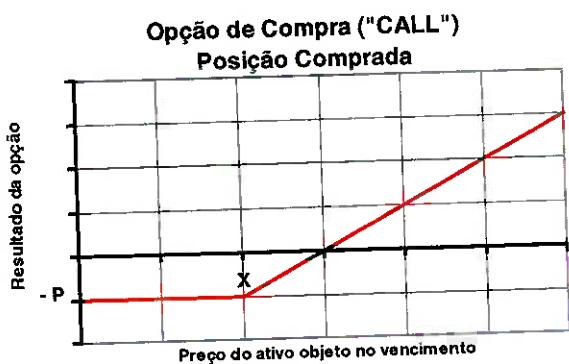
- c) Opção de Compra: perspectiva de queda no preço do ativo;
- d) Opção de Venda: perspectiva de alta no preço do ativo.

Apresentaremos a seguir os gráficos do comportamento das opções relacionadas em função do preço de mercado do ativo no vencimento do contrato. Observamos ainda que:

- O preço genérico da opção, designado como  $P$ , será indicado em cada um dos casos, ficando evidente o seu papel de custo do contrato;
- O preço de exercício da opção, designado por  $X$ .

---

<sup>47</sup> HULL, J.C. Options, futures and other derivative securities, Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1998



- Elaborado pelo autor -

### 6.2.5 Estruturas usuais

Uma das maiores peculiaridades do mercado de derivativos é a variedade de estruturas que podem ser elaboradas a partir do uso de estruturas simples, como as opções convencionais apresentadas. Utilizaremos no presente trabalho um artifício bastante difundido neste mercado, que apesar de simples conceitualmente, é bastante útil e tem larga aplicabilidade: são os chamados “Spreads”.

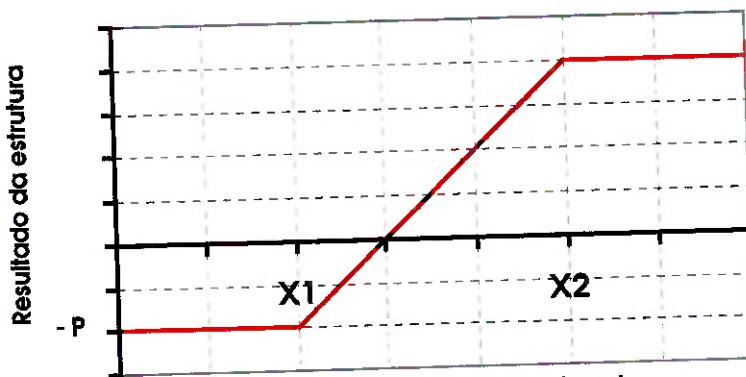
Primeiramente observemos a configuração básica de uma opção convencional: vemos na figura anterior que em qualquer alternativa, o ganho ou perda, são teoricamente ilimitados, variando de acordo com o preço do ativo objeto. Desta forma, esta estrutura visa limitar tal variação através da combinação de opções.

Basicamente temos duas possibilidades:

- **Call Spread:** se assumirmos uma posição comprada em opções de compra em um certo exercício, por exemplo, igual ao preço à vista do ativo objeto, teríamos teoricamente um ganho crescente com o aumento do preço do ativo objeto. Um artifício para limitar este ganho é assumir uma posição vendida (no mesmo número de contratos que na posição comprada) em opções de compra no valor desejado como

limite. Desta forma, a partir deste segundo valor de referência temos resultados opostos, que se compensam, estabelecendo um equilíbrio no resultado obtido neste segundo valor, passando este resultado a ser o teto do ganho da operação.

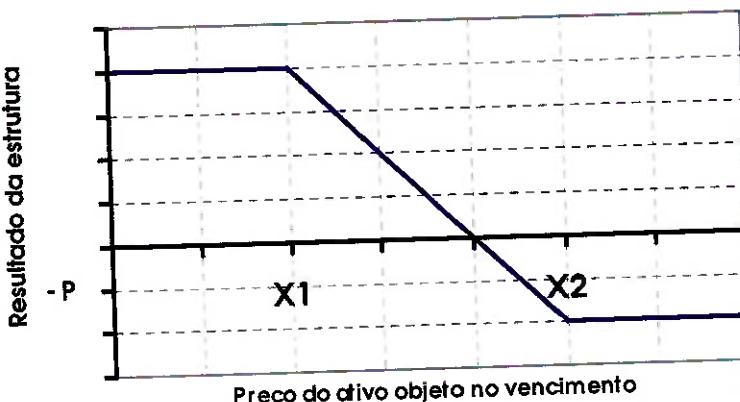
### "CALL SPREAD"



- Elaborado por autor -

- **Put Spread:** de forma análoga ao Call Spread, afim de limitar o ganho de uma posição comprada em opções de venda podemos utilizar um artifício para limitar esta ganho: assumindo uma posição vendida (no mesmo número de contratos que na posição comprada) em opções de venda no valor desejado como limite.

### "PUT SPREAD"



- Elaborado por autor -

## 6.2.6 Objetos de negociação

Observamos que o mercado de opções se estende sobre quase todos os ativos financeiros, sendo dentre estes, os principais negociados:

- Ações;
- Índices de Ações;
- Moedas, e,
- Futuros.

## 6.2.7 Variantes

As opções mostradas até então são as chamadas Opções Convencionais (“Plain Vanilla”), que tem um comportamento previsível e estanque. Existem também as chamadas Opções Exóticas<sup>48</sup> (nomenclatura aplicada a derivativos com fluxos de caixa mais complexos, desenvolvidos para suprir necessidades diferenciadas), que possuem comportamentos específicos, conferindo propriedades e aplicações alternativas a estes derivativos.

São exemplos de opções exóticas:

- **Opções “Bermudan”**: são basicamente opções americanas com datas específicas para exercício antecipado;
- **Opções com partida à termo**: são opções cujo início, ou partida, se dará no futuro, quando condições específicas de mercado, definidas em contrato, forem supridas;
- **Opções Compostas**: são opções cujo ativo objeto é também uma opção;
- **Opções com Barreira**: são opções aonde são introduzidos limites para ganhos ou perdas, de forma a eliminar a possibilidade teórica de ganho ou perda “infinitos” inerente às opções convencionais (esta possibilidade pode ser através da observação do gráfico do retorno de uma opção deste tipo. Observe que à medida que se caminha no sentido da parte inclinada da curva, em qualquer um dos casos, observa-se variação crescente no eixo das ordenadas, ou eixo dos resultados; dessa forma, tais valores podem teoricamente caminhar para o infinito);

<sup>48</sup> As opções exóticas são usualmente negociadas fora das Bolsas, no chamado Mercado de Balcão (“Over the Counter Market” – OTC), com acordos realizados diretamente entre as partes envolvidas. No mercado brasileiro não temos negociações com derivativos deste tipo no mercado OTC, dado o controle existente no mesmo. Existem alternativas, que serão apresentadas adiante.

- **Opções “Look Back”**: são opções que dependem do comportamento dos preços do ativo objeto durante a vida do contrato;
- **Opções Asiáticas**: são opções cujo fluxo de caixa depende do preço médio do ativo objeto durante a vida do contrato.

### 6.2.8 Opções Flexíveis sobre Ibovespa<sup>49</sup>

Como podemos observar, dentre as opções exóticas apresentadas no item anterior, a que confere o perfil mais interessante é a Opção com Barreira, dado que, com um baixo grau de complexidade, pode-se organizar a estrutura de diferentes formas, afim de limitar-se os ganhos e perdas, oferecendo maior grau de flexibilidade ao produto, possibilitando adequar a estrutura às mais variadas preferências.

Estas opções são tipicamente negociadas no mercado de balcão, o qual, no caso brasileiro, é diferenciado em relação ao norte-americano, havendo a necessidade de registro junto a uma autoridade específica. Sendo assim, visando oferecer uma alternativa aos investidores, a BM&F estabeleceu um produto no qual os parâmetros são flexíveis no tocante à sua escolha, obedecendo a algumas regras. Basicamente o que se observa é um contrato de opção no qual as partes envolvidas decidem entre si os parâmetros do contrato, registrando o mesmo a seguir na própria BM&F (este tipo de documento é muito sujeito a mudanças, devendo o leitor procurar a última revisão deste documento quando for estruturar seu produto).

Apresentaremos a seguir os parâmetros envolvidos na especificação de uma opção flexível sobre Ibovespa (existe também a modalidade para dólar), com uma breve explicação individual:

- **Ativo de Negociação**: Ibovespa;
- **Preço de Exercício**: Estipulado em pontos de índice;
- **Data de Exercício**: Estipulada pelas partes envolvidas, de acordo com algumas limitações impostas pela BM&F;
- **Volume**: Expresso pelo número de contratos (os contratos são também expressos em termos de pontos de índice).
- **Prêmio**: Expresso em pontos de índice.

<sup>49</sup> As opções flexíveis são derivativos regulamentados pela BM&F, desta forma, maiores informações sobre as especificações além das revisões das mesmas deverão ser verificadas no contrato específico, emitido pela referida instituição.

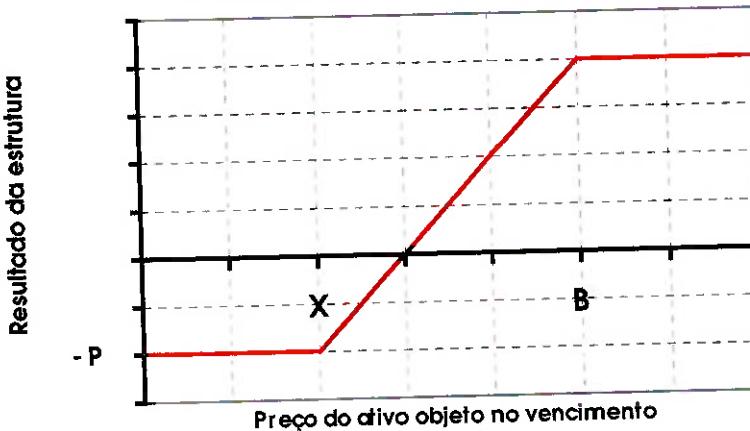
- **Barreiras:** Neste ponto está o diferencial introduzido pelas opções flexíveis em relação às convencionais: há a possibilidade de introduzir barreiras à estrutura, limitando-se o ganho ou perda da opção, obtendo assim um perfil mais flexível, que possibilita a adequação a diferentes cenários e perspectivas de mercado. O primeiro tipo são as chamadas barreiras PB, cujo objetivo é limitar o preço de exercício a ser considerado no cálculo do resultado financeiro da opção, tanto superior quanto inferiormente, conferindo à estrutura um comportamento equivalente ao de um “spread” (tanto “Call Spread” quanto “Put Spread”). Veja exemplo a seguir:

***Compra de Call com barreira***

- Exercício: X
- Volume: 1 contrato
- Barreira: B
- Prêmio: P

- Elaborado pelo autor -

**COMpra DE "CALL" COM BARREIRA  
EQUIVALENTE A "CALL SPREAD"**



O segundo tipo de barreira está relacionado com a existência do direito de exercício da opção. Esta barreira confere à estrutura o comportamento similar ao das Opções com Barreira mencionadas anteriormente.

- **Barreiras “In” e “Out”:** estas barreiras estabelecem a existência ou não da opção: no caso de uma barreira do tipo “in”, a opção somente existe se a barreira é atingida; por

sua vez, uma barreira do tipo “out” determina o final da existência da opção quando atingida.

- **Barreiras “Up” e “Down”**: estas barreiras estão relacionadas com a forma na qual a barreira é atingida: no caso de uma barreira do tipo “up”, a opção somente será acionada se a barreira for atingida em um movimento de subida do preço do ativo objeto; já com uma barreira do tipo “down”, a opção só será acionada em um movimento de queda do preço.

Estes dois tipos de barreira deverão ser necessariamente combinados, resultando em uma das alternativas relacionadas a seguir<sup>50</sup>:

- “Knock UP & IN”
- “Knock DOWN & IN”
- “Knock UP & OUT”
- “Knock DOWN & OUT”
- **Desconto**<sup>51</sup>: Quando a opção possui barreiras como as do segundo tipo apresentado, existe a possibilidade de inclusão de um prêmio caso o direito de exercer a opção é cessado (quando a barreira é atingida (barreira “out”) ou não (barreira “in”)). Este valor será chamado desconto, e seu objetivo será basicamente oferecer uma compensação à parte detentora da opção no caso de seu direito de exercício for cessado.

Serão apresentados a seguir dois exemplos de estruturas com utilização de barreiras do segundo tipo:

#### *Iº Exemplo: “Up & Out” Call com Desconto*

- Exercício: X
- Barreira: B (Up&Out)
- Desconto: D
- Volume: 1 contrato
- Prêmio: P

<sup>50</sup> Note que a nomenclatura utilizada é a usual deste mercado, constando inclusive nas especificações de contrato da BM&F.

<sup>51</sup> Ou mais usualmente, REBATE.

**COMPRADE "CALL" COM BARREIRA  
UP&OUT (COM DESCONTO)**



- Elaborado pelo autor -

*2º Exemplo: "Down & In" Put sem Desconto*

- Exercício: X
- Barreira: B (Down&In)
- Rebate: R
- Volume: 1 contrato
- Prêmio: P

**COMPRADE "CALL" COM BARREIRA  
UP&OUT (COM DESCONTO)**



- Elaborado pelo autor -

### 6.2.9 Conceitos relativos ao “estágio” de uma opção

Encontramos no mercado financeiro uma nomenclatura bastante usual para designar o estágio de uma opção: este termo, estágio, diz respeito à situação da opção em relação ao retorno. O fator determinante para a determinação desta situação é o posicionamento do preço de exercício em relação ao preço do ativo objeto:

- ❖ Uma opção estará **DENTRO DO DINHEIRO**, se o preço do ativo for superior ao preço de exercício, no caso de opções de compra, ou se o preço do ativo for inferior ao preço de exercício, no caso de opções de venda. Note que, em ambos os casos, as opções estarão provendo retorno financeiro ao seu detentor.
- ❖ Uma opção estará **NO DINHEIRO**, se o preço do ativo for equivalente ao preço de exercício (ou muito próximo do mesmo). Vale para opções de compra e para opções de venda.
- ❖ Uma opção estará **FORA DO DINHEIRO**, se o preço do ativo for superior ao preço de exercício, no caso de opções de venda, ou se o preço do ativo for inferior ao preço de exercício, no caso de opções de compra.

### 6.2.10 Modelos de Precificação

#### 6.2.10.1 Sensibilidade de Mercado

A postura de um “trader<sup>52</sup>” de um mercado de ativos, como ações e futuros, tem suas preocupações quase exclusivamente concentradas na direção do movimento do mercado: se acredita que o preço vai aumentar em um intervalo específico, pode estar razoavelmente certo de realizar lucro; assim, ele simplesmente compra o ativo em questão, espera que este atinja o preço objetivo, e então vende o ativo realizando o lucro esperado.

Segundo Natemberg<sup>53</sup>, da mesma forma, um “trader” de opções é também sensível à direção de movimento do mercado, pois esta tem um efeito significativo sobre a lucratividade de uma estratégia de opções. Enquanto isso, ele deve ser também cuidadoso com a velocidade na qual o mercado se move. Tomemos como exemplo uma posição comprada em opções: se o mercado se move na direção favorável, mas com velocidade insuficiente, o lucro realizado pode não ser suficiente para compensar a variação no valor temporal da opção, gerando prejuízo.

<sup>52</sup> Nomenclatura usual para as pessoas responsáveis pela operacionalização dos negócios no mercado financeiro.

<sup>53</sup> NATEMBERG, S. Option volatility and pricing, Chicago, Probus, 1994

Assim, o conceito de velocidade é fundamental no mercado de opções. É tão importante que muitas das estratégias conhecidas dependem apenas da velocidade e não da direção do movimento. Assim, para atuar neste mercado, um analista altamente capacitado para previsão de movimentos direcionais pode não ser eficiente: é necessária uma sensibilidade aguçada para velocidade destas mudanças.

Desta forma, para avaliar uma opção devemos aliar a consideração de fatores qualitativos, tais como as condições atuais e expectativas de mercado, e quantitativos, o que idealmente seriam os parâmetros relacionados no contrato da opção. Assim, podemos relacionar alguns dos fatores relevantes nesta análise:

- O preço do ativo objeto;
- O preço de exercício;
- O tempo remanescente até o vencimento;
- A direção esperada para o movimento do mercado;
- A velocidade esperada para o movimento do mercado.

#### **6.2.10.2      Valor Teórico**

A comparação do mercado financeiro com jogos de azar é infelizmente inevitável, pois, em ambos os casos os resultados são baseados em eventos probabilísticos.

O próximo passo neste processo de avaliação é quantificar o valor da opção, uma vez que já definimos as principais variáveis envolvidas. Basicamente a questão que devemos responder é: “Qual o preço que vale a pena pagar pela opção?”. Trata-se de uma situação relativa, pois não temos certeza sobre o valor do ativo objeto no futuro; sabemos que o mercado comporta-se aleatoriamente.

Uma forma de avaliar este preço é a utilização de seu valor esperado. Novamente estamos diante de um problema relativo: qual o valor esperado para o ativo objeto na data de exercício da opção? Podemos adotar como referência o valor futuro do ativo, considerando-se a taxa de juros corrente no mercado. Segundo Hull<sup>54</sup>, desta forma estaremos assumindo que a taxa de juros é uma forte referência adotada pelo mercado, e que, salvo mudanças bruscas devido a fatores externos, o preço dos ativos valorizam-se de forma próxima aos juros. Esta é claramente uma forte premissa, que deixa de lado uma série de outros fatores envolvidos, tal como o fato do

---

<sup>54</sup> HULL, J.C. Options, futures and other derivative securities, Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1998

mercado se comportar ou não segundo uma distribuição probabilística conhecida, e se sim, as características da mesma.

Assumimos portanto que conhecemos o valor esperado do ativo objeto na data de exercício do contrato. Neste momento, uma análise simplista nos conduziria a dizer que o valor de uma opção seria definido pela diferença entre o valor esperado e o preço de exercício no caso de uma opção de compra e o contrário para uma opção de venda (essa diferença deve ser no mínimo igual a zero, pois valores negativos não teriam sentido). Vejamos os exemplos abaixo:

- Preço à vista do ativo: 100
- Prazo da opção: 120 dias
- Taxa de juros para o prazo considerado: 10%
- Valor esperado para o ativo no vencimento: 110

Assim, para uma opção de compra, teríamos:

Preço de Exercício	Valor Teórico da Opção
90	20
100	10
110	0
120	0

- Elaborado pelo autor -

Percebemos na tabela acima uma inconsistência muito forte na nossa conclusão preliminar: nos exercícios 110 e 120, teríamos uma opção sem custo. Mas, na posição de vendedor da opção, estaríamos à vontade para vender a custo zero? Certamente não, pois sabemos que existe a chance do preço ultrapassar o valor esperado, gerando uma potencial perda ilimitada.

Devemos portanto utilizar outras informações na valoração da opção, afim de incluir tal dispersão no processo.

### 6.2.10.3 Volatilidade

Segundo Natemberg<sup>55</sup>, a volatilidade de um ativo pode ser definida como uma medida da variação do preço do mesmo em um determinado intervalo de tempo. Sendo assim, intuitivamente podemos afirmar que a chance de um determinado ativo atingir preços muito diferentes do valor esperado em um mercado muito volátil é grande; inversamente, sob baixos níveis de volatilidade, esta chance diminui consideravelmente.

Desta forma, fica evidente que o vendedor cobrará mais pela opção quanto maior for o nível da volatilidade. Esta postura é justificada pelo fato de querer compensar o maior risco em que incorre, ou seja, ele cobra um preço maior para assumir o risco de ter um desembolso maior que o esperado.

Matematicamente a volatilidade de um ativo pode ser definida como uma mudança igual a um desvio padrão, expressa em termos percentuais, ao final do período de um ano. De acordo com esta definição, percebemos que a volatilidade nada diz a respeito da direção do movimento do ativo, se restringindo à amplitude esperada de sua oscilação no período, tendo como referência o valor esperado do ativo objeto (carregado pelos juros do período).

### 6.2.10.4 O Modelo de Black&Scholes

Mesmo se assumirmos a premissa de mercado livre de arbitragem para o ativo objeto, com as probabilidades apropriadas sendo associadas a cada preço possível, ainda temos um problema sério a considerar: as saídas do modelo são as mais variadas possíveis, não se restringindo a um número qualquer que poderíamos arbitrar. A fim de habilitar nosso modelo a se aproximar da realidade, deveremos construir uma distribuição probabilística com todos os valores possíveis para as saídas do modelo. Esta missão parece inviável, mas é a base para a definição de um modelo teórico de precificação.

O primeiro modelo teórico para precificação de opções prático introduzido foi o Modelo de Black&Scholes, relativamente simples aritmeticamente e com limitado número de recursos, a maioria deles observáveis. Apesar de outros modelos terem sido introduzidos, este modelo é atualmente o mais utilizado no mercado de opções mundial.

Segundo Hull<sup>56</sup>, as premissas deste modelo são:

1. Os preços do ativo objeto se comporta de acordo com uma distribuição lognormal;

<sup>55</sup> NATEMBERG, S. Option volatility and pricing, Chicago, Probus, 1994

<sup>56</sup> HULL, J.C. Options, futures and other derivative securities, Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1998

2. A taxa de juros de mercado é considerada livre de risco e constante;
3. O mercado é livre de arbitragem;
4. Há a possibilidade da contratação de um hedge livre de risco<sup>57</sup>.

Para o cálculo do valor teórico de opções utilizando o Modelo de Black&Scholes, precisamos conhecer, no mínimo<sup>58</sup>, cinco características da opção e do ativo objeto. São elas:

1. O preço de exercício da opção;
2. O tempo remanescente para o vencimento da operação;
3. O preço à vista do ativo objeto;
4. A taxa de juros livre de risco para a duração da opção;
5. A volatilidade do ativo objeto.

Conhecidas as entradas acima relacionadas, podemos passar para o cálculo propriamente dito dos valores teóricos das opções. São elas:

### *Opções Européias<sup>59</sup>*

#### Opções sobre ativos sem pagamento de dividendos

#### *Opções de compra*

- Opções de Compra:  $C = S * N(d_1) - X * e^{-r(T-t)} * N(d_2)$
- Opção de Venda:  $P = X * e^{-r(T-t)} * N(-d_2) - S * N(-d_1)$

Aonde:

$$\bullet \quad d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

<sup>57</sup> O conceito de hedge livre de risco consiste em que para cada posição em opções existe teoricamente a posição equivalente no ativo objeto de forma que, para qualquer mudança no preço do ativo, a posição em opções ganhará ou perderá valor à mesma proporção que o ativo objeto. A correta proporção de ativo objeto necessária para se obter a condição de hedge livre de risco é conhecida como “Hedge Ratio”.

<sup>58</sup> Estas informações mínimas se referem a opções do tipo europeu, sobre ativos que não distribuem dividendos ao longo de sua vida; nestes casos, as informações extras serão mencionadas em separado.

<sup>59</sup> As fórmulas utilizadas para precificação de opções americanas exigem um grau maior de refinamento técnico,

envolvendo a utilização de outros modelos (envolvendo tratamento numérico), mais específicos para sua precificação.

- $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$

### Opções sobre ativos com pagamento de dividendos

- Opção de Compra:  $C = S * e^{-q(T-t)} * N(d_1) - X * e^{-r(T-t)} * N(d_2)$
- Opção de Venda:  $P = X * e^{-r(T-t)} * N(-d_2) - S * e^{-q(T-t)} * N(-d_1)$

Aonde:

$$\bullet \quad d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r - q + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

$$\bullet \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

As variáveis básicas consideradas nas expressões são:

- **S**: Preço à vista do ativo objeto;
- **X**: Preço de exercício da opção;
- **r**: Taxa de juros livre de risco;
- **q**: Dividendos pagos pelo ativo (em termos anuais);
- **σ**: Volatilidade do ativos objeto (em termos anuais);
- **T - t**: Tempo remanescente até o vencimento da opção (em termos anuais),

#### 6.2.10.5 As derivadas do modelo

Como observamos, a equação de precificação do Modelo de Black&Scholes é uma equação diferencial multivariável; desta forma, afim de verificar a sensibilidade do modelo a cada uma das variáveis envolvidas, podemos calcular as derivadas.

##### *Delta*

Definimos o Delta como a primeira derivada do modelo em relação ao preço do ativo objeto, identificado na expressão como **S**. Desta forma, o valor deste parâmetro indicará a sensibilidade do preço da opção em relação ao preço do ativo; indica o tamanho da variação do preço a cada unidade em que varia o preço do ativo.

Expressões (para opções européias):

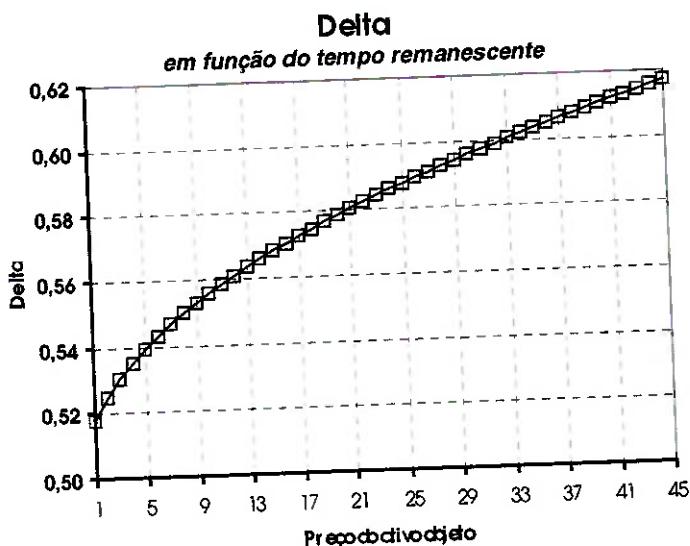
- **Sem Dividendos:**

- Opções de compra:  $\Delta = N(d_1)$
- Opções de venda:  $\Delta = N(d_1) - 1$

- **Com Dividendos:**

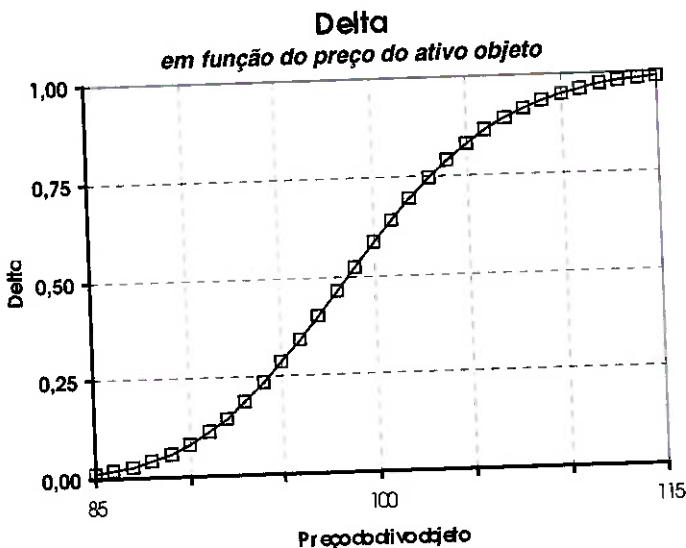
- Opções de compra:  $\Delta = e^{-q(T-t)} * N(d_1)$
- Opções de venda:  $\Delta = e^{-q(T-t)} * [N(d_1) - 1]$

Conforme observamos na expressão do modelo de Black&Scholes, o Delta varia de acordo com relação ao tempo remanescente, à volatilidade e à taxa de juros. Observaremos a seguir gráficos ilustrativos<sup>60</sup> do comportamento do Delta de uma opção de compra no dinheiro (preço à vista igual a \$100) em função do tempo a decorrer até o vencimento, e do preços do ativo objeto (nesta situação, a opção se encontra a 22 dias de seu vencimento).



- ADAPTADO DE SILVA NETO, L.A., Derivativos: definições, emprego e risco -

<sup>60</sup> Os parâmetros utilizados para o exemplo foram: Preço de Exercício: \$100, Taxa de Juros: 26.80% ao mês, Volatilidade: 18.97% ao ano.



- ADAPTADO DE SILVA NETO, L.A., Derivativos: definições, emprego e risco ..

No gráfico acima percebemos que o Delta da Opção no dinheiro, no vencimento, será próximo de 0,50, mas bastante sensível a mudanças. Já uma opção dentro do dinheiro, na data de seu vencimento, terá seu Delta igual a um, ou seja, seu comportamento será igual ao do ativo objeto.

Como observamos, o Delta servirá como referência para a elaboração do hedge de opções, uma vez que retrata a relação entre a variação do prêmio da opção e o preço do ativo objeto. Sendo assim, é importante a compreensão do comportamento desta grega; neste sentido utilizaremos a segunda derivada do modelo de B&S, o Gama, que mede a taxa de variação do Delta em função do preço do ativo objeto.

### Theta

Definimos o Theta<sup>61</sup> de uma opção como a taxa de variação de seu valor em relação ao tempo remanescente na vida da mesma. Sendo assim, este parâmetro é definido como a primeira derivada do modelo em relação ao tempo remanescente da opção. Em termos práticos, observamos que a opção perde valor com a aproximação do vencimento; esta situação pode ser intuitivamente percebida, pois com o estreitamento do prazo, o risco fica também reduzido.

Expressões (para opções européias):

<sup>61</sup> O Theta é usualmente referido como “Time Decay”, ou seja, o decaimento em relação ao tempo.

- **Sem Dividendos:**

➤ Opções de compra:  $\theta = -\frac{S * N'(d_1) * \sigma}{2 * \sqrt{T-t}} - r * X * e^{-r(T-t)} * N(d_2)$

➤ Opções de venda:  $\theta = -\frac{S * N'(d_1) * \sigma}{2 * \sqrt{T-t}} + r * X * e^{-r(T-t)} * N(-d_2)$

- **Com Dividendos:**

➤ Opções de compra:

$$\theta = -\frac{S * N'(d_1) * \sigma * e^{-q(T-t)}}{2 * \sqrt{T-t}} + q * S * N(d_1) * e^{-q(T-t)} - r * X * e^{-r(T-t)} * N(d_2)$$

➤ Opções de venda:

$$\theta = -\frac{S * N'(d_1) * \sigma * e^{-q(T-t)}}{2 * \sqrt{T-t}} - q * S * N(-d_1) * e^{-q(T-t)} + r * X * e^{-r(T-t)} * N(-d_2)$$

Aonde:  $N'(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} * e^{\frac{-x^2}{2}}$

### *Gamma*

Definimos o Gamma de uma opção como a taxa de variação do valor de seu Delta em relação ao preço do ativo objeto. Sendo assim, este parâmetro é definido como a primeira derivada do Delta em relação ao preço do ativo objeto.

Expressões (para opções européias):

- **Sem Dividendos:**

➤ Opções de compra ou de venda:  $\Gamma = \frac{N'(d_1)}{S * \sigma * \sqrt{T-t}}$

- **Com Dividendos:**

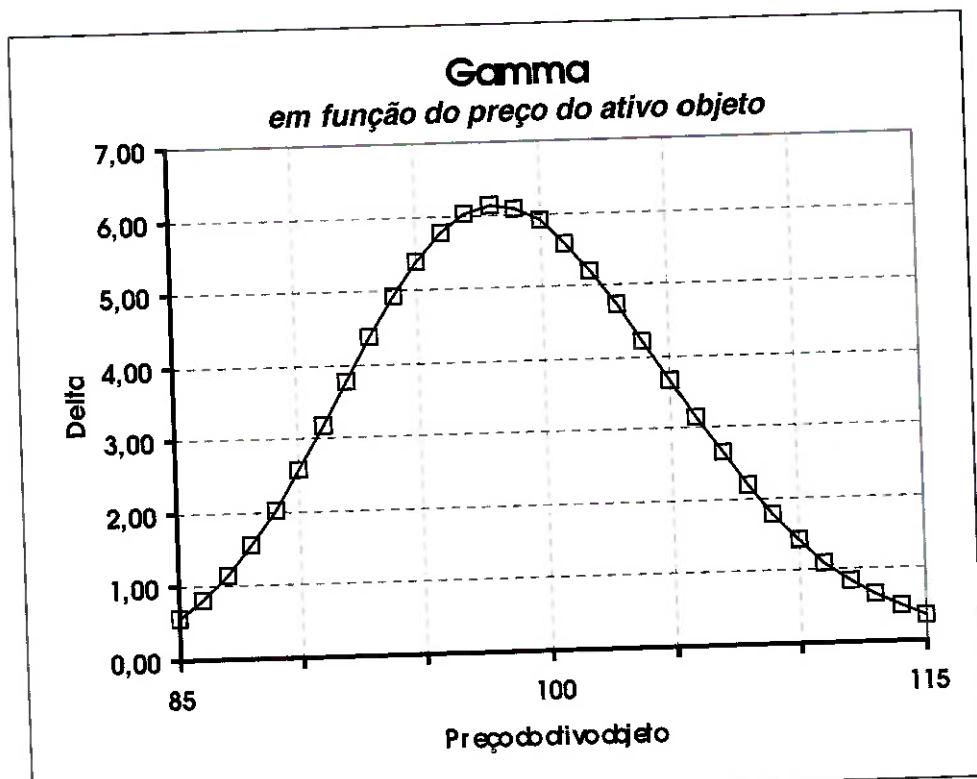
➤ Opções de compra ou de venda:  $\Gamma = \frac{N'(d_1) * e^{-q(T-t)}}{S * \sigma * \sqrt{T-t}}$

Uma vez definido que o Delta será a referência para a construção do mecanismo de hedge da posição em opções, o estudo de seu comportamento se faz necessário. Na discussão do modelo de B&S, foi apresentado que este comportamento pode ser descrito pelo Gamma, ou

seja, pela segunda derivada do modelo em relação ao preço do ativo objeto (por conseguinte a primeira derivada do Delta em relação à mesma variável).

Note que o estudo do gama da posição em opções servirá como ilustração da forma como seu Delta mudará para cada variação no preço do ativo. Sendo assim, conhecer a velocidade na qual tais alterações ocorrem serão essenciais para a manutenção da eficácia do “hedge”.

Observaremos a seguir o gráfico ilustrativo do comportamento do Gama de uma opção de compra no dinheiro, a um mês (22 dias úteis) antes do vencimento, em função do preço do ativo objeto (os demais parâmetros são iguais aos utilizados para os gráficos no item referente ao Delta).



- ADAPTADO DE SILVA NETO, L.A., *Derivativos: definições, emprego e risco* -

Segundo Silva Neto<sup>62</sup>, o Gamma das opções varia muito com a variação do valor do ativo objeto. Quanto mais no dinheiro estiver a opção, mais seu Delta irá variar. As opções muito dentro e muito fora do dinheiro, extremidades esquerda e direita do gráfico acima, possuem um Delta muito tranquilo, pouco sensível às variações no preço à vista do ativo objeto. Para opções dentro do dinheiro, lado direito do gráfico, o Delta estará próximo ou em um, ou seja, o valor da opção se move como o valor do ativo objeto. Para opções fora do dinheiro, lado esquerdo do

<sup>62</sup> SILVA NETO, L.A., *Derivativos: definições, emprego e risco*, Atlas, 1998.

gráfico, o Delta será muito pequeno, próximo de zero, e o valor da opção quase não se altera dada uma mudança no valor do ativo.

### ***Vega***

Definimos Vega como a taxa de variação do preço da opção em relação à volatilidade. Sendo assim, este parâmetro pode ser definido como a primeira derivada do modelo em relação à volatilidade do ativo objeto.

Expressões (para opções européias):

- **Sem Dividendos:**

➤ Opções de compra ou de venda:  $v = S * \sqrt{T-t} * N'(d_1)$

- **Com Dividendos:**

➤ Opções de compra ou de venda:  $v = S * \sqrt{T-t} * N'(d_1) * e^{-q(T-t)}$

### Rho

Definimos Rho como a taxa de variação do preço da opção em relação à taxa de juros de mercado, para o prazo da operação considerado. Mede a sensibilidade da sensibilidade do valor da carteira de opções aos juros. Sendo assim, este parâmetro pode ser definido como a primeira derivada do modelo em relação à taxa de juros.

Expressões (para opções européias):

- **Com ou Sem Dividendos:**

➤ Opções de compra:  $\rho = X * (T-t) * e^{-r(T-t)} * N(d_2)$

➤ Opções de venda:  $\rho = -X * (T-t) * e^{-r(T-t)} * N(-d_2)$

### 6.2.11 Valor de um “portfolio” de opções em função das gregas

Como vimos anteriormente, o preço de uma opção é uma função multivariável, dependendo do Preço de Exercício, do Preço do ativo objeto no mercado à vista, do tempo, da volatilidade e por fim, da taxa de juros, para sua determinação. De acordo com conceitos de cálculo diferencial, podemos expressar a variação do valor de uma função através de suas derivadas parciais, recaindo em uma Série de Taylor. No nosso caso, podemos exprimir a variação no valor de um “portfolio” de opções da seguinte forma:

$$\Delta\pi = \frac{\partial\pi}{\partial s}\Delta s + \frac{\partial\pi}{\partial t}\Delta t + \frac{\partial\pi}{\partial\sigma}\Delta\sigma + \frac{\partial\pi}{\partial r}\Delta r + \frac{1}{2}\frac{\partial^2\pi}{\partial s^2} + \dots$$

Aonde:

$$\frac{\partial\pi}{\partial s} = \Delta(\text{Delta}) \quad \frac{\partial\pi}{\partial t} = \theta(\text{Theta}) \quad \frac{\partial\pi}{\partial\sigma} = \nu(\text{Vega}) \quad \frac{\partial\pi}{\partial r} = \rho(\text{Rho}) \quad \frac{\partial^2\pi}{\partial s^2} = \Gamma(\text{Gamma})$$

- $\pi$ : Valor do Livro
- $S$ : Valor do ativo objeto no mercado à vista
- $t$ : Tempo
- $\sigma$ : Volatilidade
- $r$ : Taxa de Juros

Para nossa análise, a consideração apenas dos termos apresentados é suficiente, pois, para os demais, estaremos lidando com derivadas de maior ordem, que por sua vez resultarão em contribuições marginais na determinação da variação total, podendo então estes termos ser desprezados por participasse.

### 6.3 “Hedge”

O termo “hedge” é usual no mercado para designar operações cujo objetivo é a redução da exposição ao risco de uma posição de estoque ou caixa, podendo ser utilizadas inclusive para proteção contra outras operações em aberto. Em sua obra *Introdução aos mercados futuros e de opções*, John Hull apresenta a seguinte definição para uma operação de “hedge”:

*“Seu objetivo (do hedger) é utilizar os mercados futuros para reduzir determinado risco que possa enfrentar, relacionado ao preço do petróleo, a uma taxa de câmbio, ao nível do mercado de ações ou a outras variáveis. Um hedge perfeito, que na prática é raro, é aquele que elimina completamente o risco.”*

Segundo Silva Neto<sup>63</sup>, neste trecho de sua obra Hull quer dizer que o “hedge”, ao reduzir o risco da operação, está na verdade diminuindo ou eliminando a possibilidade de perda de dinheiro em caso de alteração nas taxas de câmbio e juros, índices e preços.

Ao realizar o “hedge” de uma posição, o “hedger” está garantindo o resultado da operação que protegeu, ou seja, independente das condições de mercado, o resultado final é conhecido e travado. Desta forma observamos que o “hedger” está protegido contra perdas em caso de movimentos desfavoráveis, mas ao mesmo tempo está restrito a ganhos extras caso o mercado se movimente favoravelmente.

---

<sup>63</sup> SILVA NETO, L.A., Derivativos: definições, emprego e risco, Atlas, 1998.

Um fator importante a ser considerado é que a trava de “hedge” pode ser específica para um valor específico ou para um intervalo, ou melhor, o “hedger” pode assumir uma faixa de variação na qual sente-se confortável. Em termos práticos, são estabelecidos preços máximos ou mínimos para o ativo em questão.

### 6.3.1 Operações de Hedge

Conceitualmente, temos dois tipos básicos de operações de hedge:

- **Hedge de Venda:** quando o detentor do ativo pretende assegurar os preços mínimos de venda, de forma a compensar seus custos e investimentos na produção. Como exemplo típico temos os produtores agrícolas.
- **Hedge de Compra:** quando os clientes finais do produto querem se proteger contra altas inesperadas nos preços de mercado do ativo. Como exemplo típico temos as agroindústrias, que dependem da matéria-prima para sua produção, e desejam se proteger contra altas nos preços;

### 6.3.2 A decisão de hedge

A questão ao redor da decisão em se fazer ou não o hedge de uma posição é uma questão bastante complicada, tão quanto se fazer uma aposta. Os riscos envolvidos em uma operação são muito diversos, e nem sempre elimináveis. Sendo assim, sobre alguns deles, poderemos apenas exercer algum controle, dependendo de suas características, probabilidades de ocorrência e do custo envolvido no controle.

Partindo-se do pressuposto que a opção por contratar-se o “hedge” de uma operação é incentivada pela perspectiva de uma variação desfavorável no mercado (caso contrário, não seria justificável a contratação), esta decisão representa uma forma de especulação sobre o comportamento do mercado em que se negocia.

Assim, a decisão de hedge é tão delicada quanto a de aposta: nas duas situações deverão ser considerados os prós e contras objetivamente.

### 6.3.3 Instrumentos de “hedge”

O ferramental disponível para a execução de operações de “hedge” é muito variado: combinações de produtos derivativos são largamente aplicadas nesta tarefa. Um aspecto importante a ser observado é que não existe um ferramental melhor ou pior que o outro: existe

uma situação na qual a escolha depende do grau de adequação que cada uma das alternativas disponibiliza. Dentre os ferramentais mais utilizados, temos:

- ❖ Contratos futuros;
- ❖ “Swaps”;
- ❖ Opções.

No presente trabalho utilizaremos opções como instrumental para a construção do “hedge” da estrutura proposta. No próximo item será apresentado o mecanismo de funcionamento deste dispositivo, assim como suas variantes e formas de gerenciamento.

#### **6.3.4 “Hedge” com opções**

O “hedge” com opções tem duas variantes principais:

- **“Hedge” estático**: nesta alternativa a posição de opções é mantida em carteira até o vencimento, sendo seu gerenciamento bem mais simples por não haver a necessidade de ajustes ao longo do tempo. Seu princípio de funcionamento é a contratação de estruturas semelhantes às existentes, mas em posições opostas, compensando variações indesejadas;
- **“Hedge” dinâmico**: nesta alternativa a posição de opções é mantida em carteira por certo intervalo, anterior ao vencimento, havendo a necessidade de se acompanhar a eficiência do hedge constantemente (ou intervalos de tempo estipulados).

O mecanismo de “hedge” escolhido para o gerenciamento do produto em estruturação será o **“hedge dinâmico”**, pois esta alternativa permite maior flexibilidade e adoção de posturas diferenciadas em relação aos movimentos de mercado ao longo do tempo. Exige maior trabalho, pois o seu gerenciamento é mais complexo, mas julgamos que seja mais adequado dados o dinamismo e velocidade com que o mercado financeiro se movimenta.

#### **6.3.5 “Hedge” dinâmico**

Diferentemente do “hedge” estático, que pressupõe a existência de opções com mesmos preços de exercícios e vencimentos, o “hedge” dinâmico visa atender a situações mais genéricas, sem o pressuposto da modalidade estática. Outro aspecto a ser considerado é que o preço de uma

opção não se comporta da mesma forma que o ativo subjacente, pois outros fatores são considerados em sua determinação<sup>64</sup>.

## 6.4 “Duration”

Dentro do conceito de “hedge” apresentado (discutimos acima apenas os aspectos relevantes ao manuseio de opções), apresentaremos um conceito para a proteção de estruturas de Renda Fixa. Este conceito será apresentado de forma simples e sistemática, de forma a fornecer subsídios suficientes para o leitor estruturar seu próprio mecanismo.

Podemos definir “duration”, segundo Hull<sup>65</sup>, da seguinte forma: dado um fluxo de caixa conhecido distribuído ao longo do tempo, definimos “duration” como o tempo médio que se leva para receber o valor presente de metade do valor total inicialmente investido, assumindo que todos os recebimentos são reinvestidos, e que os fluxos de caixas são mantidos até o vencimento da operação.

Em termos mais simples, podemos interpretar a cálculo do “duration” como uma soma vetorial, objetivando, por exemplo, encontrar o centro de gravidade de um corpo: o fluxo encontrado no cálculo é tão representativo do fluxo total, como a carga equivalente, no caso de um corpo, sendo aplicada no centro de gravidade.

Podemos expressar o “duration” de um fluxo de caixa conhecido através da seguinte expressão:

$$D = \sum_{i=1}^t \left( \frac{PV_i}{PV_{SOMA}} * i \right)$$

Aonde:

- ❖ D: “duration”;
- ❖ PV<sub>i</sub>: valor presente do fluxo de caixa no período I;
- ❖ PV<sub>SOMA</sub>: soma de todos os PV<sub>i</sub>.

<sup>64</sup> Tempo remanescente, taxa de juros, preço de exercício e volatilidade.

<sup>65</sup> HULL, J.C. Options, futures and other derivative securities, Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1998

## 7 Anexo 2 – Estruturas utilizadas / Livro de Opções

Apresentaremos neste anexo as estruturas propostas, a título de exemplo, com um maior grau de detalhamento do que aquele utilizado no corpo do trabalho. Note que as operações relativas à montagem de cada uma delas será mostrada, indicando os custos e características das opções constituintes.

Mostraremos a seguir o Livro de Opções com as estruturas aqui apresentadas já inclusas.

### 7.1 Estruturas

#### Cliente A

- Participação na Subida
- Montante Investido: R\$ 1.000.000,00
- Grau de Proteção: 95,00%
- Prazo: 180 dias
- Data da estruturação: 01/09/98

Call Spread			Put Spread			Call		
Strike:	8.193	Pontos	Strike:	9.449	Pontos	Strike:	8.193	Pontos
Barreira:	9.449	Pontos	Barreira:	8.193	Pontos	Volume:	58	Ctos
Volume:	194	Ctos	Volume:	252	Ctos	P.U.:	1425	Pontos
P.U.:	392	Pontos	P.U.:	693	Pontos			
Prêmio:	228.144,00	R\$	Prêmio:	523.908,00	R\$	Prêmio:	247.950,00	R\$

#### Cliente B

- Participação na Subida
- Montante Investido: R\$ 1.500.000,00
- Grau de Proteção: 100,00%
- Prazo: 120 dias
- Data da estruturação: 01/09/98

Call Spread			Put Spread			Call		
Strike:	8.192	Pontos	Strike:	9.442	Pontos	Strike:	8.192	Pontos
Barreira:	9.442	Pontos	Barreira:	8.192	Pontos	Volume:	72	Ctos
Volume:	328	Ctos	Volume:	400	Ctos	P.U.:	1.061	Pontos
P.U.:	361	Pontos	P.U.:	763	Pontos			
Prêmio:	355.224,00	R\$	Prêmio:	915.600,00	R\$	Prêmio:	229.176,00	R\$

### Cliente C

- Participação na Queda
- Montante Investido: R\$ 1.000.000,00
- Grau de Proteção: 95,00%
- Prazo: 180 dias
- Data da estruturação: 03/09/98

Call Spread			Put Spread			Put		
Strike:	7.872	Pontos	Strike:	8.650	Pontos	Strike:	8.650	Pontos
Barreira:	8.650	Pontos	Barreira:	7.872	Pontos	Volume:	51	Ctos
Volume:	407	Ctos	Volume:	356	Ctos	P.U.:	1.564	Pontos
P.U.:	268	Pontos	P.U.:	406	Pontos			
Prêmio:	327.228,00	R\$	Prêmio:	433.608,00	R\$	Prêmio:	239.292,00	R\$

### Cliente D

- Participação na Subida
- Montante Investido: R\$ 1.200.000,00
- Grau de Proteção: 100,00%
- Prazo: 90 dias
- Data da estruturação: 04/09/98

Call Spread			Put Spread			Call		
Strike:	7.931	Pontos	Strike:	8.644	Pontos	Strike:	7.931	Pontos
Barreira:	8.644	Pontos	Barreira:	7.931	Pontos	Volume:	52	Ctos
Volume:	509	Ctos	Volume:	561	Ctos	P.U.:	849	Pontos
P.U.:	223	Pontos	P.U.:	432	Pontos			
Prêmio:	340.521,00	R\$	Prêmio:	727.056,00	R\$	Prêmio:	132.444,00	R\$

### Cliente E

- Participação na Queda
- Montante Investido: R\$ 2.000.000,00
- Grau de Proteção: 100,00%
- Prazo: 72 dias
- Data da estruturação: 04/09/98

Call Spread			Put Spread			Put		
Strike:	7.925	Pontos	Strike:	8.680	Pontos	Strike:	7.925	Pontos
Barreira:	8.680	Pontos	Barreira:	7.925	Pontos	Volume:	34	Ctos
Volume:	883	Ctos	Volume:	849	Ctos	P.U.:	1.609,00	Pontos
P.U.:	220	Pontos	P.U.:	492	Pontos			
Prêmio:	582.780,00	R\$	Prêmio:	1.253.124,00	R\$	Prêmio:	164.118,00	R\$

### Cliente F

- Participação na Subida
- Montante Investido: R\$ 1.000.000,00
- Grau de Proteção: 92,50%
- Prazo: 90 dias
- Data da estruturação: 08/09/98

Call Spread			Put Spread			Call		
Strike:	8.139	Pontos	Strike:	9.600	Pontos	Strike:	8.139	Pontos
Barreira:	9.600	Pontos	Barreira:	8.139	Pontos	Volume:	132	Ctos
Volume:	79	Ctos	Volume:	211	Ctos	P.U.:	728	Pontos
P.U.:	431	Pontos	P.U.:	963	Pontos			
Prêmio:	102.147,00	R\$	Prêmio:	609.579,00	R\$	Prêmio:	288.288,00	R\$

### Cliente G

- Participação na Queda
- Montante Investido: R\$ 1.500.000,00
- Grau de Proteção: 95,00%
- Prazo: 120 dias
- Data da estruturação: 10/09/98

Call Spread			Put Spread			Put		
Strike:	8.219	Pontos	Strike:	8.794	Pontos	Strike:	8.794	Pontos
Barreira:	8.794	Pontos	Barreira:	8.219	Pontos	Volume:	53	Ctos
Volume:	826	Ctos	Volume:	773	Ctos	P.U.:	1.699	Pontos
P.U.:	180	Pontos	P.U.:	338	Pontos			
Prêmio:	446.040,00	R\$	Prêmio:	783.822,00	R\$	Prêmio:	270.141,00	R\$

**Cliente H**

- Participação na Subida
- Prazo: 90 dias
- Montante Investido: R\$ 1.800.000,00
- Data da estruturação: 11/09/98
- Grau de Proteção: 100,00%

Call Spread			Put Spread			Call		
Strike:	7.930	Pontos	Strike:	9.193	Pontos	Strike:	7.930	Pontos
Barreira:	9.193	Pontos	Barreira:	7.930	Pontos	Volume:	102	Ctos
Volume:	373	Ctos	Volume:	475	Ctos	P.U.:	803	Pontos
P.U.:	355	Pontos	P.U.:	812	Pontos			
Prêmio:	397.245,00	R\$	Prêmio:	1.157.100,00	R\$	Prêmio:	245.718,00	R\$

**7.2 Livro de Opções**

Apresentaremos a seguir a situação do Livro, em uma situação exemplo. As condições de mercado neste instante, eram as seguintes:

- ❖ Data: 01/10/98
- ❖ Ibovespa à vista: 8.000 pontos
- ❖ Taxa de Juros: 25,00% ao ano
- ❖ Volatilidade: 40% ao ano

Contraparte	Código	Call(0) Put(1)	Início	Vencimento	Prazo	Strike	Contrács	Prêmio Rec	Notand
A	box01	0	01/Set/98	28/Fev/99	180.00	9.449,00	194.00	1.031,00	5.492.318,00
A	box02	0	01/Set/98	28/Fev/99	180.00	8.193,00	(194.00)	1.423,00	(478.326,00)
A	box03	1	01/Set/98	28/Fev/99	180.00	9.449,00	(250.00)	1.986,00	(7.143.444,00)
A	box04	1	01/Set/98	28/Fev/99	180.00	8.193,00	250.00	1.333,00	6.198.933,00
A	put	0	01/Set/98	28/Fev/99	180.00	8.193,00	(50.00)	1.425,00	(1.425.822,00)
B	box01	0	01/Set/98	30/Dez/98	120.00	9.442,00	320.00	646,00	9.220.928,00
B	box02	0	01/Set/98	30/Dez/98	120.00	8.192,00	(250.00)	1.007,00	(8.000.928,00)
B	box03	1	01/Set/98	30/Dez/98	120.00	9.442,00	(400.00)	2.068,00	(11.330.400,00)
B	box04	1	01/Set/98	30/Dez/98	120.00	8.192,00	400.00	1.335,00	9.830.400,00
B	put	0	01/Set/98	30/Dez/98	120.00	8.192,00	(720.00)	1.061,00	(1.769.472,00)
C	box01	0	03/Set/98	02/Mar/99	180.00	8.650,00	47.00	1.256,00	10.561.650,00
C	box02	0	03/Set/98	02/Mar/99	180.00	7.872,00	(400.00)	1.524,00	(9.611.712,00)
C	box03	1	03/Set/98	02/Mar/99	180.00	8.650,00	(350.00)	1.557,00	(9.288.200,00)
C	box04	1	03/Set/98	02/Mar/99	180.00	7.872,00	350.00	1.151,00	8.477.280,00
C	put	1	03/Set/98	02/Mar/99	180.00	8.650,00	(50.00)	1.564,00	(1.323.450,00)
D	box01	0	04/Set/98	03/Dez/98	90.00	8.644,00	500.00	575,00	13.192.388,00
D	box02	0	04/Set/98	03/Dez/98	90.00	7.931,00	(500.00)	788,00	(12.110.637,00)
D	box03	1	04/Set/98	03/Dez/98	90.00	8.644,00	(500.00)	1.500,00	(14.547.852,00)
D	box04	1	04/Set/98	03/Dez/98	90.00	7.931,00	500.00	1.008,00	13.347.873,00
D	put	0	04/Set/98	03/Dez/98	90.00	7.931,00	(520.00)	842,00	(1.237.236,00)

E	b001	0	04Set/98	15Nov/98	72.00	86800	88300	48400	22983.3000
E	b002	0	04Set/98	15Nov/98	72.00	792500	88300	7800	20193.3500
E	b003	1	04Set/98	15Nov/98	72.00	86800	(8400)	1.6800	22107.8000
E	b004	1	04Set/98	15Nov/98	72.00	792500	88300	111600	2018497500
E	pat	1	04Set/98	15Nov/98	72.00	86800	(3400)	1.6800	2053600
F	b001	0	08Set/98	07Dec/98	90.00	966000	7900	36400	22752000
F	b002	0	08Set/98	07Dec/98	90.00	813900	(7900)	7500	1.928943.00
F	b003	1	08Set/98	07Dec/98	90.00	966000	21100	213500	60768000
F	b004	1	08Set/98	07Dec/98	90.00	813900	21100	1.17200	5151.88700
F	pat	0	08Set/98	07Dec/98	90.00	813900	(13200)	7800	3223.04400
G	b001	0	10Set/98	08Jan/99	120.00	879400	82600	105640.75	21791.53200
G	b002	0	10Set/98	08Jan/99	120.00	821900	(8500)	9800	20366.6200
G	b003	1	10Set/98	08Jan/99	120.00	879400	(7300)	1.6500	21338.2600
G	b004	1	10Set/98	08Jan/99	120.00	821900	77300	1.32100	19.05286100
G	pat	1	10Set/98	08Jan/99	120.00	879400	(8500)	169900	(1.388246.00)
H	b001	0	11Set/98	10Dec/98	90.00	919800	37300	4800	10286857.00
H	b002	0	11Set/98	10Dec/98	90.00	799000	(37300)	7800	8873.6000
H	b003	1	11Set/98	10Dec/98	90.00	919800	(47500)	1.8800	(13100050.00)
H	b004	1	11Set/98	10Dec/98	90.00	799000	47500	1.0480	11.30123000
H	pat	0	11Set/98	10Dec/98	90.00	799000	(10200)	8800	2426550.00

Prêmio	Price	Delta	Gamma	Vega (1%)	Theta (d)	Rho (1%)
(610220)	(37.03143)	9054	345	11.9824	(2.9563)	7.40014
88.1860	6660592	(12985)	(337)	(108220)	3.16985	(102108)
1.50897600	944511.11	13439	(448)	(155040)	(62284)	172173
(9850880)	(3840131)	(83.31)	437	14.1638	(241.72)	(99127)
247.9800	192.13949	(3882)	(101)	(3226.37)	97.89	(302.74)
(6356640)	(36608836)	116.75	707	14.6572	(5215.5)	698020
93088800	7827428	(201.79)	(75)	(1504294)	6.19855	(1015044)
24814000	1.49031400	257.62	(862)	(17.88697)	(103124)	19.18274
(1.5660000)	(69.3784)	(153.92)	945	18.3455	(1.146.14)	(10.0843)
229.17600	171.82301	(44.0)	(170)	(33.02.11)	1.30066	(2228.15)
(1.5335760)	(1.1701459)	241.55	733	24.82.70	(6571.5)	19.53692
1.8008400	1.673004	(25545)	(65)	(21.142.6)	6.56985	(23.122.94)
1.6628760	79227681	1471	(64)	(21.537.3)	(24.62)	18.00351
(1.2222860)	(4270270)	(7.5)	574	18.488.33	(483.15)	(11.697.78)
2392220	11335033	2073	(092)	(3005.40)	(3.55)	233001
(8780250)	(66520322)	2271	1455	20.269.75	(100845)	8.0954
121854600	1.141.081.82	(333.19)	(1407)	(1883641)	1077.35	(11.997.02)
252450000	1.19128655	33452	(1604)	(22.340.53)	1.44445	1487934
(1.797.4440)	(50.14951)	(193.77)	1551	20.760.76	(2939.62)	9.136.13
13244400	116574.17	(3404)	(144)	(1.924.56)	1.02490	(1.225.64)

(182) 1600	(7886823)	347.5	28.92	2885.84	(185224)	9433.74
1,864,8800	1,636,1059	(55.95)	(29.3)	(2803.27)	20,887	(149154)
4035,5600	1,819,9577	5144	(27.8)	(27.758)	2948.11	17,7142
(28424520)	(76109909)	(35.41)	28.19	26,9423	(63002)	(101132)
16411800	7288446	20.61	(1.1)	(1.107.94)	118.06	73940
(862800)	(5241838)	20.94	1.7	2679.30	(1.184.34)	837.69
18841500	15867.91	(47.4)	2.19	(31.13.39)	1,631.05	(1.82476)
1,351,4500	876540.31	155.8	(45)	(7.156.11)	(8649)	8553.06
(7418760)	(277.5220)	(8423)	5.85	8435.69	(941.24)	(4228.79)
28828800	235122.69	(79.3)	(36)	(5277.31)	275.30	(3048.99)
(27.152492055)	(1.594577.76)	40.19	13.80	41.47.71	(1453.93)	2293480
24074200	207844620	(51.26)	(8.55)	(39.615.4)	15,179.33	(2817.45)
38722100	1,894,38.96	389.13	(17.59)	(38810.6)	389.64	3089228
(36633500)	(1.18664991)	(29454)	17.34	3.073.50	(1.848.74)	(2273.13)
20141.00	129857.30	26.88	(12)	(2661.02)	26.72	2118.10
(4557170)	(38715.34)	130.44	9.17	14616.82	(6381.41)	5,389.78
89298200	89088801	(245.6)	9.72	(1451.3)	7,601.76	9,769.34
24515000	1,535,25.47	3888	(11.69)	(18613.91)	(39.13)	17,399.98
(1484100)	(485534)	(61.14)	12.37	18,433.25	(2205.4)	(84929)
2571800	243615.38	(6.4)	(26)	(3951.86)	20,83.77	(2671.51)
<b>TOTALS</b>			<b>10,759,601.38</b>	<b>(100,73)</b>	<b>(12.59)</b>	<b>(23,606,76)</b>
					<b>195.41</b>	<b>20,098.35</b>