

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TRABALHO DE FORMATURA

**MESA DE VOLATILIDADE:
UMA QUESTÃO ESTRATÉGICA**

AUTOR:

RICARDO RITTES DE OLIVEIRA SILVA

ORIENTADOR:

PROFESSOR ISRAEL BRUNSTEIN

SÃO PAULO

1998

*Xf. 1998
Si 281m*

"O que o futuro reserva na análise de derivativos? Estamos sempre tentados a responder a este tipo de pergunta dizendo que todas as descobertas importantes já foram feitas. Eu não acho que isso seja verdade no estudo de derivativos. Muitos estudos - teóricos e empíricos - são feitos por instituições financeiras e acadêmicos todos os anos. Novos derivativos estão sendo desenvolvidos em um ritmo intenso. Não há dúvida que novas idéias e resultados importantes irão continuar a surgir."

John C. Hull

AGRADECIMENTOS

Ao professor Israel Brustein pela valiosa orientação e incentivo.

A Hudson Palumbo Jr. pela oportunidade de estágio e direcionamento do trabalho.

A Flávio Barbosa Andreo pela sua paciência e didática ao dirimir minhas dúvidas conceituais.

Ao engenheiro e colega de trabalho Renato Theodoro pelo apoio, aconselhamentos e pelo material técnico.

A todos os funcionários do Banco CCF que, de alguma forma, participaram da execução deste projeto.

SUMÁRIO

Este trabalho propõe a criação de uma Mesa de Volatilidade em um banco múltiplo.

O processo de criação da nova área engloba um embasamento teórico, a criação dos primeiros produtos financeiros, um estudo a fundo dos detalhes operacionais, o dimensionamento, a criação de instrumentos de controle de risco e o método de apuração de resultados.

ÍNDICE

SUMÁRIO

RESUMO

I. INTRODUÇÃO

1

| | |
|---|-----------|
| 1.1. A EMPRESA | 1 |
| 1.1.1. O GRUPO CONTROLADOR DO BANCO CCF BRASIL | 1 |
| 1.1.2. CCF BRASIL | 1 |
| 1.1.3. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL | 3 |
| 1.2. O ESTÁGIO. | 7 |
| 1.3. PROPOSTA PARA O TRABALHO DE FORMATURA. | 9 |
| 1.3.1. COMO CAPACITAR O BANCO NESTE TIPO DE PRODUTO? | 9 |
| 1.3.2. COMO SE DARIA A IMPLEMENTAÇÃO DA “MESA DE VOLATILIDADE”? | 10 |
| 1.4. OBJETIVO: | 10 |

II. INTRODUÇÃO TEÓRICA

11

| | |
|--|-----------|
| 2.1. OPÇÕES | 11 |
| 2.2. OPÇÕES DE BALCÃO | 12 |
| 2.3. ESPECIFICAÇÃO DAS OPÇÕES DE AÇÕES | 13 |
| 2.3.1. DIA DO VENCIMENTO | 13 |
| 2.3.2. PREÇO DE EXERCÍCIO | 13 |
| 2.4. FATORES QUE AFETAM OS PREÇOS DAS OPÇÕES DE AÇÕES | 14 |
| 2.4.1. O PREÇO DA AÇÃO E O PREÇO DE EXERCÍCIO | 14 |
| 2.4.2. O TEMPO ATÉ O VENCIMENTO | 14 |
| 2.4.3. VOLATILIDADE | 16 |
| 2.4.4. A TAXA DE JUROS | 16 |
| 2.4.5. DIVIDENDOS | 17 |
| 2.5. NOTAÇÃO E CONSIDERAÇÕES | 18 |
| 2.6. PARÂMETROS DE PREÇOS | 20 |
| 2.6.1. PREÇOS MÁXIMOS | 20 |
| 2.6.2. PREÇOS MÍNIMOS PARA UMA AÇÃO QUE NÃO DISTRIBUI DIVIDENDOS | 21 |
| 2.6.3. A PARIDADE ENTRE OPÇÕES DE COMPRA E VENDA | 21 |
| 2.7. O MODELO DE PRECIFICAÇÃO BLACK -SCHOLES | 22 |
| 2.7.1. O LEMA DE ITO | 22 |
| 2.7.2. A PROPRIEDADE LOGNORMAL DA DISTRIBUIÇÃO DO PREÇO DE AÇÕES | 24 |
| 2.7.3. ESTIMANDO VOLATILIDADE | 25 |
| 2.7.4. AS FÓRMULAS DE PRECIFICAÇÃO BLACK-SCHOLES | 26 |

III. NECESSIDADES IMEDIATAS DO BANCO CCF

28

| | |
|--------------------------|-----------|
| 3.1. INTRODUÇÃO | 28 |
| 3.2. OS PROCESSOS | 28 |

| | |
|---|------------|
| 3.2.1 NEGOCIAÇÃO DE OPÇÕES DE BALCÃO | 28 |
| 3.2.2. OPERAÇÕES COM NOTAS ESTRUTURADAS | 31 |
| 3.3. A PLANILHA DE CRIAÇÃO DE NOTAS ESTRUTURADAS | 34 |
| 3.4. A PLANILHA DE PRECIFICAÇÃO | 42 |
| IV. GERÊNCIA DE RISCO | 51 |
| 4.1. INTRODUÇÃO | 51 |
| 4.2. DELTA HEDGING | 52 |
| 4.3. THETA | 56 |
| 4.4. GAMMA | 58 |
| 4.5. A RELAÇÃO ENTRE DELTA, THETA E GAMMA | 61 |
| 4.6. VEGA | 64 |
| 4.7. RHO | 66 |
| 4.8. USANDO O HEDGE COM AS LETRAS GREGAS NA PRÁTICA | 66 |
| 4.9. ESCOLHENDO O RESPONSÁVEL PELO CONTROLE DO RISCO | 68 |
| V. VOLATILIDADE | 72 |
| 5.1. INTRODUÇÃO | 72 |
| 5.2. TIPOS BÁSICOS | 72 |
| VI. DIMENSIONAMENTO | 75 |
| 6.1. CRIAÇÃO DA NOVA ÁREA: UMA MESA DE VOLATILIDADE | 75 |
| 6.2. DEFINIÇÃO DE FUNÇÕES | 75 |
| 6.3. AGREGANDO FUNÇÕES OU CONTRATANDO MÃO DE OBRA? | 80 |
| 6.4. O FUNCIONÁRIO A SER CONTRATADO - PERFIL E QUALIFICAÇÕES | 83 |
| 6.5. TREINAMENTO E NOVAS ATRIBUIÇÕES DADAS AO OPERADOR DE BOLSA | 84 |
| 6.6. RECURSOS | 85 |
| 6.6.1. CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO | 87 |
| 6.6.2. CUSTOS MENSAIS | 88 |
| VII. CRIANDO INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RISCOS | 90 |
| 7.1. UMA PLANILHA COMO INSTRUMENTO DE CONTROLE DE RISCO | 90 |
| 7.2. HISTÓRICO DE CRIAÇÃO DA PLANILHA | 90 |
| 7.3. A PLANILHA | 92 |
| VIII. RESULTADOS | 99 |
| 8.1. INTRODUÇÃO | 99 |
| 8.2. QUANTIFICAÇÃO DOS RESULTADOS OPERACIONAIS: | 100 |
| 8.3. COMPARAÇÃO ENTRE CUSTOS E BENEFÍCIOS | 102 |
| IX. CONCLUSÃO | 106 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| <u>FIGURA</u> | <u>PÁGINA</u> |
|---|---------------|
| FIGURA 1 - ORGANOGRAMA OFICIAL DO BANCO - FONTE: MANUAL DE INTEGRAÇÃO DO NOVO FUNCIONÁRIO - CCF BRASIL | 3 |
| FIGURA 2 - ORGANOGRAMA SIMPLIFICADO - ELABORADO PELO AUTOR | 4 |
| FIGURA 3 - ATRIBUIÇÕES DA ÁREA EM QUE O ESTÁGIO SE REALIZA - ELABORADO PELO AUTOR | 8 |
| FIGURA 4 - GRÁFICO DO RESULTADO DA COMPRA DE UMA OPÇÃO DE COMPRA EM FUNÇÃO DA VARIAÇÃO DO PREÇO DO ATIVO - ELABORADO PELO AUTOR | 11 |
| FIGURA 5 - GRÁFICO DO RESULTADO DA COMPRA DE UMA OPÇÃO DE VENDA EM FUNÇÃO DA VARIAÇÃO DO PREÇO DO ATIVO - ELABORADO PELO AUTOR | 12 |
| FIGURA 6 - FATORES QUE AFETAM OS PREÇOS DAS OPÇÕES DE AÇÕES - ELABORADO PELO AUTOR | 15 |
| FIGURA 7 - GRÁFICO DE DISTRIBUIÇÃO LOGNORMAL - ELABORADO PELO AUTOR | 24 |
| FIGURA 8 - RESUMO DO PROCESSO DE NEGOCIAÇÃO DE OPÇÕES DE BALCÃO - ELABORADO PELO AUTOR | 29 |
| FIGURA 9 - NEGOCIAÇÃO DE OPÇÕES FLEXÍVEIS DE ÍNDICE BOVESPA - ELABORADO PELO AUTOR | 33 |
| FIGURA 10 - SAÍDA DA PLANILHA DE CRIAÇÃO DE NOTAS ESTRUTURADAS - ELABORADO PELO AUTOR | 35 |
| FIGURA 11 - RESUMO DE OPERAÇÃO DA PLANILHA DE CRIAÇÃO DE NOTAS ESTRUTURADAS - ELABORADO PELO AUTOR | 38 |
| FIGURA 12 - PROCESSO DE CRIAÇÃO DE NOTAS ESTRUTURADAS - ELABORADO PELO AUTOR | 41 |
| FIGURA 13 - TABELA DE ENTRADA DOS DADOS NA PLANILHA DE PRECIFICAÇÃO - ELABORADO PELO AUTOR | 43 |
| FIGURA 14 - SAÍDA DA PLANILHA DE PRECIFICAÇÃO DE OPÇÕES - ELABORADO PELO AUTOR | 44 |
| FIGURA 15 - DESTAQUE PARA AS OPÇÕES DE IBOVESPA NA PLANILHA DE PRECIFICAÇÃO - ELABORADO PELO AUTOR | 45 |
| FIGURA 16 - COLUNAS STRIKE E VENCIMENTO - ELABORADO PELO AUTOR | 46 |
| FIGURA 17 - COLUNAS DE CONTAGEM DE DIAS E VOLATILIDADE - ELABORADO PELO AUTOR | 46 |
| FIGURA 18 - METODOLOGIA PARA A OPERAÇÃO DA PLANILHA DE PRECIFICAÇÃO - ELABORADO PELO AUTOR | 47 |
| FIGURA 19 - PRÊMIO DAS OPÇÕES - ELABORADO PELO AUTOR | 48 |
| FIGURA 20 - AS LETRAS GREGAS - ELABORADO PELO AUTOR | 49 |
| FIGURA 21 - SAÍDAS DA PLANILHA DE PRECIFICAÇÃO - ELABORADO PELO AUTOR | 50 |
| FIGURA 22 - UM EXEMPLO PARA A MELHOR COMPREENSÃO DO CONCEITO DE DELTA - ELABORADO PELO AUTOR | 53 |
| FIGURA 23 - RESULTADO DE UMA CARTEIRA EM FUNÇÃO DO DELTA - ELABORADO PELO AUTOR | 55 |
| FIGURA 24 - RESULTADO DE UMA CARTEIRA EM FUNÇÃO DO THETA - ELABORADO PELO AUTOR | 57 |
| FIGURA 25 - VARIAÇÃO DO DELTA EM FUNÇÃO DO GAMMA DA CARTEIRA - ELABORADO PELO AUTOR | 60 |
| FIGURA 26 - RELACIONAMENTO ENTRE THETA E GAMMA - ELABORADO PELO AUTOR | 62 |

| | |
|--|-----|
| FIGURA 27 - RESULTADO NA CARTEIRA DE UMA VARIAÇÃO NA VOLATILIDADE EM FUNÇÃO DO VEGA DA CARTEIRA - ELABORADO PELO AUTOR | 65 |
| FIGURA 28 - O RISCO SOB A ÓTICA DO OPERADOR - ELABORADO PELO AUTOR | 67 |
| FIGURA 29 - POSSÍVEIS RESPONSÁVEIS PELA GESTÃO DO RISCO DE UMA MESA DE VOLATILIDADE - ELABORADO PELO AUTOR | 71 |
| FIGURA 30 - ESKEMA DA SOLUÇÃO MISTA - ELABORADO PELO AUTOR | 79 |
| FIGURA 31 - CARACTERÍSTICAS DA SOLUÇÃO MISTA - ELABORADO PELO AUTOR | 80 |
| FIGURA 32 - PROCESSO DE CRIAÇÃO DA MESA DE VOLATILIDADE - ELABORADO PELO AUTOR | 82 |
| FIGURA 33 - PROCESSO DE CONTRATAÇÃO DO NOVO FUNCIONÁRIO - ELABORADO PELO AUTOR | 84 |
| FIGURA 34 - PLANILHA DE GERENCIAMENTO DE RISCO - ELABORADO PELO AUTOR | 93 |
| FIGURA 35 - RESULTADOS ESPECIFICADOS - ELABORADO PELO AUTOR | 94 |
| FIGURA 36 - PREÇOS DO IBOVESPA À VISTA, ADR E FUTURO DE ÍNDICE RESPECTIVAMENTE - ELABORADO PELO AUTOR | 94 |
| FIGURA 37 - DATA - ELABORADO PELO AUTOR | 95 |
| FIGURA 38 - DIAS ÚTEIS E CORRIDOS DO ANO BASE - ELABORADO PELO AUTOR | 95 |
| FIGURA 39 - CÓDIGO DE CONTAGEM DOS DIAS - ELABORADO PELO AUTOR | 95 |
| FIGURA 40 - TAXA DE CÂMBIO - ELABORADO PELO AUTOR | 95 |
| FIGURA 41 - RISCOS ESPECIFICADOS E TOTAL DA POSIÇÃO - ELABORADO PELO AUTOR | 96 |
| FIGURA 42 - DESTAQUE DO RESULTADO - ELABORADO PELO AUTOR | 96 |
| FIGURA 43 - CADASTRO DE OPÇÕES NO BOOK - ELABORADO PELO AUTOR | 96 |
| FIGURA 44 - PARTE DAS CARACTERÍSTICAS DAS OPÇÕES - ELABORADO PELO AUTOR | 97 |
| FIGURA 45 - PREJUÍZO, LUCRO E INDICADORES DAS OPÇÕES - ELABORADO PELO AUTOR | 98 |
| FIGURA 46 - GRÁFICO DE VOLATILIDADE HISTÓRICA DE ÍNDICE BOVESPA - FONTE: APLIGRAPH | 103 |
| FIGURA 47 - ESKEMA DE FUNCIONAMENTO DO ENFOQUE TRADICIONAL - ELABORADA PELO AUTOR | 108 |
| FIGURA 48 - ENFOQUE PROPOSTO COM A CRIAÇÃO DA NOVA ÁREA - ELABORADO PELO AUTOR | 109 |

ANEXOS

| | |
|---|--------------|
| <u>1. SIMULAÇÃO DE RESULTADOS DAS NOTAS ESTRUTURADAS</u> | i |
| 1.1. NOTA ESTRUTURADA DE ÍNDICE BOVESPA | i |
| 1.2. NOTA ESTRUTURADA DE ADR DE TELEBRÁS - TBR | x |
| 1.3. RESULTADO GLOBAL E CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A SIMULAÇÃO | xx |
| <u>2. FUNÇÕES E MACROS UTILIZADAS NAS PLANILHAS</u> | xxii |
| <u>3. PROCESSO ESTOCÁSTICO DE WIENER</u> | xxx |
| <u>3.A. VARIÁVEL GENÉRICA PARA O PROCESSO DE WIENER</u> | xxxi |
| <u>4. DEMONSTRAÇÃO DO TEOREMA DE ITO</u> | xxxii |
| <u>5. METODOLOGIA PARA OBTENÇÃO DO CUSTO DO PROJETO</u> | xxxv |
| <u>6. CONSIDERAÇÕES SOBRE UM MOMENTO DE CRISE</u> | xxxix |

RESUMO

CAPÍTULO I. INTRODUÇÃO

Neste capítulo introdutório é apresentada a empresa, a estrutura organizacional, a área em que o estágio se realiza e a proposta para o trabalho de formatura. O objetivo do trabalho é explicitado no fim deste capítulo.

CAPÍTULO II. INTRODUÇÃO TEÓRICA

Aqui é apresentado o modelo de precificação escolhido para a precificação de opções e para o controle de risco.

Em linhas gerais o objetivo deste capítulo é dar o embasamento teórico dos instrumentos matemáticos que serão utilizados ao longo de todo o trabalho, seus significados e utilidades.

CAPÍTULO III. NECESSIDADES IMEDIATAS DO BANCO CCF

Este capítulo trata do estudo das necessidades que levaram à criação da nova área, faz um estudo dos processos envolvidos e trata das soluções encontradas para satisfazer às necessidades latentes do banco.

CAPÍTULO IV. GERÊNCIA DE RISCO

O intuito deste capítulo é apresentar os melhores indicadores de controle de risco com uma breve conceituação e explicação prática dos mesmos.

A segunda parte discorre sobre o perfil do responsável pela gerência do risco.

CAPÍTULO V. VOLATILIDADE

Busca-se um reforço da parte teórica, especialmente dos diferentes conceitos de volatilidade para que possamos criar instrumentos de controle de risco adequados às necessidades.

CAPÍTULO VI. DIMENSIONAMENTO

Definição de custos, funções e processos da nova área para efetivo dimensionamento da mesma. Discussão de conceitos de implantação e métodos de treinamento.

Este capítulo trata das qualificações e do treinamento dos funcionários da nova área bem como dos recursos físicos necessários para a bem sucedida implementação da nova área.

CAPÍTULO VII. CRIANDO INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RISCO

Aqui se discute o procedimento de criação e é apresentado o instrumento de controle de risco proposto.

Em um primeiro momento se discute as necessidades que moldaram a planilha na sua forma final e por fim há um estudo operacional sobre o instrumento de gestão de risco com a aplicação prática de conceitos vistos no capítulo quatro.

CAPÍTULO VIII. RESULTADOS

Neste momento fazemos uma discussão sobre os resultados mensuráveis e aqueles não passíveis de quantificação. Apresentamos algumas hipóteses básicas que tornam possível a previsão do resultado da área através de simulações e comparamos o resultado com os custos previstos.

Algumas ressalvas são feitas no sentido da magnitude dos custos não mensuráveis.

CAPÍTULO IX. CONCLUSÃO

O último capítulo recoloca, de forma sucinta, os objetivos atingidos e discorre sobre a importância do trabalho para a manutenção da competitividade global do banco.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

I. INTRODUÇÃO

1.1. A EMPRESA

1.1.1. O GRUPO CONTROLADOR DO BANCO CCF BRASIL

Fundado em 1894. O grupo *Crédit Commercial de France* é o quinto maior banco francês na classificação geral e o 3º maior entre os bancos privados. É ainda o 84º banco mundial e o 1º banco francês em *home-banking* com 350.000 terminais instalados. Possui um total de ativos da ordem de US\$ 70,2 bilhões, para um Patrimônio Líquido de US\$ 3,2 bilhões.

Presente em mais de 40 países, o Grupo CCF conta com mais de 100 companhias com cerca de 12.500 funcionários espalhados pelos 5 continentes.

Tem como estratégia básica aliar à prudência a rentabilidade, mas ao mesmo tempo preservar sua personalidade e sua vocação específica oferecendo agilidade e dinamismo. Desde sua criação o CCF se coloca como um BANCO DE NEGÓCIOS prestando serviço a clientes corporativos e privados de forte potencial econômico e financeiro.

1.1.2. CCF BRASIL

O CCF iniciou suas atividades no Brasil nos anos 60 através de um escritório de representação. Segue os mesmos princípios do Grupo CCF através do quarteto capacidade, inovação, eficiência e dinamismo. Participou ao longo de sua história de vários empreendimentos sócio-econômico brasileiros. Em 1980 associou-se a empresários brasileiros num recém criado banco que em 1985 passou-se a chamar *Crédit Commercial de France Banco de Investimento S.A.* abrindo filiais no Rio de Janeiro e Belo Horizonte (antes suas atividades estavam restritas ao pólo econômico de São Paulo).

Em 1989 alterou seu estatuto passando a ser um banco múltiplo com a razão social alterada para *Banco Crédit Commercial de France S.A.*. Em 1994 adquiriu as empresas do *Grupo Montrealbank* no Brasil e após a fusão passou a denominar-se *Banco CCF Brasil S.A.*

Hoje o Grupo CCF Brasil conta com 16 empresas entre elas o Banco. Destacam-se entre as empresas, uma corretora de valores, uma seguradora, uma companhia de leasing (arrendamento mercantil), e outras.

Com essa performance, o CCF Brasil é a maior implantação do Grupo CCF fora da França alcançando mais de 17% do resultado consolidado do Grupo CCF no mundo. Apresenta ativos da ordem de US\$ 11 bilhões, o maior entre os bancos estrangeiros em atividade no país. É o 2º banco estrangeiro privado em rentabilidade, possui atualmente mais de US\$ 330 milhões de patrimônio líquido. Atingiu uma média de 22% de rentabilidade nos últimos 10 anos com dividendos de 15% dos investimentos. O Banco CCF é o primeiro banco em volume negociado na Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F), e o segundo na Bolsa de Valores de São Paulo (BOVESPA), sendo um dos bancos com maior presença no mercado de derivativos, uma modalidade de investimento que cresce rapidamente no Brasil.

1.1.3. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Apesar da aparência moderna do Banco CCF, ele apresenta uma estrutura tradicional e muito pouco flexível com grande concentração de poder na Presidência e nas Diretorias de Áreas.

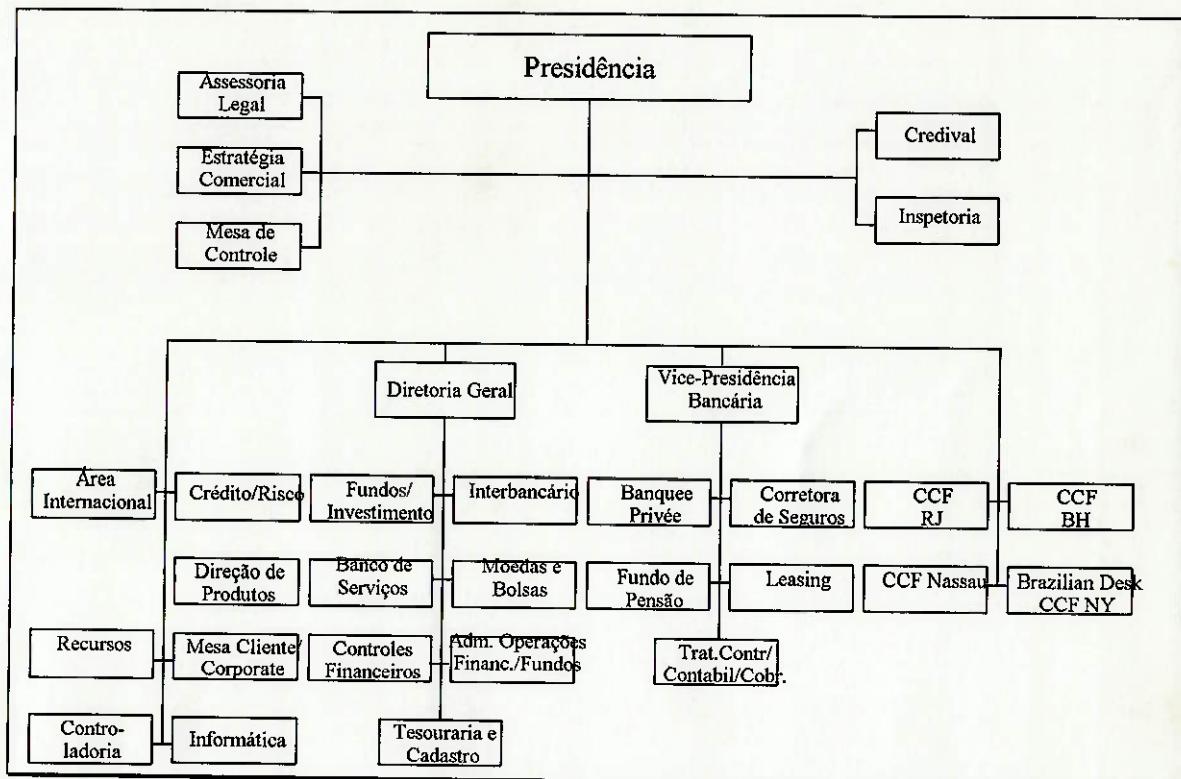


Figura 1 - Organograma oficial do Banco - fonte: Manual de Integração do novo funcionário - CCF Brasil

Acima é apresentada a estrutura organizacional segundo a visão do CCF. A seguir é mostrado um organograma simplificado mostrando as principais atividades do banco (elaborado pelo autor).

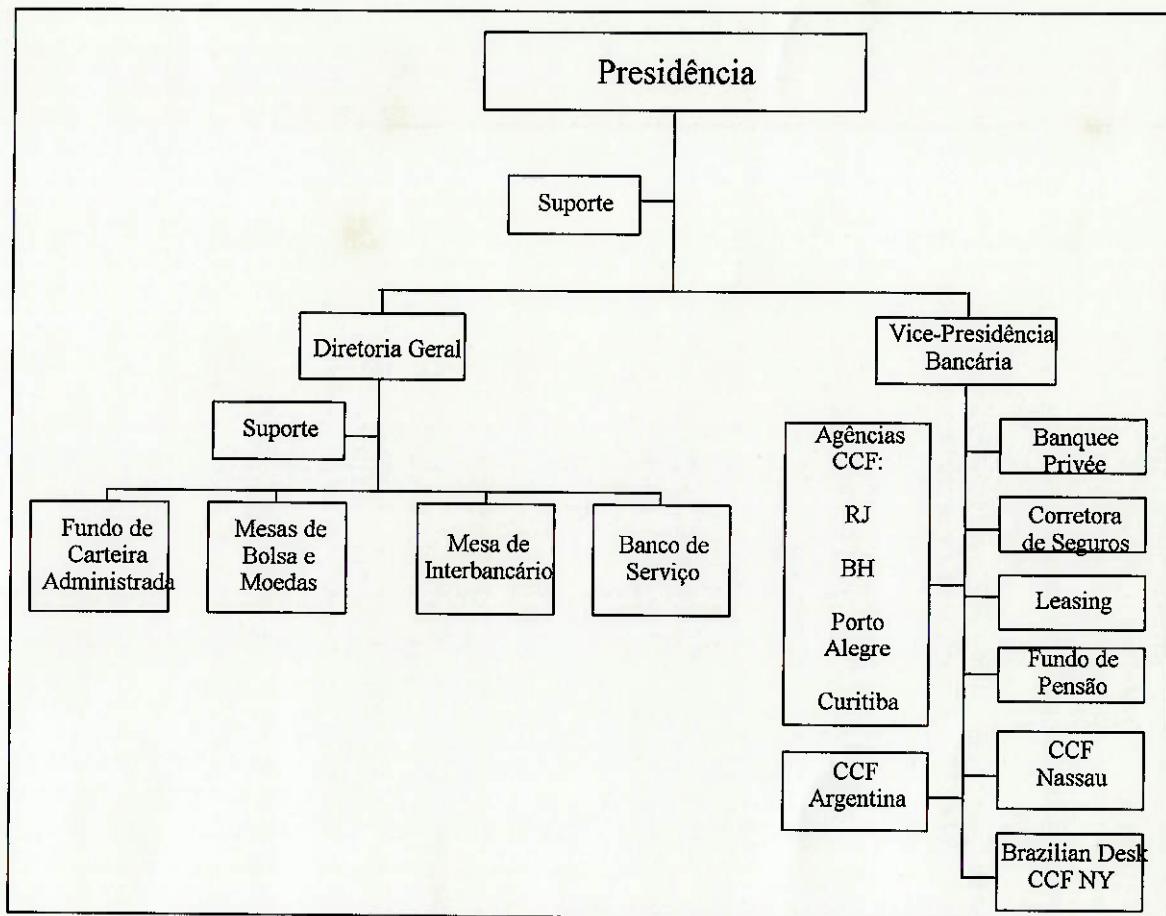


Figura 2 - Organograma simplificado - Elaborado pelo autor

Dentro do organograma simplificado, podemos explicar a estrutura começando de cima para baixo. Dando suporte direto a presidência, estão as áreas Administração de Recursos, Assessoria Legal, Auditoria, *Marketing*, Sistema de Informação, Comunicação e Contabilidade e Controle.

Administração de Recursos é responsável pelo fornecimento de materiais para toda a estrutura do banco, assim como do departamento pessoal ou Recursos Humanos. Sistema de Informações também segue o mesmo molde organizacional das áreas de RH e R.M.

Marketing e Comunicação fundem-se em uma única área que é responsável pela imagem do banco perante o mercado.

As áreas de Assessoria Legal e Auditoria prestam suporte direto a Presidência, mas estão ligadas ao controle exercido pela matriz (Paris), e aos demais acionistas do banco, executando funções de apoio e controle a estrutura como um todo (o foco é o acionista).

A área de Contabilidade e Controle é responsável pela elaboração de orçamentos, consolidação de resultado, elaboração de demonstrativos, controle de posições, controle de latentes, e apuração contábil, atualmente está ligada diretamente com a presidência.

As áreas de negócios dividem-se em dois grupos, um primeiro grupo ligado a Vice-Presidência, e as demais ligadas a Diretoria Geral.

A Diretoria Geral existe ainda o suporte das Mesas de Controle, responsáveis pelo controle e boletagem das operações de bolsas e do mercado interbancário.

O primeiro grupo de negócio ligado a Diretoria Geral é a área de Fundos e Carteiras Administradas. Esta área é responsável pela administração dos recursos dos clientes junto ao banco. Dentro dos fundos a diferentes limites de depósito mínimo. E em carteira administrada o banco possui 64 clientes com no mínimo US\$ 2 milhões aplicados no banco. O Banco CCF é o 8º administrador de fundos em volumes aplicados.

A área de bolsa é responsável pelos negócios na BOVESPA, ações e opções, e alguns negócios na BM&F, porém o grande volume em futuro é de responsabilidade das mesas de interbancário e moedas.

A Mesa de Moedas é uma das principais no banco. Negocia todas as operações dolarizadas, *Export notes*, Swap, Assunção de dívida, NTN-D, Resolução 63 e Anexo 4. Opera na BM&F dólar futuro, títulos da dívida externa (C-Bonds), taxas futuras de índice (DI futuro), opções cambiais e ouro. Negocia com clientes corporativos opções flexíveis. Negocia dólar no mercado á vista e ainda operações em outras moedas. Existe ainda a mesa de câmbio que executa as operações de exportação e importação, como cartas de crédito, ACC/ACE, e operações prontas.

A Mesa de Interbancário, outra das mais importantes, é responsável por todas as operações entre bancos realizados pelo CCF, com exceção das operações que envolvam outras moedas. Ainda opera DI futuro na BM&F.

O Banco de Serviços é uma área independente e está ligada a Área de *Corporate Banking* do CCF. Realiza operações de fusão e aquisição, assessoria a clientes corporativos, privatização, emissão de títulos privados. Hoje apresenta um volume de negócio pequeno comparado com as demais áreas de negócio de banco, porém existe um plano de restruturação desta área a fim do banco poder atingir um nível de destaque também nesta área.

O *Corporate Banking* faz todo o relacionamento com empresas multinacionais, oferecendo produtos de aplicação e captação tais como: Vendor, Compror, Capital de Giro, *Hot Money*, Finame, CDB, RDB, Fundos, etc..

As áreas ligadas a Vice-Presidência são áreas de negócio que apresentam destaque menor em relação as mesas do banco. Vão desde as agências no Brasil, as duas agências internacionais (Argentina e Nassau), e outras operações como leasing, contato e captação de recursos com cliente pessoa física através do *Banquee Privée*, e o destaque deste grupo que é o Fundo de Pensão. Os Fundos de Pensão do CCF estão entre os mais bem classificados no mercado, além de administrar outros fundos de previdência privada, num total de mais de R\$ 800 milhões.

1.2. O ESTÁGIO.

O estágio está sendo realizado na mesa de bolsa da tesouraria. A área é responsável pelas aplicações em bolsa de valores do dinheiro do banco. O banco normalmente mantém uma posição (comprada ou vendida) e negocia intensamente durante todo o dia.

Como atribuições da área, podemos destacar:

1. Definição da posição do banco, não somente determinando se é comprada ou vendida mas também decidindo o que comprar ou vender.
2. Acompanhar os mercado de bolsa no Brasil e no mundo, bem como os principais indicadores da economia.
3. Atendimento ao cliente quanto a vendas, compras de ações derivativos, ouro etc nos respectivos pregões BOVESPA e BM&F
4. Emissão boletos para todas as operações fechadas e envio destes às áreas de competência com a devida aprovação do Gerente responsável pela mesa;.
5. Informe à Diretoria do CCF sobre a posição contábil das atividades da área e valores do resultado financeiro.
6. Manutenção dos sistemas de Controle de Resultado Gerencial.
7. Emissão de relatórios de posição destinado à reunião de caixa com a Diretoria.
8. Apuração dos resultados financeiros de cada atividade operacional, com base em critérios previamente estabelecidos com a Direção Geral e Controladoria.

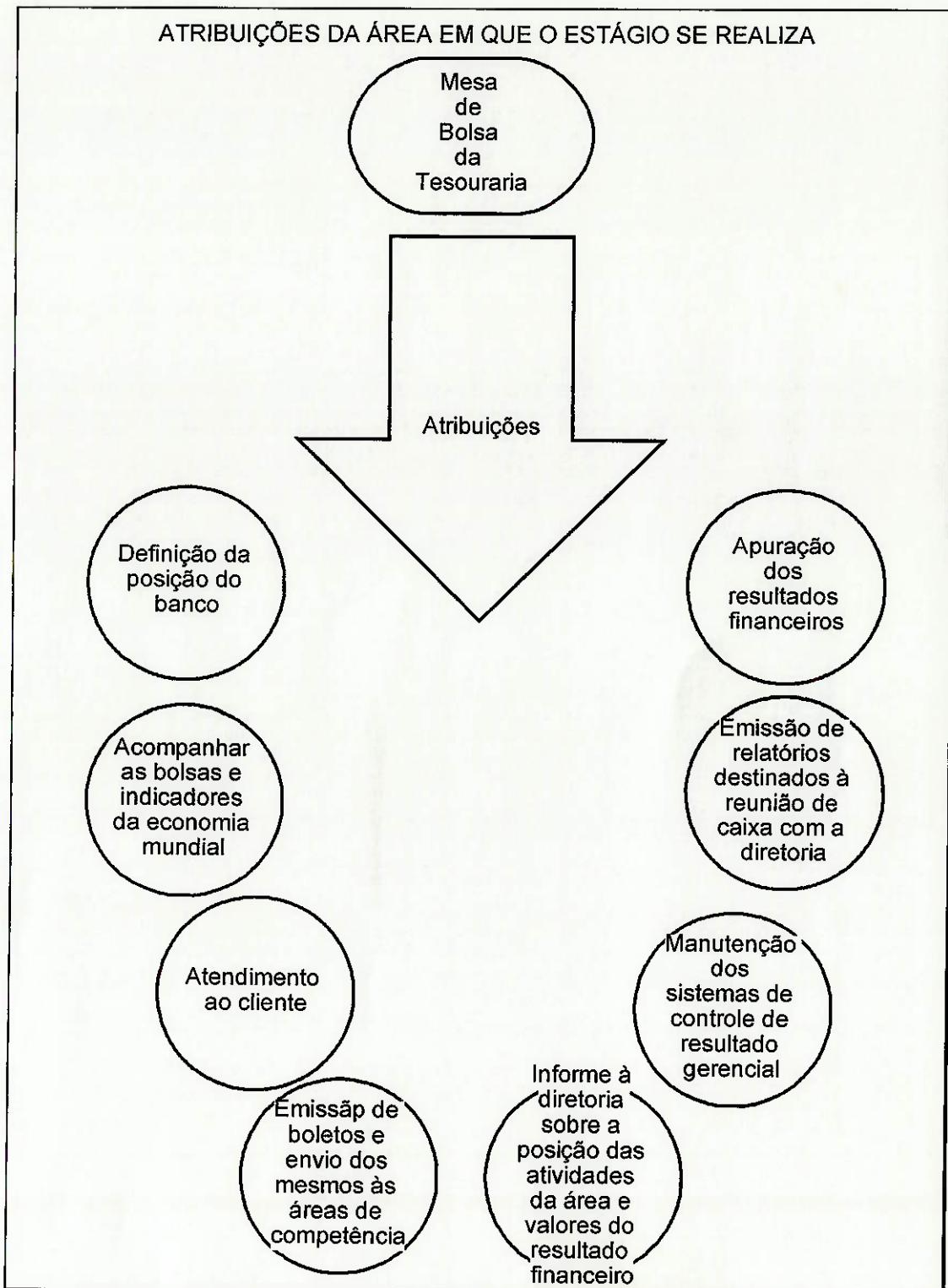


Figura 3 - Atribuições da área em que o estágio se realiza - Elaborado pelo autor

1.3. PROPOSTA PARA O TRABALHO DE FORMATURA.

Nos últimos anos tivemos no mundo todo um crescimento considerável das negociações com derivativos. No caso do mercado de ações, as opções de compra ou venda são muitas vezes mais negociadas que os próprios ativos à que elas se referem. É fundamental para o sucesso de um banco como o CCF que os responsáveis pela área de bolsa dominem completamente as técnicas de negociação com derivativos.

O CCF é um dos bancos mais ativos nos mercados de opções da BOVESPA, se destacando pela freqüência e volume de negócios.

No entanto percebemos que o mesmo não se encontra capacitado para realizar operações com notas estruturadas, um produto do qual muito se fala hoje em dia.

1.3.1. COMO CAPACITAR O BANCO NESTE TIPO DE PRODUTO?

Poderíamos ter dois tipos de solução para o problema da não capacitação para a confecção de notas estruturadas.

A primeira solução seria a particular, com o estudo do desenvolvimento de notas estruturadas e o consequente ataque temporário do problema. Outras estratégias iriam surgir em pouco tempo e o banco estaria cronicamente atrasado em relação aos concorrentes.

A solução recomendada seria a criação de um sub departamento da área. Uma mesa de volatilidade, capaz de especificar opções de qualquer ativo e também oferecer operações com notas estruturadas.

Basicamente, para possibilitar a criação da área deveríamos desenvolver modelos, dimensionar a área e definir as funções.

Este é um problema de engenharia, que no desenvolvimento dos modelos exigirá um certo conhecimento técnico e domínio dos aplicativos do tipo Excel, na parte do dimensionamento da área serão usados os conhecimentos adquiridos em várias disciplinas do curso de engenharia de produção e por fim com a determinação dos procedimentos e estabelecimento dos padrões estaríamos completando o processo de criação desta nova área.

1.3.2. COMO SE DARIA A IMPLEMENTAÇÃO DA “MESA DE VOLATILIDADE”?

Em um primeiro momento os esforços do autor serão no sentido de criar as planilhas que o auxiliarão no gerenciamento do risco e cálculo do resultado, para tal teremos que obter um embasamento teórico, no qual procuraremos não nos alongarmos em demasia. O objetivo do trabalho não é a confecção de uma apostila teórica cheia de termos técnicos, portanto os conceitos expostos neste trabalho serão apenas aqueles indispensáveis ao bom entendimento do trabalho prático a ser realizado.

Com o embasamento teórico necessário e as planilhas prontas, dimensionaríamos a área e definiríamos os detalhes das funções operacionais, neste momento o banco já se encontrará capacitado a oferecer aos seus clientes notas estruturadas de diversos ativos.

Uma parte final do trabalho seria a implementação real e o gerenciamento das primeiras notas.

1.4. OBJETIVO:

O objetivo do Trabalho de Formatura é a criação de uma “Mesa de Volatilidade” no banco CCF Brasil, bem como uma avaliação e análise de todos os riscos e benefícios envolvidos.

CAPÍTULO II

INTRODUÇÃO TEÓRICA

II. INTRODUÇÃO TEÓRICA

2.1. OPÇÕES

Opções de ações são instrumentos relativamente novos, tendo sido negociadas pela primeira vez em uma bolsa organizada em 1973. Desde então tem havido um crescimento vertiginoso no mercado de opções. Hoje em dia temos opções de ações, índices (como Dow Jones e Ibovespa), moedas, títulos de dívida, mercadorias (boi, laranja e etc) e até mesmo opções sobre contratos futuros.

Existem dois tipos básicos de opções:

Opções de compra dão o direito, mas não a obrigação, de adquirir o ativo a que ela se refere a um preço pré determinado (preço de exercício).

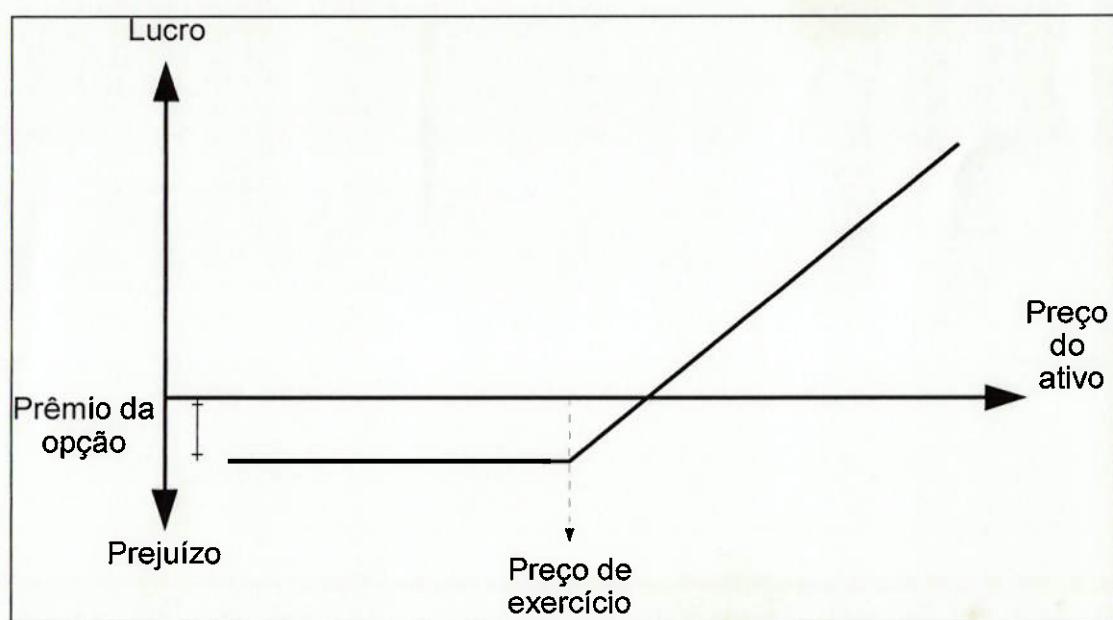


Figura 4 -Gráfico do resultado da compra de uma opção de compra em função da variação do preço do ativo - Elaborado pelo autor

Opções de venda dão o direito, mas não a obrigação, de vender o ativo a que ela se refere a um preço pré determinado (preço de exercício).

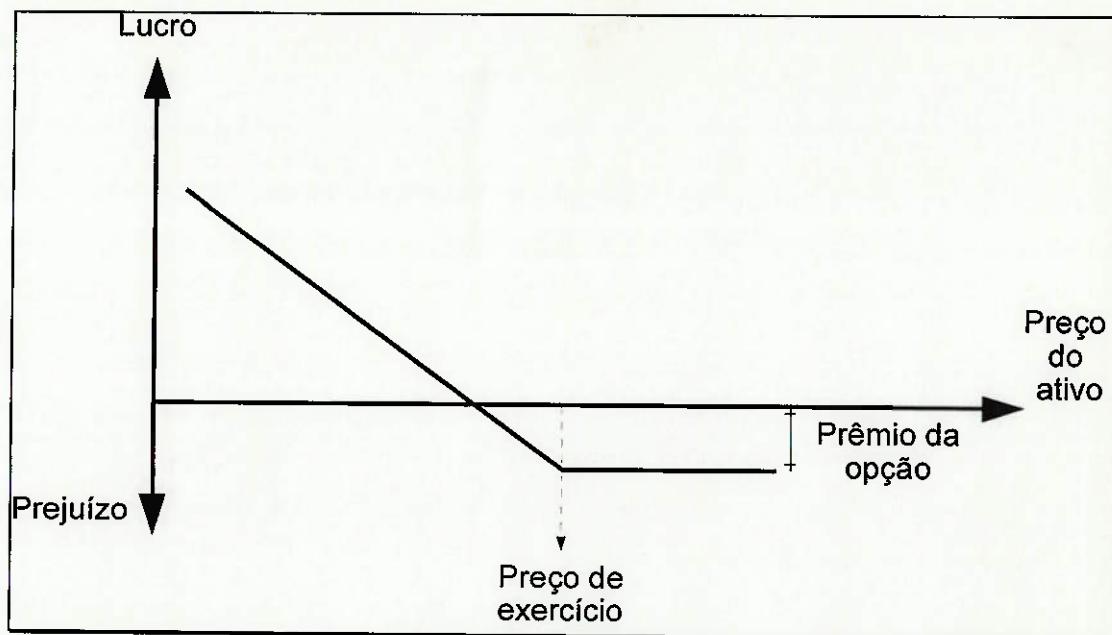


Figura 5 -Gráfico do resultado da compra de uma opção de venda em função da variação do preço do ativo - Elaborado pelo autor

Vale a pena frisar que as opções dão o direito, mas não obrigam o seu possuidor a adquirir ou vender o ativo subscrito.

É interessante observar que as negociações com opções formam um jogo com soma zero, a valorização da opção, implica diretamente em uma perda para o subscritor da opção (vendedor) e um lucro para o possuidor da mesma. Esta comportamento não é observado com ações, uma valorização de uma ação representa um ganho financeiro para o possuidor da ação e não implica em perda correspondente para nenhuma contraparte.

2.2. OPÇÕES DE BALCÃO

Nem todas as opções são negociadas em bolsas organizadas, existem opções que são negociadas diretamente entre as instituições financeiras e seus clientes, com o intuito de atender as necessidades específicas de cada cliente mais completamente.

As opções negociadas em bolsa são padronizadas, tem um dia específico para seu vencimento, limitados preços de exercício e a garantia da bolsa, ou da instituição de liquidação.

2.3. ESPECIFICAÇÃO DAS OPÇÕES DE AÇÕES

2.3.1. DIA DO VENCIMENTO

O vencimento determina até quando o portador da opção pode exercer o seu direito no caso de uma opção americana e a data específica de exercício no caso de uma opção européia.

2.3.2. PREÇO DE EXERCÍCIO

É o preço que o portador de uma opção de venda tem o direito de vender a ação subscrita e o preço que o portador de uma opção de compra pode adquirir a ação subscrita.

2.4. FATORES QUE AFETAM OS PREÇOS DAS OPÇÕES DE AÇÕES

| Fatores que afetam os preços das opções de ações |
|--|
| 1. O preço da ação |
| 2. O preço de exercício da opção |
| 3. O tempo até o vencimento |
| 4. A volatilidade do preço da ação |
| 5. A taxa de juros |
| 6. Os dividendos esperados durante a existência da opção |

Tabela 1 - fatores que afetam os preços das opções de ações - elaborada pelo autor

2.4.1. O PREÇO DA AÇÃO E O PREÇO DE EXERCÍCIO

Se exercida em algum momento do futuro, uma opção de compra terá como valor o quanto o preço da ação exceder o preço de exercício da referida opção. Uma opção de venda terá como valor exatamente o contrário, o quanto o preço de exercício exceder o preço da ação no mercado.

Desta forma uma opção de compra se tornará mais valiosa quanto maior for o preço da ação à que ela se refere e menor for o preço de exercício.

Analogamente uma opção de venda se tornará menos valiosa quanto maior for o preço da ação à que ela se refere e menor for o preço de exercício.

2.4.2. O TEMPO ATÉ O VENCIMENTO

Uma opção do tipo americana, não importando se é de compra ou venda sempre aumenta de valor quando o tempo até o vencimento aumenta. Isso porque o portador de uma opção longa tem todas oportunidades de exercício do possuidor de uma opção curta e outras mais.

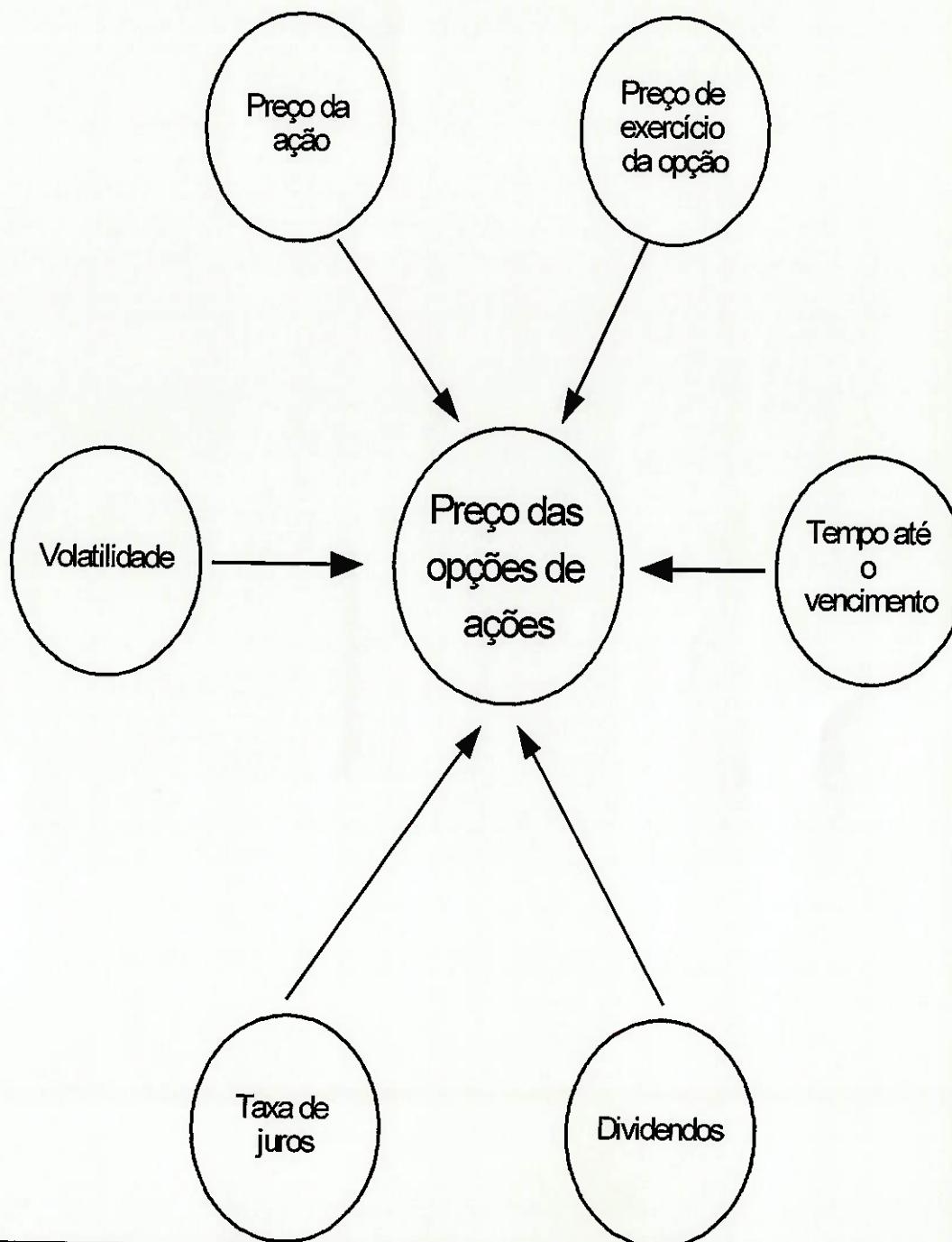
FATORES QUE AFETAM OS PREÇOS DAS OPÇÕES DE AÇÕES

Figura 6 -Fatores que afetam os preços das opções de ações - Elaborado pelo autor

Já uma opção do tipo européia não necessariamente tem seu valor aumentado com o aumento do tempo para o exercício. Para visualizar melhor essa situação, imagine duas opções. Uma com vencimento daqui a um mês e outra daqui a dois meses. Supondo que a empresa deva distribuir um dividendo significativo daqui a 6 semanas, seria natural especificarmos a opção curta com um valor maior que a longa.

2.4.3. VOLATILIDADE

A definição precisa de volatilidade será discutida mais adiante neste trabalho, mas grosseiramente a volatilidade no preço de uma ação é uma medida do quanto incerto o mercado está sobre o movimento futuro dos preços das ações.

Com o aumento da volatilidade a probabilidade da ação apresentar um resultado muito bom ou muito ruim aumenta. Para quem possui ações estas probabilidades se cancelam. Para os detentores de opções, no entanto, (sejam elas de compra ou venda) aumenta a probabilidade de um resultado excepcional e por terem perdas limitadas (o prêmio pago pela opção), estas probabilidades não se cancelam. Aumentando o preço das opções.

Portanto o valor tanto das opções de compra quanto de venda, aumentam com o aumento da volatilidade.

2.4.4. A TAXA DE JUROS

A taxa de juros afeta o preço das opções de uma maneira menos intuitiva. Quando a taxa de juros sobe, a taxa de crescimento esperado dos preços das ações tende a aumentar. No entanto o valor presente de qualquer fluxo de caixa recebido pelo detentor da ação diminui.

Estes dois efeitos diminuem o valor de uma opção de venda, consequentemente o valor das opções de venda diminui com o aumento da taxa de juros.

No caso das opções de compra, o primeiro efeito tende a aumentar o preço da mesma, enquanto o segundo tende a diminuir, ou desvalorizar a opção.

Pode ser provado que o primeiro efeito sempre domina o segundo no caso das opções de compra e temos que o preço das opções de compra sempre aumenta com um aumento da taxa de juros.

2.4.5. DIVIDENDOS

A distribuição de dividendos causa uma diminuição no preço da ação ex-dividendo, esta é uma má notícia para os detentores de opções de compra e uma boa notícia para os portadores de opções de venda.

| Variável | Opção de compra europeia | Opção de venda europeia | Opção de compra americana | Opção de venda americana |
|-----------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Preço da ação | + | - | + | - |
| Preço de exercício | - | + | - | + |
| Tempo até o exercício | ? | ? | + | + |
| Volatilidade | + | + | + | + |
| Taxa de juros | + | - | + | - |
| Dividendos | - | + | - | + |

Tabela 2 - Efeito no preço de uma opção no aumento de uma variável e mantendo todas as outras constantes¹

¹ Fonte: Options, futures and other derivative securities, pag 152

2.5. NOTAÇÃO E CONSIDERAÇÕES

Para dar continuidade a nossa introdução teórica teremos que fazer algumas simplificações, assumiremos daqui por diante que existem alguns participantes do mercado (como grandes bancos de investimento) para os quais:

- | |
|---|
| 1. Não há custos de negociação |
| 2. Todos os lucros provenientes de qualquer tipo de negociação estão sujeitos à mesma taxação |
| 3. Emprestar ou dar dinheiro na taxa de juros é possível |

Tabela 3 - Simplificações assumidas pelo modelo a ser adotado - Adaptado de Hull

Assumimos também que os participantes do mercado estão ávidos para tirar vantagem das oportunidades de arbitragem quando elas aparecem, desta forma as oportunidades de arbitragem desaparecem rapidamente, o que nos leva à simplificação de que não há oportunidades de arbitragem.

A notação utilizada nas demonstrações será a seguinte:

| Símbolo | Significado |
|----------------------------|---|
| S | Preço da ação no mercado |
| X | Preço de exercício da opção |
| T | Tempo de vencimento da opção |
| t | Tempo atual |
| S_t | Preço da ação no tempo T |
| r | Taxa de juros para um investimento sem risco vencendo em T |
| C | Valor de uma opção de compra americana (direito de comprar uma ação) |
| P | Valor de uma opção de venda americana (direito de vender uma ação) |
| c | Valor de uma opção de compra européia (direito de comprar uma ação) |
| p | Valor de uma opção de venda européia (direito de vender uma ação) |
| σ | Volatilidade no preço da ação |

Tabela 4 - Simbologia a ser utilizada neste trabalho - adaptado de Hull

2.6. PARÂMETROS DE PREÇOS

2.6.1. PREÇOS MÁXIMOS

Uma opção de compra, seja ela européia ou americana, dá o direito ao portador de comprar uma certa ação a um certo preço. Não importando o que aconteça, a opção nunca pode valer mais que a ação, consequentemente o preço da ação funciona como um limite máximo ao preço da opção.

$$\begin{array}{l} c \leq S \\ C \leq S \end{array}$$

Se a relação acima não fosse verdadeira, haveria a possibilidade de arbitragem ao se comprar a ação e vender a opção de compra.

Uma opção de venda (americana ou européia) dá o direito ao seu possuidor de vender uma certa ação no preço de exercício, não importando o quanto baixo chegue o preço da ação, a opção nunca pode valer mais que o seu preço de exercício.

$$\begin{array}{l} p \leq X \\ P \leq X \end{array}$$

Para uma opção de venda européia, temos que no tempo T ela não poderá valer mais que X, portanto concluímos que ela não pode valer em um tempo t mais que o valor presente de X.

$$p \leq X e^{-r(T-t)}$$

2.6.2. PREÇOS MÍNIMOS PARA UMA AÇÃO QUE NÃO DISTRIBUI DIVIDENDOS

O preço mínimo de uma opção de compra européia é:

$$S - Xe^{-r(T-t)}$$

Abaixo deste valor surge uma oportunidade de arbitragem através da compra da opção e venda da ação, investimos o dinheiro da venda da ação e conseguiremos uma quantia de dinheiro, que se investida à taxa de juros r , garantirá um lucro livre de riscos.

Analogamente, o preço mínimo de uma opção de venda é:

$$Xe^{-r(T-t)} - S$$

Se o preço da opção de venda for inferior ao preço mínimo calculado acima, poderemos obter uma oportunidade de arbitragem através da compra da opção de venda e da própria ação, conseguindo um lucro certo independente do preço da ação no vencimento.

2.6.3. A PARIDADE ENTRE OPÇÕES DE COMPRA E VENDA

Podemos esperar que exista uma relação entre os preços de uma opção de venda e uma opção de compra com o mesmo preço de exercício e vencendo ao mesmo tempo. Isso porque todas as variáveis que definem o preço de uma opção de compra são exatamente os mesmos de uma opção de venda.

A equação que relaciona os preços de opções européias é a seguinte:

$$c + Xe^{-r(T-t)} = p + S$$

Se considerarmos, no entanto, que a ação em questão distribuirá dividendos durante o período de existência da opção teremos a relação:

$$c + D + Xe^{-r(T-t)} = p + S$$

2.7. O MODELO DE PRECIFICAÇÃO BLACK -SCHOLES

Dentre os vários modelos de precificação de opções utilizados pelos participantes do mercado financeiro, o mais popular e preferido pela maioria dos operadores. Considerado como o mais completo e que exige uma sofisticação matemática considerável o modelo Black-Scholes foi o escolhido para os cálculos a serem realizados neste trabalho.

Por não consistir um dos objetivos deste trabalho uma introdução teórica extensa, com abrangência de vários modelos que no final não serão utilizados neste trabalho.

Consideraremos que a taxa de juros não varia de acordo com a maturidade das opções, teremos uma mesma taxa de juros para opções longas ou curtas, esta simplificação se faz necessária para a validação do modelo.

2.7.1. O LEMA DE ITO

Genericamente podemos dizer que o preço de um derivativo qualquer é uma função das variáveis estocásticas referentes ao ativo à que o derivativo se refere e ao tempo. Um importante resultado nesta área foi obtido pelo matemático Ito em 1951²

Supondo que o valor de uma variável x segue o processo de Ito:

$$dx = a(x, t)dt + b(x, t)dz$$

onde dz é um processo de Wiener, a e b são funções de x e t. O lema de Ito nos mostra que a função G , de x e t segue o processo:

$$dG = \left(\frac{dG}{dx} a + \frac{dG}{dt} + \frac{d^2 G}{2 dx^2} b^2 \right) dt + \frac{dG}{dx} b dz$$

² Veja K. Ito, "On stochastic Differential Equations," Memoirs, American Mathematical Society, no 4 (1951), 1-51.

A demonstração completa e rigorosa de todo o Lema de Ito não é o objetivo, portanto todas as simplificações que não comprometam a base teórica para o desenvolvimento deste trabalho serão feitas.

Podemos também constatar que:

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz$$

é um modelo razoável de movimento de preços de ações com σ e μ constantes. De Ito's lemma temos que:

$$dG = \left(\frac{dG}{dS} \mu S + \frac{dG}{dt} + \frac{d^2 G}{2dS^2} \sigma^2 S^2 \right) dt + \frac{dG}{dS} \sigma S dz$$

Na expressão acima note que tanto S quanto G são afetados pela mesma fonte de incerteza dz . Isto provará ser muito importante no desenrolar dos resultados do Black Scholes.

Os preços das ações seguem uma distribuição lognormal, portanto será importante fazermos a seguinte substituição:

$$G = \ln S$$

$$\frac{dG}{dS} = \frac{1}{S'}$$

Temos também:

$$\frac{d^2 G}{dS^2} = \frac{1}{S'^2},$$

$$\frac{dG}{dt} = 0$$

O que nos leva a:

$$dG = (\mu - \frac{\sigma^2}{2})dt + \sigma dz$$

Uma vez que temos σ e μ constantes, esta equação indica que G segue um processo de Wiener geral. O valor de G em um tempo t é $\ln S$. Este valor no tempo T é $\ln S_T$ onde S_T é o preço da ação no tempo T . sua variação no intervalo $T-t$ é:

$$\ln S_T - \ln S$$

E finalmente:

$$\ln S_T - \ln S \approx \phi[(\mu - \frac{\sigma^2}{2})(T-t), \sigma\sqrt{(T-t)}]$$

2.7.2. A PROPRIEDADE LOGNORMAL DA DISTRIBUIÇÃO DO PREÇO DE AÇÕES

Uma variável apresenta uma distribuição lognormal se o logaritmo natural da variável apresenta uma distribuição normal.

Uma das características deste tipo de distribuição é que a variável pode assumir qualquer valor entre zero e infinito. O modelo que utilizamos para calcular o preço de uma ação neste trabalho e que foi apresentado anteriormente, utiliza este tipo de distribuição. Vale lembrar também que neste tipo de distribuição a moda, a média e a mediana possuem valores diferentes entre si.

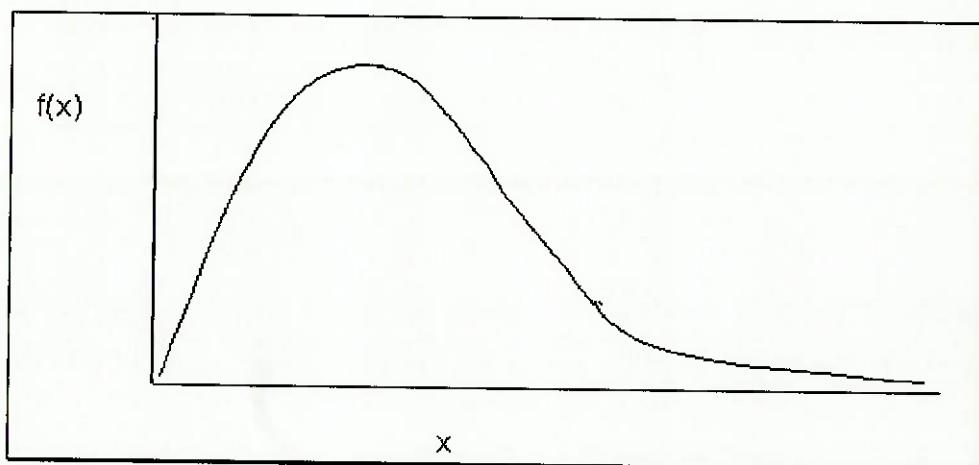


Figura 7 -Gráfico de distribuição lognormal - Elaborado pelo autor

2.7.3. ESTIMANDO VOLATILIDADE

Para estimar a volatilidade de uma ação empiricamente devemos em primeiro lugar definir intervalos fixos de tempo (diariamente, semanalmente, mensalmente e etc).

Definimos:

$n+1$: Número de observações

S_i : Preço da ação no fim do intervalo i

τ : Duração do intervalo de tempo em anos

Temos:

$$u_i = \ln\left(\frac{S_i}{S_{i-1}}\right)$$

para i variando de 1 a n .

Desta forma podemos estimar s , o desvio padrão de u_i por:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})^2}$$

\bar{u} é a média dos u_i 's

O desvio padrão dos u_i 's é $\sigma\sqrt{\tau}$. A variável s é uma estimativa de $\sigma\sqrt{\tau}$. Segue que σ pode ser estimado como s^* , onde:

$$s^* = \frac{s}{\sqrt{\tau}}$$

Escolher o valor apropriado para n não é tarefa fácil, normalmente podemos afirmar que quanto mais informação mais precisão teremos nas estimativas, no entanto σ varia muito com o tempo e os dados muito antigos acabam tornando-se pouco relevantes para prever o futuro. Uma boa estratégia, com aprovação empírica, é utilizar como base de dados os fechamentos diários nos últimos 90 a 180 dias. Há uma discussão a respeito do número de dias se referir a dias úteis ou corridos, podemos constatar empiricamente mais uma vez que dias úteis se mostram mais apropriados para a validação do modelo. Dias nos quais não há negociação com ações devem ser ignorados, para o propósito de cálculo de volatilidade.

2.7.4. AS FÓRMULAS DE PRECIFICAÇÃO BLACK-SCHOLES

O valor esperado de uma opção de compra americana no dia do seu vencimento é :

$$\hat{E}[\max(S_t - X, 0)]$$

onde \hat{E} denota valor esperado em um mundo de risco neutro.

Daí podemos assumir que o preço de uma opção americana de compra c é o valor da mesma descontado pela taxa de juros ou seja:

$$c = e^{-r(T-t)} \hat{E}[\max(S_t - X, 0)]$$

mas com:

$$\ln S_T \approx \phi[\ln S + (r - \frac{\sigma^2}{2})(T - t), \sigma \sqrt{T - t}]$$

Desenvolvendo as equações e aplicando cálculo integral resulta na fórmula principal do modelo Black-Scholes, não é o objetivo deste trabalho transcorrer longamente sobre estas demonstrações, uma vez que este trabalho tem uma vocação prática muito forte, para maiores esclarecimentos consultar a bibliografia descrita no final do trabalho:

$$c = S N(d_1) - X e^{-r(T-t)} N(d_2)$$

com:

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

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

A paridade entre as opções de compra e venda pode ser usada para conseguirmos o valor de uma opção de venda p .

$$p = X e^{-r(T-t)} N(-d_2) - S N(-d_1)$$

Estas fórmulas são importantíssimas pois elas nos mostram claramente a relação entre as variáveis que compõe o preço de uma opção, bem como nos permitem calcular facilmente qualquer uma das variáveis dadas todas as outras. Com o preço das opções (preço de mercado) conseguimos calcular a volatilidade implícita neste preço.

CAPÍTULO III

NECESSIDADES IMEDIATAS DO BANCO CCF

III. NECESSIDADES IMEDIATAS DO BANCO CCF

3.1. INTRODUÇÃO

Antes de começar a confecção da primeira planilha, de precificação de opções devemos fazer um estudo detalhado sobre as necessidades a serem atendidas.

O primeiro objetivo será o de calcular qualquer uma das variáveis envolvidas no processo de precificação de opções dadas todas as outras.

A planilha deve ser o mais leve possível, no sentido de não ocupar muita capacidade da máquina.

Deve ser de fácil operação, de forma que não requeira mão de obra extremamente especializada, barateando os custos e não sobrecarregando funcionários de alta especialização.

Além de calcular o preço das opções ela deve facilmente calcular o preço de notas estruturadas, que são um instrumento financeiro que combinam a aplicação em renda fixa com derivativos.

Mais do que somente planilhas, devemos desenvolver metodologias que capacitem o banco a precisar opções e realizar operações reais, devemos ter sempre em mente as aplicações práticas do projeto, como relatórios, diferenças teoria/prática e arredondamentos necessários.

3.2. Os PROCESSOS

É importante entender claramente o processo de negociação de opções de balcão e criação de notas estruturadas para fazer uma planilha que atenda perfeitamente as necessidades.

3.2.1 NEGOCIAÇÃO DE OPÇÕES DE BALCÃO

PÚBLICO ALVO: Investidores institucionais como fundos, fundações, bancos e corretoras, muitas vezes buscam a negociação com opções flexíveis como uma forma de hedge mais completa.

A NEGOCIAÇÃO é toda via telefônica e com o objetivo de não mostrar a necessidade do banco, além de garantir um preço mais justo, o operador mostra um preço de compra e outro de venda, ou seja abre um spread.

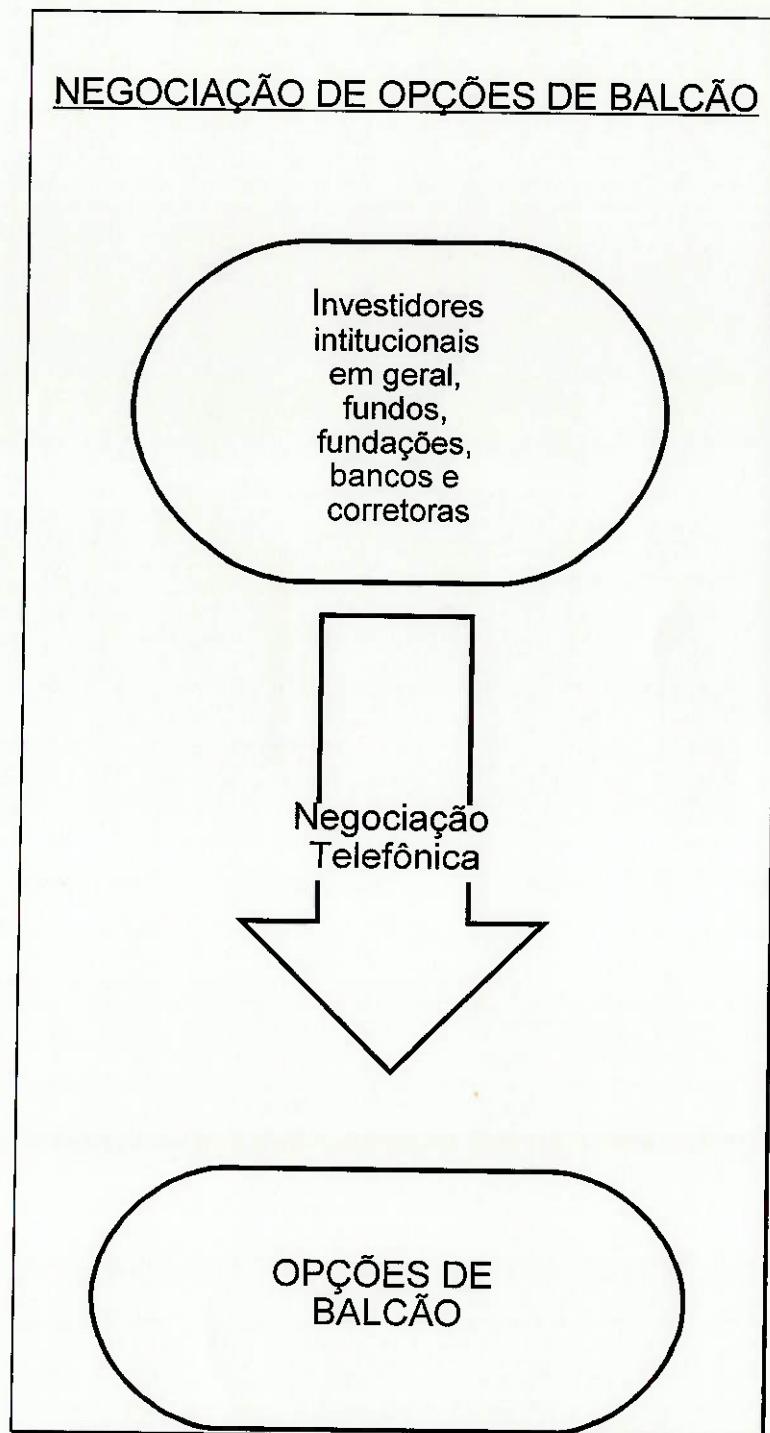


Figura 8 -Resumo do processo de negociação de opções de balcão - Elaborado pelo autor

São definidos antes do cálculo do preço: O dia do vencimento, o preço de exercício e pelo menos uma idéia do lote.

O operador então, sabe a volatilidade que o mercado projeta neste período (através das opções negociadas em pregão) e com base na volatilidade calcula um preço de compra e outro de venda. Para o caso de ativos que não possuam opções negociadas em pregão, podemos calcular a volatilidade histórica do ativo ou deduzir através de cálculos ou comparações com outros ativos. No entanto como o mercado esta variando o tempo todo e estas opções se referem ao preço de fechamento, fica inviável definirmos um preço fixo para a opção, uma vez que não sabemos o preço de fechamento. Uma forma de resolver isto é abrir os spreads em porcentagem do fechamento.

Para melhor entendimento vamos imaginar que queremos calcular o preço de uma opção de índice BOVESPA com preço de exercício igual ao valor de mercado do índice (opção at the money) para 63 dias úteis, que a volatilidade do mercado está por volta de 50%, o índice BOVESPA saindo a 9812 e a taxa de juros de referência (o custo de oportunidade do banco - CDI) é dado basta aplicar o modelo de precificação (no caso Black-Scholes) para obtermos um preço de 1372.26 pontos do índice. Ao precificarmos uma opção de uma ação obtemos o preço em R\$, mas se lidarmos com índices, teremos o preço em pontos. Podemos facilmente sempre que quisermos transformar estes pontos em R\$, através da simples aplicação da fórmula de um lote de índice.

No entanto muitas vezes nosso público alvo está preocupado em garantir um rendimento que vá do fechamento de um determinado dia até o fechamento de outro. As cotações obtidas durante todo o dia se tornam inválidas. A melhor forma de resolver isto é cotar as opções como uma porcentagem do preço, uma vez que esta relação é constante para uma dada volatilidade.

No exemplo acima vamos supor que o preço calculado seja o de compra. Em vez de passarmos 1372.26, dividimos pelo valor do índice no momento do cálculo e temos 13.89%. Desta forma independente do valor do índice no fechamento temos como preço de compra de uma opção flexível 13.89% do mesmo em pontos. Ambas as partes, dado o fechamento são capazes de calcular o preço da opção sem nem mesmo se comunicar novamente.

Só como ilustração vamos supor que o valor do índice vá para 9900, calculamos o valor da opção pela fórmula Black-Scholes e iremos obter 1375.11, exatamente os mesmos 13.89% calculados anteriormente.

SEQÜÊNCIA NA NEGOCIAÇÃO DE OPÇÕES FLEXÍVEIS DE ÍNDICE:

- | |
|---|
| 1) Definição do preço de exercício, dia do vencimento e lote de opções. |
| 2) Observação no mercado da volatilidade implícita negociada em opções negociadas em bolsa. Estabelecimento de uma volatilidade de compra e outra de venda. |
| 3) Cálculo do preço das opções de venda e compra e expressão das mesmas em função de uma porcentagem do valor do ativo. |
| 4) No final do dia cálculo do preço efetivo da opção e lançamento da operação. |

Tabela 5 - Sequência de operações para a negociação de opções flexíveis de índice -

Elaborada pelo autor

3.2.2. OPERAÇÕES COM NOTAS ESTRUTURADAS

Muito populares nos dias de hoje, os fundos com porcentagem do capital garantido combinam instrumentos derivativos e de renda fixa. Esta combinação, permite uma redução do risco associado a aplicações no mercado derivativo, garantindo por outro lado a rentabilidade no caso de uma alta.

Os fundos mais comuns são aqueles atrelados a alta do Índice BOVESPA até um certo limite (30% de alta, por exemplo) e que garantam uma porcentagem do capital (98% por exemplo). No entanto podemos criar notas de acordo com a necessidade. Podemos criar notas que garantam uma porcentagem do principal da alta de qualquer ação , desde que possamos avaliar a volatilidade da mesma (ações muito pouco negociadas tornam difícil o controle do risco do emissor das notas estruturadas).

Desta forma precisaremos de uma planilha que não só precifique as opções para os casos mais simples como a negociação de opções flexíveis, mas também possa variar o ativo em questão e calcular de maneira rápida o valor das notas para cada possível variação feita na mesma pelo emissor de notas estruturadas.

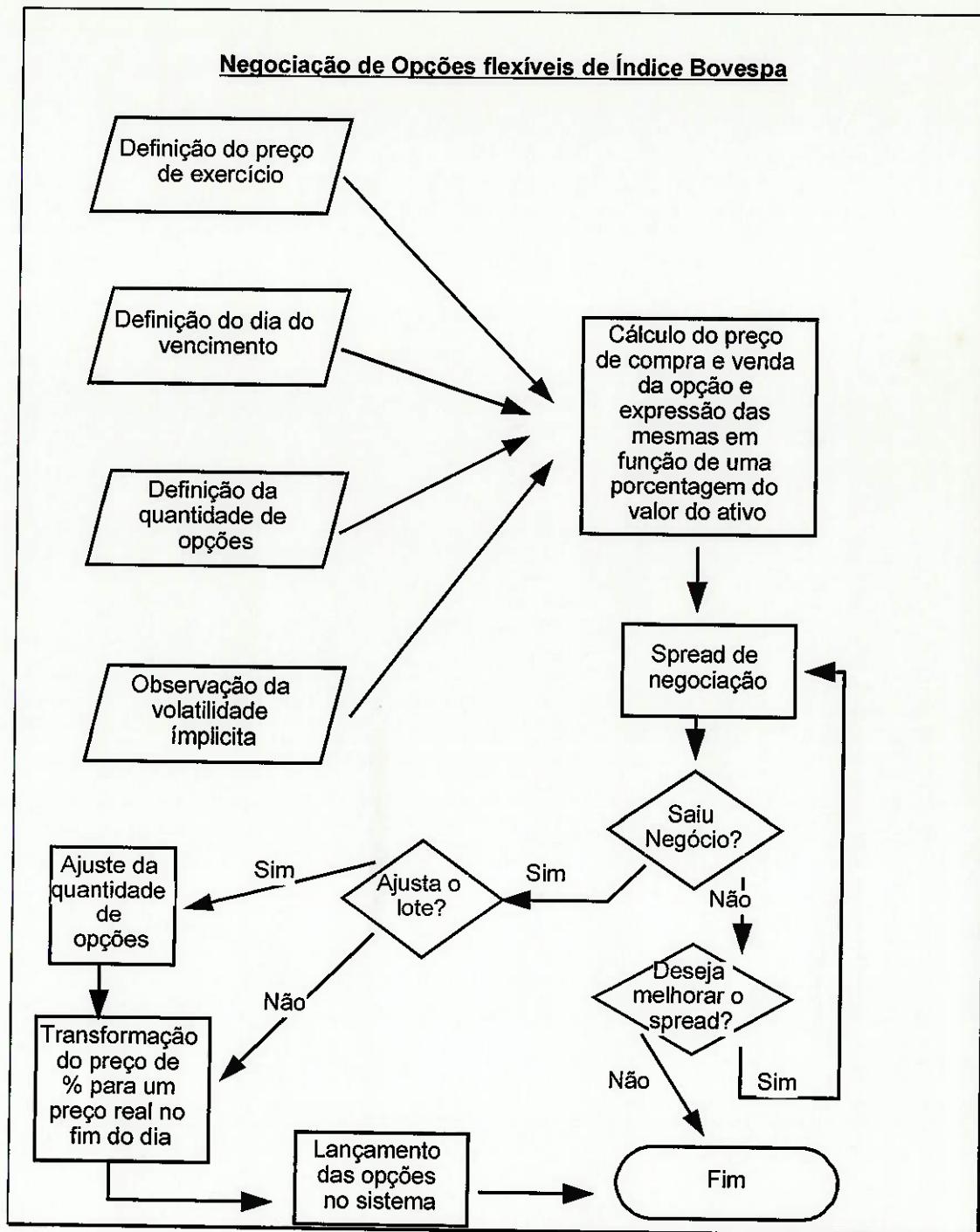


Figura 9 -Negociação de opções flexíveis de índice bovespa - Elaborado pelo autor

3.3. A PLANILHA DE CRIAÇÃO DE NOTAS ESTRUTURADAS

Identificadas as principais necessidades e as metodologias de operação, concluímos que a melhor ferramenta que poderíamos criar é uma planilha capaz de incorporar os cálculos necessários e as metodologias de operação.

A confecção desta planilha foi relativamente simples uma vez que seguimos a ordem cronológica de entrada dos dados e cálculo das variáveis. Desta forma fomos apenas utilizando as ferramentas do programa excel para aplicar a metodologia de criação de notas estruturadas, podemos afirmar que a planilha surgiu naturalmente como uma consequência do estudo da metodologia.

A versão final da planilha está a seguir.

Para melhor exemplificação, utilizaremos a saída da própria planilha criada de acordo com as necessidades latentes, vale lembrar que o valor do item descrito neste exemplo será colocado entre parênteses após a descrição:

| | |
|---------------------|-------------------|
| Calculadora: | |
| Nº Oper. | |
| Cliente: | |
| Código : | 360198 |
| Liquid : (d+?) | |
| Principal | 73,500.00 |
| Tx cap referen | 31.850 |
| Tx cap open | 33.85 |
| % principal | 98% |
| Prazo da nota | 90 |
| Comercial | <i>Valor min</i> |
| Código : | 24,048 |
| Ativo | |
| Base Price | 9410 |
| Cap Price | 10822 |
| Base Prem. | 1244.00 |
| Cap Prem. | 559 |
| Net prem | 685.00 |
| Multiplicador | 3 |
| Disp p/ opcao | 6,280.79 |
| Qtd opções | 3.056 |
| Arredonda ? | S |
| Qtd exata opç | 3.000 |
| Premio total | 6,165.00 |
| TX cap gerenc | 30.9454 |
| Qtde r fixa | 67,335.00 |
| % alta real | 115.22 |
| | 65 |
| | 344.30 |
| Obs : | Não Vem Cheque |

Figura 10 -Saída da planilha de criação de notas estruturadas - Elaborado pelo autor

Código: Aí entraremos com o código que identifica o cliente (36 098)

Principal: É o total a ser investido pelo cliente (R\$ 73 500)

Tx cap referenc: É a taxa de captação do banco.(31.85%/ano)

Tx cap open: É a taxa que o banco aplica o próprio capital.(33.85%/ano)

% principal: É a porcentagem do capital que o cliente quer garantido.(98%)

Prazo da nota: Duração da operação(90 dias)

Base Price: É o preço do ativo (no caso índice BOVESPA, em pontos), corresponde ao preço de exercício da opção que o cliente vai comprar.(9410)

Cap Price: É o ponto no qual a operação tem rentabilidade máxima, é o preço de exercício da opção que o cliente vende. É possível fazermos uma nota sem cap (ou teto), mas o mesmo garante um caixa extra, que permite uma alavancagem maior na faixa entre a base e o teto.(10822)

Base prem: É o prêmio da opção, em pontos, que o cliente compra calculado pelo modelo Black -Scholes, o cálculo detalhado deste preço será objeto de estudo em capítulos posteriores deste trabalho.(1244)

Cap prem: É o prêmio da opção, em pontos, que o cliente vende calculado pelo modelo Black -Scholes.(559)

Net prem: É a diferença entre a opção que o cliente está comprando e aquela que ele está vendendo, perfazendo o gasto total por opção.(685)

Multiplicador: É utilizado para transformar o valor do índice em reais, no caso de operações cujo ativo está cotado em reais o multiplicador é um.(3)

Disp p/ opção: É o montante disponível para opções no dia da operação. Oportunamente transcorreremos mais detalhadamente sobre este cálculo.(6280.79)

Qtd opções: É a quantidade de opções que podemos comprar com o dinheiro disponível.(3,056)

Arredonda?: Este campo permite ao criador da nota arredondar o lote de opções para um número inteiro.(S)

Qtd exata opç: É o número real de opções que o cliente irá adquirir, pós arredondamento.(3)

Prêmio total: É o total gasto em opções pelo cliente.(6165)

Tx cap gerenc: É a taxa de captação gerencial, ou seja, depois dos arredondamentos será a remuneração da parte do dinheiro destinado á renda fixa, em %/ano.(30.9454)

Qtd r fixa: É a parte do dinheiro que se destinará efetivamente à renda fixa.(67335)

% alta real: É a porcentagem da alta garantida pela operação, tendo como limite superior o teto, ou cap.(115.22)

Agora discutiremos os cálculos envolvidos na planilha acima e explicaremos detalhadamente os resultados obtidos:

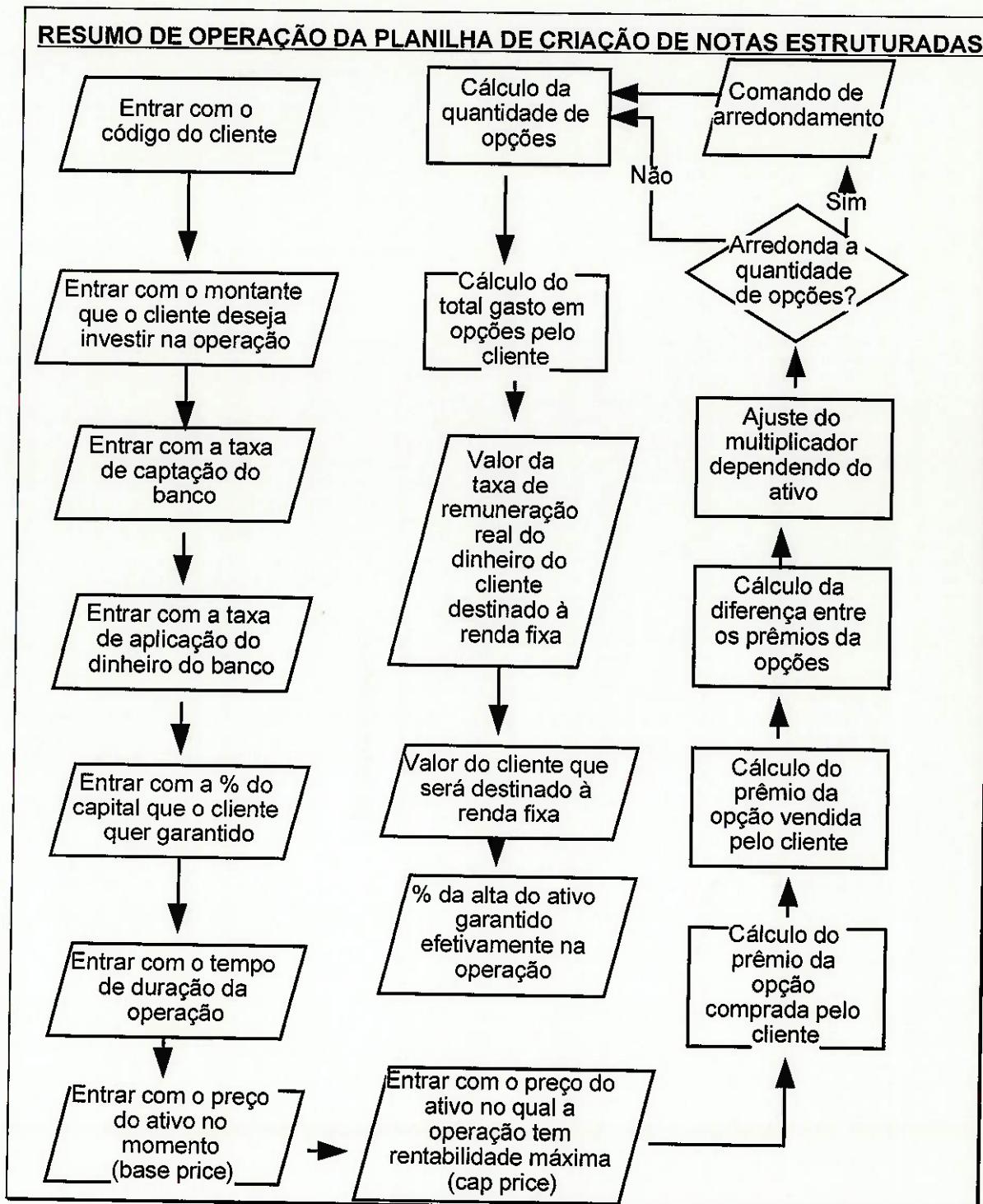


Figura 11 - Resumo de operação da planilha de criação de notas estruturadas - Elaborado pelo autor

O teto, ou cap price, é passado ao cliente na forma de porcentagem. Neste caso o cap price é igual a 10822. Para chegarmos a este valor multiplicamos o preço do ativo (base price) por um fator á escolha do cliente. Neste caso o cliente acredita que uma rentabilidade máxima de 15 % em três meses é mais que satisfatória. Desta forma ele ganha com a alta do Ibovespa até o 10822, que é 9410 (preço do ativo) vezes 1,15. Acima disso o investidor fica indiferente à alta.

Para transformarmos o índice BOVESPA em moeda temos que multiplicar o valor em pontos por três, isso vale tanto para o índice à vista composto pelas ações como para o índice futuro cotado na BM&F³ , desta forma podemos especificar as opções envolvidas na operação em pontos e somente depois transformar seu preço em moeda.

A operação é estruturada de forma que o cliente compra uma opção de exercício igual ao preço de mercado do ativo e vende outra com preço de exercício no teto. Isso porque o investidor fica satisfeito com um certo rendimento e abdica de um rendimento maior que isso para ganhar uma alavancagem maior entre o preço atual e o teto. Quanto mais baixo o teto, maior a porcentagem da alta que conseguiremos com a operação.

No caso do nosso exemplo, um cap de 15% pode ser considerado baixo mas garantiu 115,22% da alta. Desta forma se o índice BOVESPA subir 10% no período teremos um retorno de 11,52% sobre o investimento. Vale lembrar também que poucas são as aplicações que oferecem retorno de mais de 15% em três meses.

Através do modelo de precificação de opções Black-Scholes obtivemos os preços das duas opções envolvidas em pontos. A diferença a ser paga pelo investidor foi de 685 pontos, transformando isso para reais obtivemos R\$2055, que é o custo por par de opção.

³ Bolsa Mercantil de Futuros

A partir da definição da porcentagem do capital que o investidor quer ver protegida, temos o disponível para aplicar em opções fazendo a seguinte conta: Se queremos ter daqui a três meses $98\% \times 73500 = 72030$, teremos que aplicar uma certa quantia à taxa de mercado (31.85%/ano), esta quantia será $72030 / (1,3185)^{0,25}$, ou seja R\$67219,20. A simples aplicação da fórmula de valor presente para o período de 90 dias (0.25 ano) nos levou ao total disponível para opções de R\$6280,79 ($73500,00 - 67219,21$).

Como cada par de opções custa R\$ 2055, o cliente poderá comprar 3,056 pares. No entanto temos que negociar um número inteiro de contratos de opções, arredondaremos o número de contratos para 3. A diferença de R\$115 não pode ser justificada ao cliente como um arredondamento, então faremos uma correção na taxa de aplicação de maneira que necessitemos mais R\$115 para obtermos os mesmos R\$72 030. Com isso temos a taxa real da renda fixa oferecida ao cliente.

$$67219,20 + 115,8 = 67335$$

$$67\ 335 \times (1 + \text{TAXA})^{0,25} = 72030$$

Daí temos que a taxa gerencial será 30,945% ao ano.

Mais do que um cálculo, a planilha mostrada e descrita acima estabelece uma metodologia de criação de notas estruturadas, com as questões sendo respondidas passo a passo e a mesma tendo sido desenvolvida de acordo com a metodologia de projeto do produto. Todos os passos aprendidos na disciplina citada foram seguidos de forma a garantir uma metodologia sem improdutividades repetitivas e o modelo apresentado acima é na verdade a oitava versão após melhorias pós projeto. A primeira solução foi aprimorada e o autor acredita ter chegado ao atendimento de todas as necessidades latentes observadas anteriormente.

Vale lembrar que a planilha acima está dependente de um outro cálculo: O preço das opções que compõe a nota estruturada. Este cálculo será objeto de estudo isolado dada sua importância e necessidade de precisão.

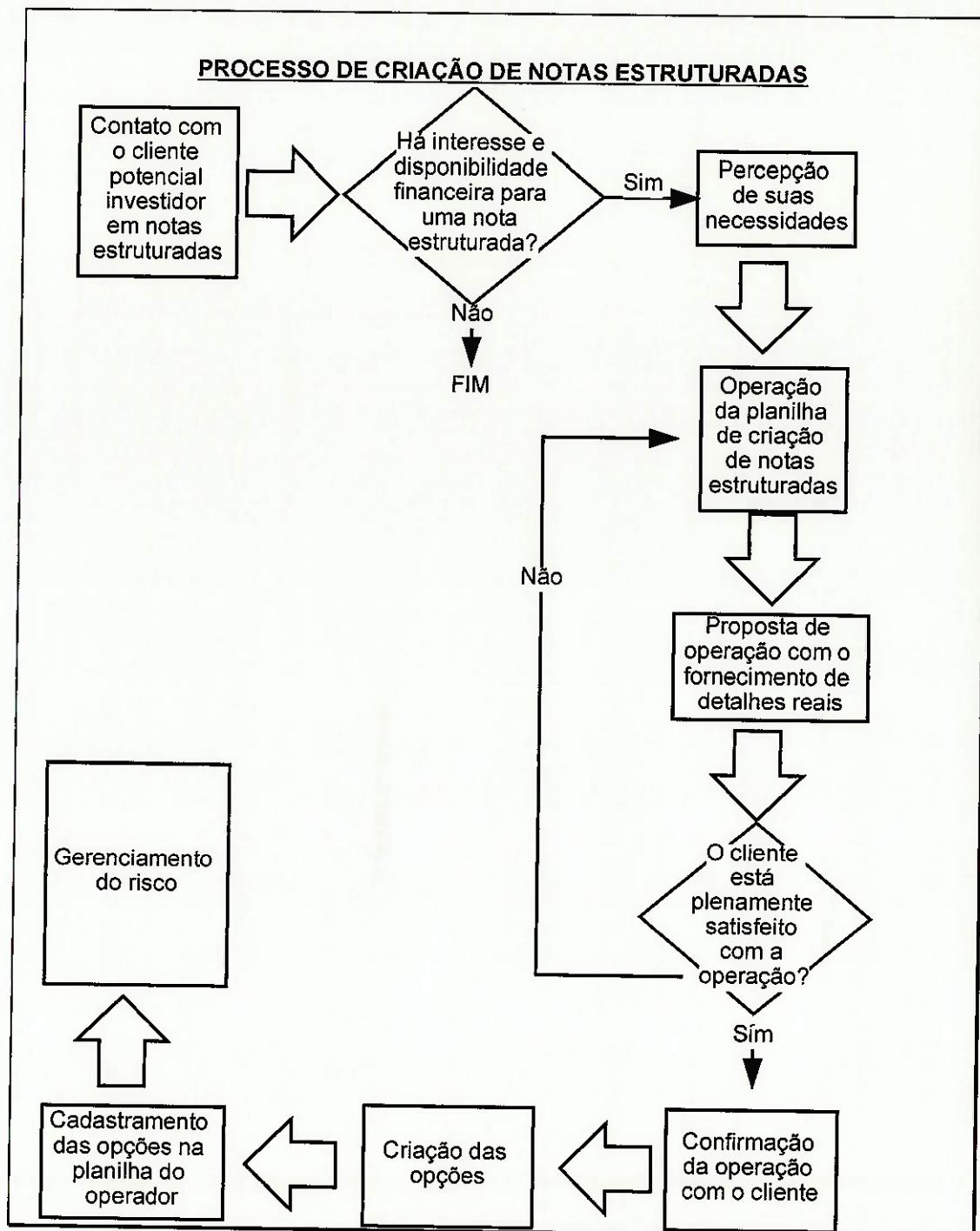


Figura 12 - Processo de criação de notas estruturadas- Elaborado pelo autor

3.4. A PLANILHA DE PRECIFICAÇÃO

Após o estudo das necessidades latentes e o desenvolvimento da metodologia de criação de notas estruturadas e cotação de opções flexíveis iremos detalhar os cálculos em planilha que nos permitam precificar opções.

O primeiro item com o qual devemos nos preocupar é uma entrada fácil dos dados. A tabela abaixo foi extraída da planilha criada e lista os ativos para os quais há uma necessidade imediata de criação de opções flexíveis.

O preço do ativo, a volatilidade de referência, a taxa da renda fixa e os prazos (10100, 45%, 23%, 38 e 360 respectivamente para o caso do Ibovespa) são entradas simples. O step, ou passo, é uma fórmula que pode variar de ativo para ativo e de cliente para cliente; como é de simples alteração pode mudar a saída dos dados rapidamente, mas para frente entraremos em detalhes sobre a sua função e operação.

A metodologia de preenchimento da tabela é a seguinte:

Após a necessidade de cotação de opção flexível, seja para nota estruturada ou não, o operador deverá cotar o ativo em questão e verificar a volatilidade que irá utilizar, seja ela histórica, implícita ou definida de qualquer outra forma. Com o prazo definido pelo cliente, cotamos a taxa de renda fixa para o período, para o caso de duas cotações paralelas, a tabela permite dois prazos possíveis ao mesmo tempo.

De acordo com o perfil do cliente e o ativo definimos o passo (step). A definição do passo é importante na cotação para melhor avaliação das alternativas.

O Passo é o intervalo no qual temos o cálculo de precificação de opções. Isso porque uma nota estruturada envolve duas opções, uma com preço de exercício igual ao valor de mercado do ativo e outra algum valor acima. Com o passo fixado em 5%, temos tetos (ou cap) de 5%, 10%, 15% e 20%. Para uma aplicação mais longa uma rentabilidade máxima de 20% pode ser insuficiente e precificar uma opção para o teto com 5% até 40% é improdutivo pois fará necessário 8 cotações (5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35% e 40%).

Desta forma, com o intuito de evitar improdutividades repetitivas e somente na sua terceira versão deixei o step sendo uma variável na fórmula e limitei o número de especificações a quatro.

Ficou da seguinte forma a planilha de especificação:

| Ativos | Preço | Volat ref | Strike | | Rf | Prazo 1 | Prazo 2 |
|-----------|--------|-----------|--------|--------|----|---------|-----------------|
| | | | step | Rf | | | |
| Gold | 330.00 | 12% | 10 | 6.50% | 38 | 360 | |
| TEL4 adr | 142.00 | 41% | 14.2 | 7% | 38 | 360 | Data 29/01/1998 |
| Brazil 01 | 101.50 | 11% | 2 | 6% | 38 | 360 | |
| Ibovespa | 10,100 | 45% | 505 | 23.00% | 38 | 360 | |
| | | | | | | | |

Figura 13 - Tabela de entrada dos dados na planilha de especificação - Elaborado pelo autor

Após a entrada dos dados teremos a saída da planilha da seguinte forma:

| | Ativo | Categoría | Preço do ativo | Tipo | Strike | Vencimento | DTE | Rf | DD DUBR | DUUS | Base | Volat | Premio | Delta | Gama | Theta | Vega |
|----|-----------|-----------|----------------|------|----------|------------|-----|--------|---------|------|------|--------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| 10 | Gold | Fut | 330.00 | C | 330.00 | 08-Mar | 38 | 6.50% | DD | | 360 | 12.00% | 5.007426 | 0.504316 | 0.030791 | -0.06615 | 0.42473 |
| 11 | Gold | Fut | 330.00 | C | 340.00 | 08-Mar | 38 | 6.50% | DD | | 360 | 12.00% | 1.665538 | 0.226215 | 0.023312 | -0.05048 | 0.321572 |
| 12 | Gold | Fut | 330.00 | C | 350.00 | 08-Mar | 38 | 6.50% | DD | | 360 | 12.00% | 0.377578 | 0.067683 | 0.010153 | -0.02205 | 0.140049 |
| 13 | Gold | Fut | 330.00 | C | 360.00 | 08-Mar | 38 | 6.50% | DD | | 360 | 12.00% | 0.059547 | 0.013381 | 0.002665 | -0.00579 | 0.036763 |
| 14 | Gold | Fut | 330.00 | C | 370.00 | 08-Mar | 38 | 6.50% | DD | | 360 | 12.00% | 0.006499 | 0.001766 | 0.00044 | -0.00096 | 0.006067 |
| 20 | TEL4 adr | adr | 142.00 | C | 142.00 | 08-Mar | 38 | 7.00% | DD | | 365 | 41.00% | 7.986601 | 0.548168 | 0.021082 | -0.11278 | 0.181452 |
| 21 | TEL4 adr | adr | 142.00 | C | 156.20 | 08-Mar | 38 | 7.00% | DD | | 365 | 38.00% | 2.518074 | 0.255651 | 0.018468 | -0.08123 | 0.147322 |
| 22 | TEL4 adr | adr | 142.00 | C | 170.40 | 08-Mar | 38 | 7.00% | DD | | 365 | 38.00% | 0.654409 | 0.085896 | 0.009008 | -0.03866 | 0.071859 |
| 23 | TEL4 adr | adr | 142.00 | C | 184.60 | 08-Mar | 38 | 7.00% | DD | | 365 | 38.00% | 0.134763 | 0.0211729 | 0.002983 | -0.01264 | 0.023797 |
| 24 | TEL4 adr | adr | 142.00 | C | 198.80 | 08-Mar | 38 | 7.00% | DD | | 365 | 38.00% | 0.022809 | 0.004349 | 0.000733 | -0.00308 | 0.00585 |
| 25 | TEL4 adr | adr | 142.00 | C | 142.00 | 24-Jan | 360 | 7.00% | DD | | 365 | 38.00% | 25.46888 | 0.642668 | 0.006963 | -0.03997 | 0.526234 |
| 26 | TEL4 adr | adr | 142.00 | C | 156.20 | 24-Jan | 360 | 7.00% | DD | | 365 | 38.00% | 19.56531 | 0.546004 | 0.007397 | -0.0423 | 0.559021 |
| 27 | TEL4 adr | adr | 142.00 | C | 170.40 | 24-Jan | 360 | 7.00% | DD | | 365 | 38.00% | 14.89231 | 0.453226 | 0.007393 | -0.03866 | 0.558733 |
| 28 | TEL4 adr | adr | 142.00 | C | 184.60 | 24-Jan | 360 | 7.00% | DD | | 365 | 38.00% | 11.25493 | 0.370847 | 0.007051 | -0.0358 | 0.532858 |
| 29 | TEL4 adr | adr | 142.00 | C | 198.80 | 24-Jan | 360 | 7.00% | DD | | 365 | 38.00% | 8.460454 | 0.299451 | 0.006483 | -0.03217 | 0.489923 |
| 30 | Ibovespa | Ind | 10100.00 | C | 10100.00 | 08-Mar | 23 | 23.00% | DUBR | | 252 | 45.00% | 641.9767 | 0.581977 | 0.000284 | -11.0171 | 11.91502 |
| 31 | Ibovespa | Ind | 10100.00 | C | 10605.00 | 08-Mar | 23 | 23.00% | DUBR | | 252 | 41.00% | 367.7415 | 0.428801 | 0.000314 | -9.61894 | 11.97855 |
| 32 | Ibovespa | Ind | 10100.00 | C | 11110.00 | 08-Mar | 23 | 23.00% | DUBR | | 252 | 41.00% | 213.0385 | 0.289448 | 0.000273 | -7.95881 | 10.43539 |
| 33 | Ibovespa | Ind | 10100.00 | C | 11615.00 | 08-Mar | 23 | 23.00% | DUBR | | 252 | 41.00% | 115.7796 | 0.180392 | 0.00021 | -5.90141 | 8.01755 |
| 34 | Ibovespa | Ind | 10100.00 | C | 12120.00 | 08-Mar | 23 | 23.00% | DUBR | | 252 | 41.00% | 59.22134 | 0.104292 | 0.000145 | -3.9614 | 5.521219 |
| 35 | Ibovespa | Ind | 10100.00 | C | 10100.00 | 24-Jan | 249 | 23.00% | DUBR | | 252 | 41.00% | 259.3.499 | 0.759805 | 7.566E-05 | -4.65632 | 31.22459 |
| 36 | Ibovespa | Ind | 10100.00 | C | 10605.00 | 24-Jan | 249 | 23.00% | DUBR | | 252 | 41.00% | 2349.052 | 0.721049 | 8.166E-05 | -4.71562 | 33.73446 |
| 37 | Ibovespa | Ind | 10100.00 | C | 11110.00 | 24-Jan | 249 | 23.00% | DUBR | | 252 | 41.00% | 2123.4.68 | 0.68147 | 8.67E-05 | -4.73617 | 35.83373 |
| 38 | Ibovespa | Ind | 10100.00 | C | 11615.00 | 24-Jan | 249 | 23.00% | DUBR | | 252 | 41.00% | 1916.148 | 0.641602 | 9.07E-05 | -4.72022 | 37.5023 |
| 39 | Ibovespa | Ind | 10100.00 | C | 12120.00 | 24-Jan | 249 | 23.00% | DUBR | | 252 | 41.00% | 1726.316 | 0.601919 | 9.37E-05 | -4.67082 | 38.73835 |
| 40 | Brazil 01 | Fut | 101.50 | C | 101.50 | 08-Mar | 38 | 6.00% | DD | | 360 | 11.00% | 1.437959 | 0.503937 | 0.10927 | -0.01868 | 0.130709 |
| 41 | Brazil 01 | Fut | 101.50 | C | 103.50 | 08-Mar | 38 | 6.00% | DD | | 360 | 11.00% | 0.669607 | 0.296827 | 0.095061 | -0.01635 | 0.113713 |
| 42 | Brazil 01 | Fut | 101.50 | C | 105.50 | 08-Mar | 38 | 6.00% | DD | | 360 | 11.00% | 0.261488 | 0.142836 | 0.062071 | -0.0107 | 0.07425 |
| 43 | Brazil 01 | Fut | 101.50 | C | 107.50 | 08-Mar | 38 | 6.00% | DD | | 360 | 11.00% | 0.084793 | 0.055661 | 0.030916 | -0.00534 | 0.036882 |
| 44 | Brazil 01 | Fut | 101.50 | C | 109.50 | 08-Mar | 38 | 6.00% | DD | | 360 | 11.00% | 0.02273 | 0.017537 | 0.011924 | -0.00206 | 0.014264 |

Figura 14 - Saída da planilha de precificação de opções - Elaborado pelo autor

O primeiro critério de divisão da planilha é em relação aos ativos, tudo o que for falado para um ativo será válido para todos, desta forma será mais fácil entendermos a planilha se focarmos apenas em um ativo, tomaremos como exemplo o Índice BOVESPA.

A análise se dará em duas etapas, com a primeira análise dos dados indo até o preço das opções propriamente ditas e em segundo lugar um rápido estudo sobre as letras gregas que serão objeto de estudo mais profundo ao desenvolvermos as planilhas de controle de risco.

| | Ativo | Categoria | Preço do ativo | Tipo | Strike | Vencimento | DTE | Rf | DD DUBR DULS | Base | Volat | Premio |
|----|----------|-----------|----------------|------|----------|------------|-----|--------|--------------|------|--------|---------|
| 30 | Ibovespa | Ind | 10100,00 | C | 10100,00 | 08-Mar | 23 | 23,00% | DUBR | 252 | 45,00% | 641,976 |
| 31 | Ibovespa | Ind | 10100,00 | C | 10605,00 | 08-Mar | 23 | 23,00% | DUBR | 252 | 41,00% | 367,741 |
| 32 | Ibovespa | Ind | 10100,00 | C | 11110,00 | 08-Mar | 23 | 23,00% | DUBR | 252 | 41,00% | 213,038 |
| 33 | Ibovespa | Ind | 10100,00 | C | 11615,00 | 08-Mar | 23 | 23,00% | DUBR | 252 | 41,00% | 115,779 |
| 34 | Ibovespa | Ind | 10100,00 | C | 12120,00 | 08-Mar | 23 | 23,00% | DUBR | 252 | 41,00% | 59,2213 |
| 35 | Ibovespa | Ind | 10100,00 | C | 10100,00 | 24-Jan | 249 | 23,00% | DUBR | 252 | 41,00% | 2533,49 |
| 36 | Ibovespa | Ind | 10100,00 | C | 10605,00 | 24-Jan | 249 | 23,00% | DUBR | 252 | 41,00% | 2349,05 |
| 37 | Ibovespa | Ind | 10100,00 | C | 11110,00 | 24-Jan | 249 | 23,00% | DUBR | 252 | 41,00% | 2123,46 |
| 38 | Ibovespa | Ind | 10100,00 | C | 11615,00 | 24-Jan | 249 | 23,00% | DUBR | 252 | 41,00% | 1916,14 |
| 39 | Ibovespa | Ind | 10100,00 | C | 12120,00 | 24-Jan | 249 | 23,00% | DUBR | 252 | 41,00% | 1726,31 |

Figura 15 - Destaque para as opções de Ibovespa na planilha de precificação - Elaborado pelo autor

A primeira coluna somente identifica as linhas, a segunda identifica o ativo (Ibovespa), a terceira a categoria (índice).

O preço do ativo que inserimos na tabela mostrada anteriormente, está na quarta coluna.

A quinta coluna identifica o tipo de opção, C neste caso denomina call, ou opção de compra, podemos ter opções de venda que seriam representadas por um P (que vem de put, opção de venda em inglês).

O strike é o preço de exercício, e varia de linha para linha de acordo com o passo. O primeiro preço de exercício é o próprio preço de mercado do ativo, para especificarmos a opção que o cliente estaria comprando na criação de uma nota estruturada. O preço de exercício seguinte é o preço de mercado do ativo mais o passo, o seguinte soma um passo ao anterior e assim por diante.

Como neste exemplo temos um passo de 5% ($5\% \times 10100=505$) definido anteriormente temos os seguintes preços de exercício:

Os preços de exercício se repetem pois temos os cálculos para os dois vencimentos possíveis.

| Strike | Vencimento |
|----------|------------|
| 10100.00 | 26-Mar |
| 10605.00 | 26-Mar |
| 11110.00 | 26-Mar |
| 11615.00 | 26-Mar |
| 12120.00 | 26-Mar |
| 10100.00 | 11-Feb |
| 10605.00 | 11-Feb |
| 11110.00 | 11-Feb |
| 11615.00 | 11-Feb |
| 12120.00 | 11-Feb |

Figura 16 - Colunas strike e vencimento - Elaborado pelo autor

Os vencimentos são obtidos através da tabela de entrada de dados, com o preenchimento dos campos Prazo 1 e 2. Note que somente por uma questão de configuração não é exibido o ano na data da coluna acima. O ano no entanto é evidente de acordo com o prazo de vencimento em dias corridos, determinado na tabela de entrada dos dados, da opção em questão.

A próxima coluna indica o número de dias úteis até o vencimento dos prazos, a sigla DTE significa “*days till expiration*”.

A coluna que se segue indica a taxa de renda fixa para o cálculo da opção.

| DD DUUS | DUBR Base | Volat |
|------------|--------------|--------|
| DUBR | 252 | 45.00% |
| DUBR | 252 | 41.00% |

Figura 17 - Colunas de contagem de dias e volatilidade - Elaborado pelo autor

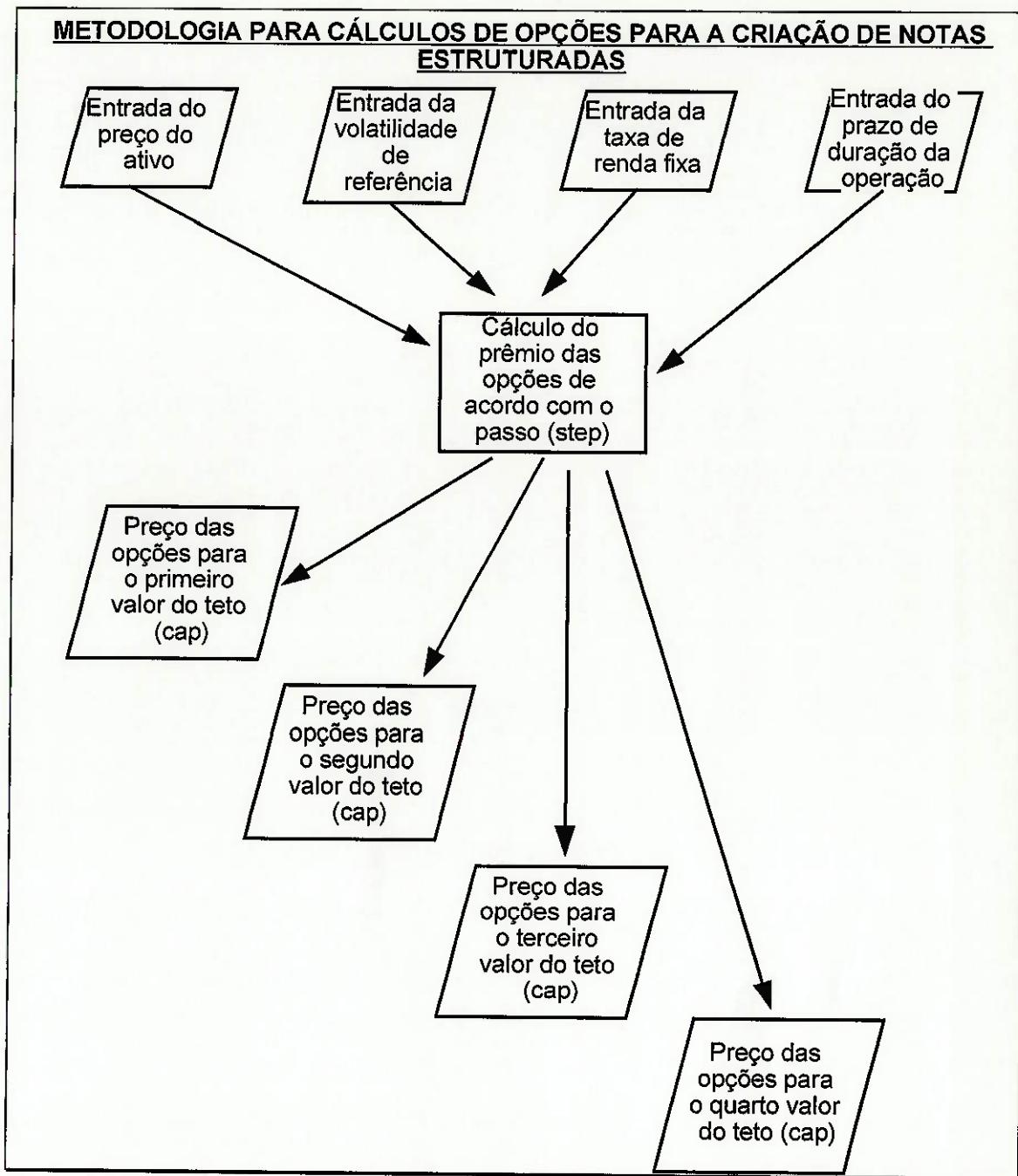


Figura 18 - Metodologia para a operação da planilha de precificação - Elaborado pelo autor

A coluna DD DUBR DUUS serve para indicar o calendário utilizado para a precificação das opções. DD significa dias corridos, DUBR são os dias úteis do Brasil e DUUS indica quando usarmos o número de dias úteis de Nova York.

É importante termos esse tipo de flexibilidade uma vez que dependendo do tipo de opção e do ativo a que ela se refere utilizaremos um calendário distinto para a precificação adequada da opção em questão.

No caso da opção de IBOVESPA o calendário mais adequado é o brasileiro de dias úteis.

A coluna Base se refere ao total de dias de um ano. No caso de adotarmos na opção anterior um calendário de dias úteis, a base será o total de dias úteis.

A volatilidade é apresentada na forma de um spread, ou seja temos uma volatilidade de compra e outra de venda, o banco realiza um lucro com isso pois vende para o cliente uma volatilidade de 45% e compra a opção do cap a uma volatilidade de 41%. O spread e o tamanho do mesmo é determinado pelo operador de acordo com o mercado.

| Premio |
|----------|
| 673.387 |
| 395.2671 |
| 236.0089 |
| 133.0434 |
| 71.01986 |
| 2606.968 |
| 2362.694 |
| 2137.171 |
| 1929.806 |
| 1739.833 |

Figura 19 - Prêmio das opções - Elaborado pelo autor

A coluna acima traz finalmente o preço das opções de acordo com todas as especificações anteriores.

| Delta | Gama | Theta | Vega |
|----------|----------|----------|----------|
| 0.583714 | 0.000278 | -10.8413 | 12.15996 |
| 0.433873 | 0.000308 | -9.50107 | 12.26353 |
| 0.296607 | 0.000271 | -7.92975 | 10.78135 |
| 0.187943 | 0.000211 | -5.96078 | 8.401723 |
| 0.110879 | 0.000148 | -4.07439 | 5.894479 |
| 0.761992 | 7.44E-05 | -4.62347 | 31.37925 |
| 0.723809 | 8.04E-05 | -4.68396 | 33.90633 |
| 0.684805 | 8.55E-05 | -4.70675 | 36.03061 |
| 0.645495 | 8.95E-05 | -4.694 | 37.7317 |
| 0.60634 | 9.25E-05 | -4.64863 | 39.00699 |

Figura 20 - As letras gregas - Elaborado pelo autor

Esta saída calcula as chamadas letras gregas no momento de criação das opções. Neste momento as letras gregas funcionam apenas como um indicativo, uma vez que são realmente utilizadas na gestão de risco, isto é no momento seguinte à sua criação.

O significado de cada uma delas, bem como sua utilização será discutida mais adiante. O autor achou importante, nem que seja apenas como um indicativo do risco, incluir o cálculo das letras gregas mesmo na planilha de precificação.

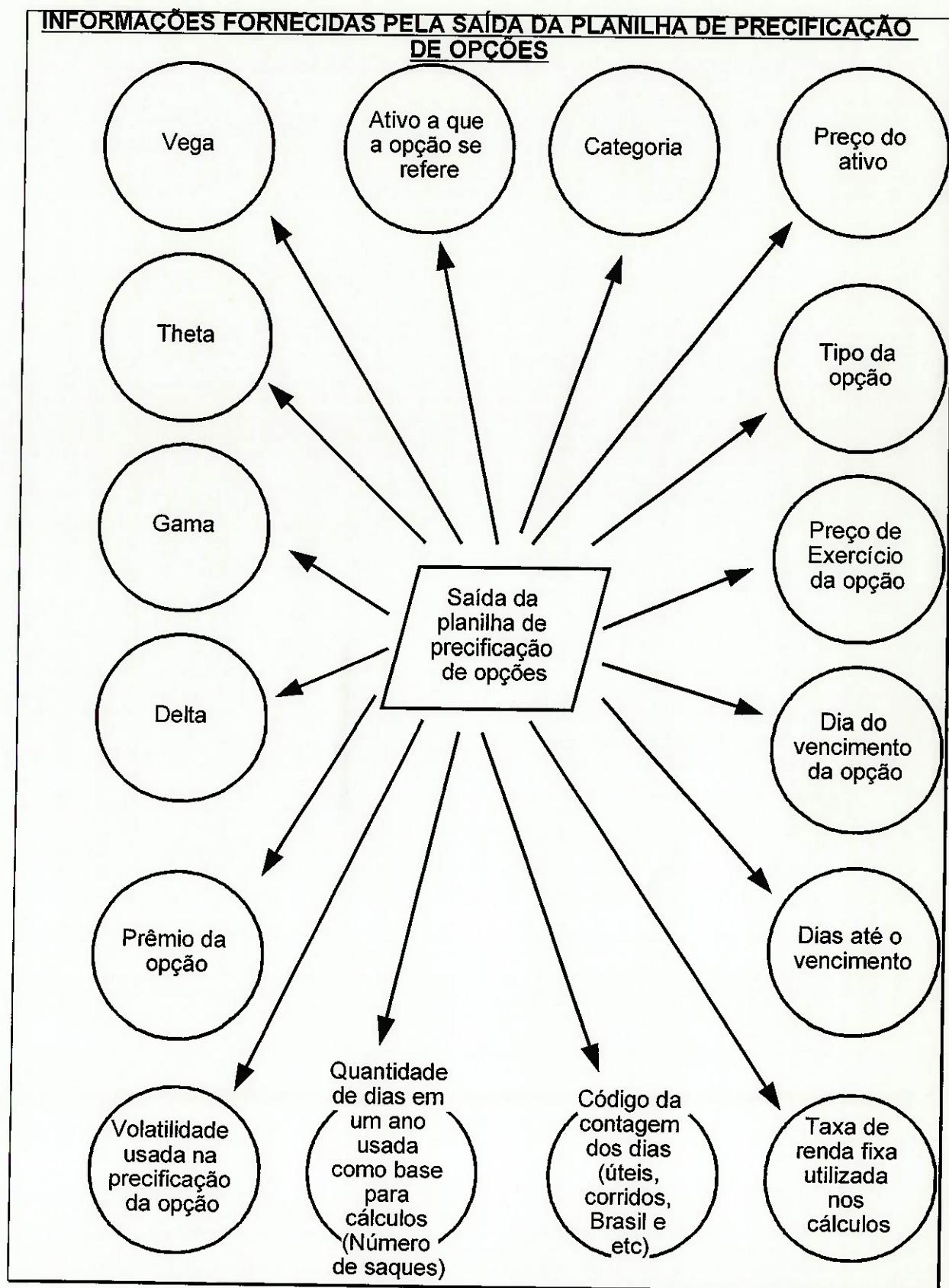


Figura 21 - Saídas da planilha de precificação - Elaborado pelo autor

CAPÍTULO IV

GERÊNCIA DE RISCO

IV. GERÊNCIA DE RISCO

4.1. INTRODUÇÃO

A criação de operações envolvendo opções envolve níveis de risco que não são intuitivos. Além do próprio preço do ativo, o bom gerenciamento de risco envolve o controle e observação de variáveis calculadas e previstas pelo modelo Black Scholes.

As chamadas letras gregas são ferramentas importante para a administração e controle da posição.

A boa gerência de risco é fator crítico de sucesso deste trabalho em função do poder de alavancagem dos derivativos.

Iremos discutir os melhores indicadores de risco propostos pelo modelo de precificação adotado e em função dos mesmos criaremos uma planilha de controle de risco.

Quando compramos um ativo é fácil obtermos o risco envolvido, ele é igual ao valor do ativo. Se compramos um apartamento de R\$ 100 000,00 podemos dizer que estamos comprados em R\$ 100 000,00 no mercado imobiliário. Será que o mesmo raciocínio é válido quando tratamos de uma opção? Para responder tal pergunta vamos introduzir o conceito de Delta.

4.2. DELTA HEDGING

O delta, Δ , de um derivativo é definido como a taxa de variação do seu preço dividido pela taxa de variação do ativo subscrito. É a inclinação da curva Preço da Opção X Preço do ativo subscrito.

$$\Delta = \Delta c / \Delta S$$

Formalmente temos:

$$\Delta = \frac{df}{dS}$$

Onde f é o preço do derivativo.

O valor do delta é importantíssimo pois relaciona a variação do preço do ativo com o valor do preço de uma opção permite a criação de operações com risco direcional zero.

Desta forma, se tivermos uma opção com delta 0,5 e não quisermos proteger uma posição comprada em 100 ações do risco do mercado cair, devemos vender 200 opções. No caso de uma variação positiva de 1 real no preço da ação teremos o seguinte resultado da operação:

| Ativo | Quantidade | Variação | Resultado |
|------------------------------------|------------|-------------------------|-------------|
| Ação | 100 | 1 | 100 |
| Opção | -200 | $\Delta \times 1 = 0,5$ | -100 |
| RESULTADO TOTAL DA OPERAÇÃO | | | ZERO |

Tabela 6 - Exemplo de resultado de uma operação zerada pelo hedge

Vale lembrar que criando operações baseadas em delta hedging estamos efetivamente zerando o risco por um período curto de tempo já que o delta não é um valor fixo, mudando de valor de acordo com as variações do mercado e com o tempo.

Usando a análise do sistema de precificação Black Scholes podemos montar um portfólio neutro pelo delta e cujo retorno em um período curto de tempo seja igual à taxa de aplicação sem risco.

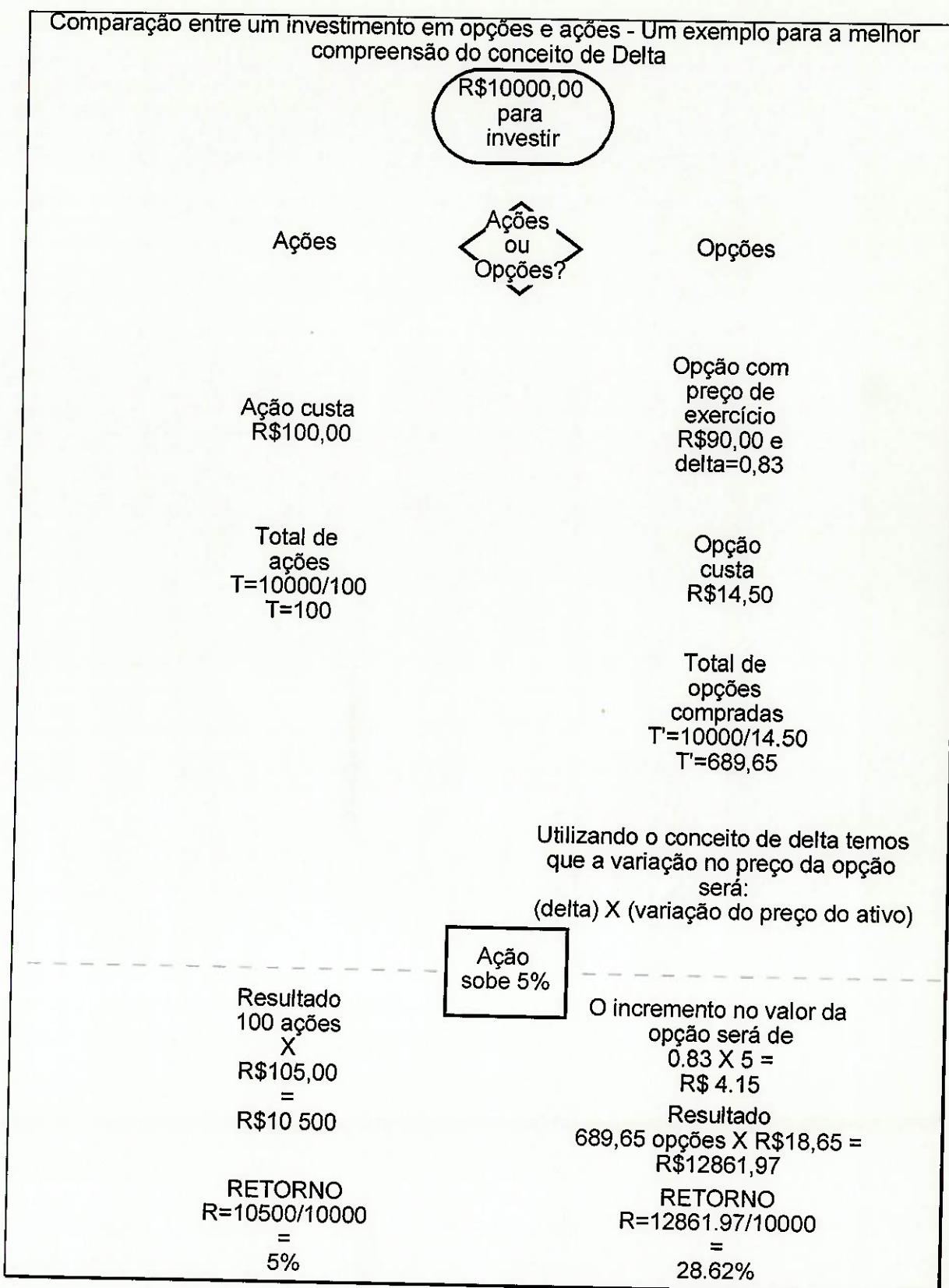


Figura 22 - Um exemplo para a melhor compreensão do conceito de delta - Elaborado pelo autor

O conceito de delta é fundamental para entendermos a alavancagem inerente a certas posições de opções . Vamos utilizar um exemplo prático sem considerar a variação do delta:

Confiantes da alta de certa ação que custa R\$ 100 por lote unitário e com apenas R\$ 10 000,00, vamos calcular o resultado de uma alta de 5% no preço da ação.

Caso 1: Compramos a ação:

Temos recursos para comprar cem ações, e teremos o resultado em função destas 100 ações.

Neste caso temos um retorno igual a 5% .

Caso 2: Compramos uma opção com preço de exercício R\$90 a 18 dias do vencimento:

A opção estava sendo negociada a R\$ 14.50 e seu delta era de 83%.

Utilizaremos o conceito de delta para calcular o resultado. O total de opções que conseguiremos comprar será de 689.65, vamos arredondar para 689.

Teremos o resultado financeiro equivalente a seguinte quantidade de ações: $0.83 \times 689 = 571.87$

Portanto, apesar de termos apenas R\$ 10 000,00, o nosso resultado (e risco) é equivalente a R\$ 57 187,00 ($571.87 \times$ preço da ação).

O retorno total no nosso exemplo foi de 28,59%.

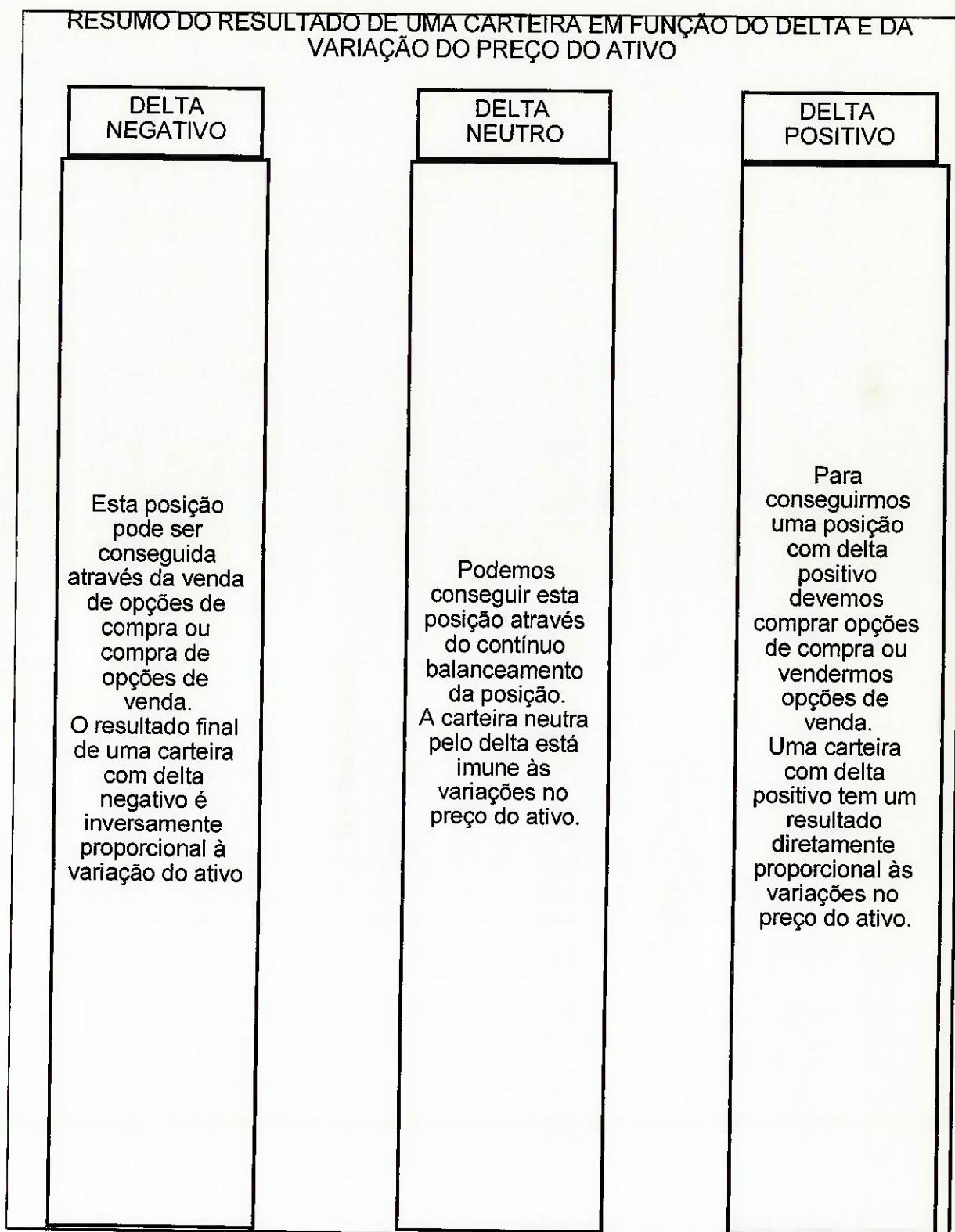


Figura 23 - Resultado de uma carteira em função do delta - Elaborado pelo autor

4.3. THETA

O valor theta de um portfólio de derivativos, Θ , é a taxa de variação do valor do portfólio em relação ao tempo com todas as outras variáveis permanecendo constantes.

Formalmente podemos dizer que:

$$\Theta = \frac{d\Pi}{dt}$$

Com Π sendo o valor do portfólio.

Vale lembrar que o theta é quase sempre negativo para opções, isto porque parte do valor de uma opção se refere à incerteza referente ao tempo, com o passar do tempo é natural que o grau de incerteza diminua e consequentemente o valor tempo de uma opção também.

O theta não é um parâmetro usado para se fazer o hedge de um portfólio, isso porque apesar de haver incertezas sobre as variações nos preços das ações, não há incertezas quanto a passagem do tempo, desta forma não há sentido em se tentar fazer um hedge contra a passagem do tempo.

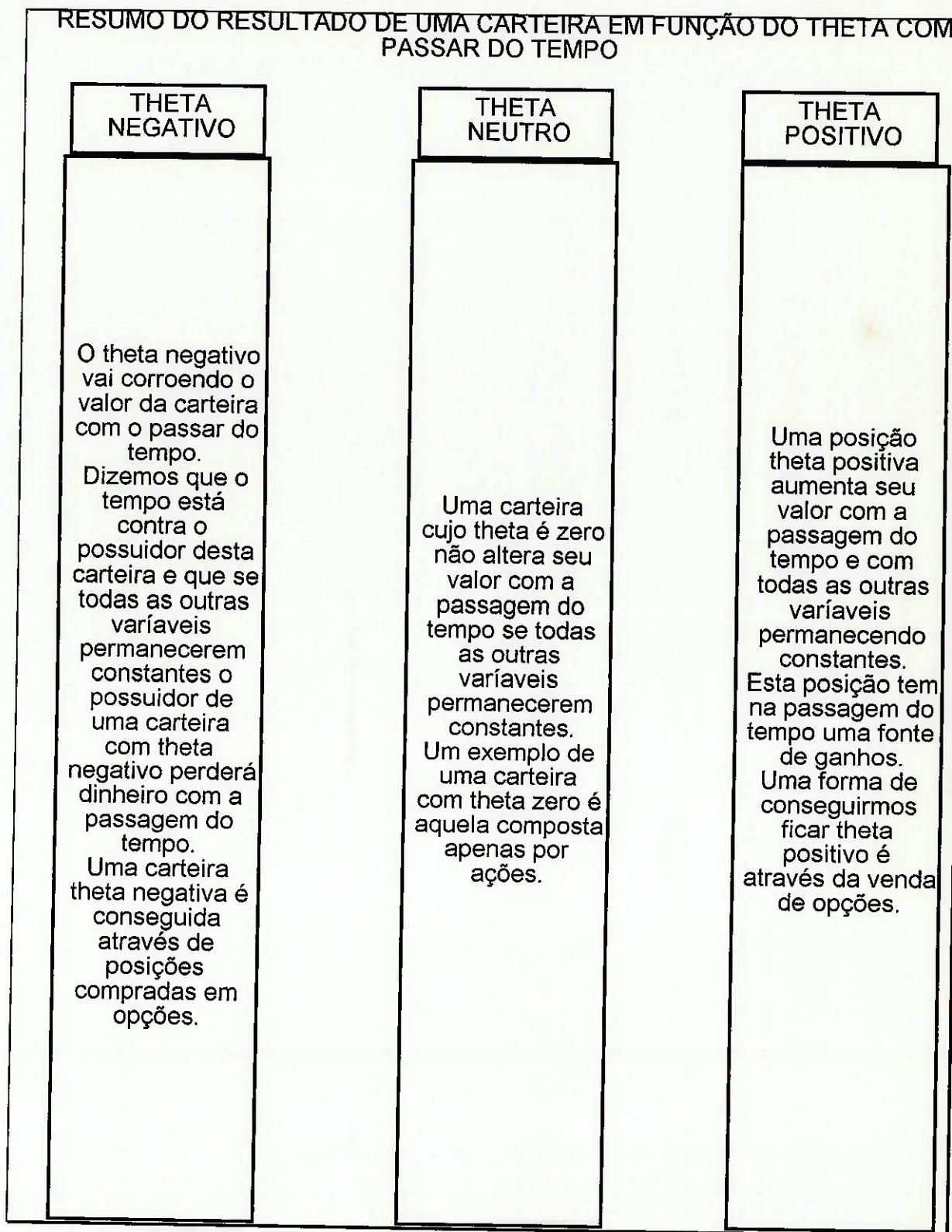


Figura 24 - Resultado de uma carteira em função do theta - Elaborado pelo autor

4.4. GAMMA

O gamma de um portfólio de ativos derivativos, Γ , é a taxa de variação do delta do portfólio com relação ao preço do ativo subscrito.

Formalmente podemos conceituar o gamma como:

$$\Gamma = \frac{d^2\Pi}{dS^2}$$

Se temos um gamma pequeno, a variação do delta será pequena e os ajustes para manter o portfólio neutro pelo delta serão esporádicos. No entanto se o gamma é grande em termos absolutos, delta é extremamente sensível em relação a mudanças de preço do ativo subscrito, nesta situação é muito arriscado não ajustarmos o portfólio neutro pelo delta constantemente.

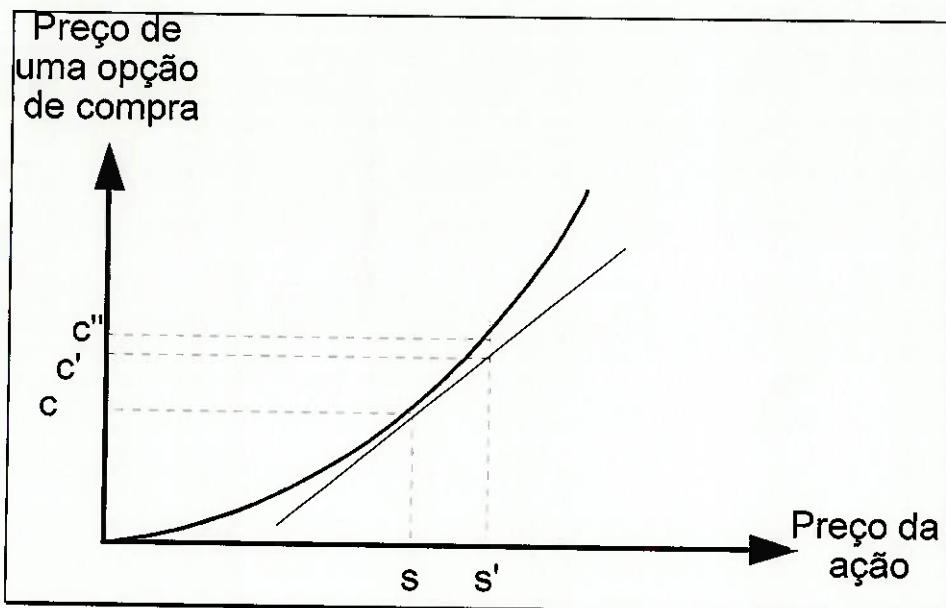


Gráfico 1 - Ilustração de erro no hedge pelo delta - Adaptado de Hull

Esta situação está ilustrada no gráfico 1. Quando o preço da ação vai de S para S' , pelo conceito de hedge pelo delta assumimos que o preço de uma opção de compra vai de C para C' , quando na realidade o preço da opção vai de C para C'' . A diferença entre C' e C'' nos leva a um erro de hedge.

É importante perceber que o ativo subscrito tem gamma igual a zero e contratos futuros também, por este motivo se quisermos fazer qualquer ajuste no gamma do portfólio devemos negociar com opções.

O conceito de gamma é de suma importância para o administrador de uma carteira de derivativos, não basta ao mesmo controlar seu risco apenas pelo delta. Isto pode ser melhor entendido com um exemplo prático. Vamos supor que temos um portfólio neutro pelo delta mas com um gamma extremamente negativo.

Na prática esta configuração pode ser obtida no mercado de ações com a compra de ações e a venda de opções com preço de exercício próximo ao valor de mercado das ações.

Vamos supor que no dia seguinte a esta operação o mercado já abra caindo 5%, temos que o portfólio que ontem era neutro pelo delta se torna comprado e o resultado já é negativo sem que haja a menor possibilidade de defesa.

Como as variações do mercado são muitas vezes abruptas e inesperadas o bom administrador de derivativos deve ter um controle tão rígido do gamma quanto do delta.

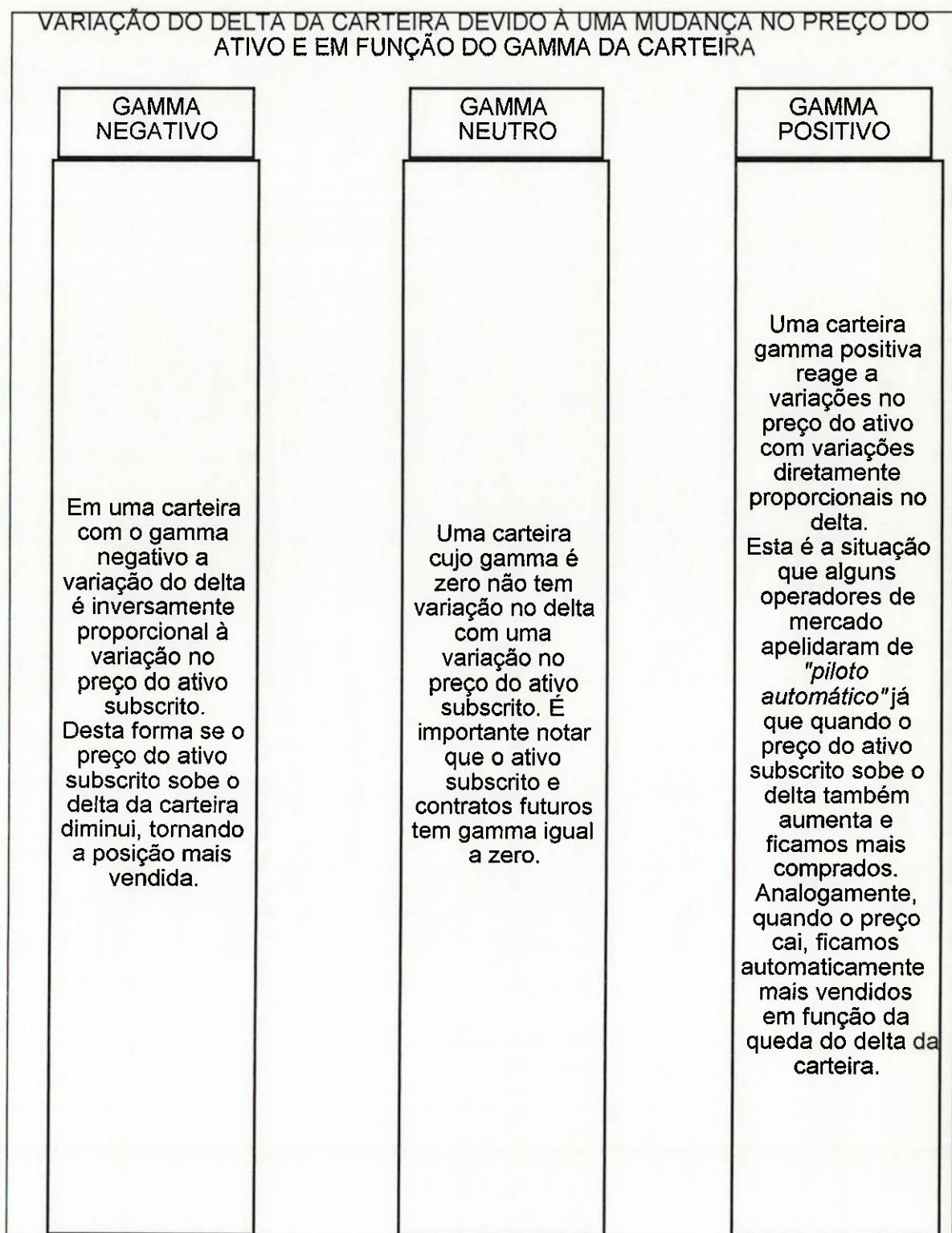


Figura 25 - Variação do delta em função do gamma da carteira - Elaborado pelo autor

4.5. A RELAÇÃO ENTRE DELTA, THETA E GAMMA

A equação de Black-Scholes que deve ser satisfeita pelo preço, f , de qualquer derivativo de uma ação que não distribua dividendos é:

$$\frac{df}{dt} + rS \frac{df}{dS} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{d^2 f}{dS^2} = rf$$

Como temos:

$$\Theta = \frac{d\Pi}{dt}$$

$$\Gamma = \frac{d^2\Pi}{dS^2}$$

$$\Delta = \frac{df}{dS}$$

Segue que:

$$\Theta + rS\Delta + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \Gamma = rf$$

Isso é válido tanto para carteiras de opções quanto para ativos derivativos isoladamente.

Para um portfólio neutro pelo delta temos, $\Delta=0$ e:

$$\Theta + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \Gamma = rf$$

Isto mostra que quando theta é grande e positivo, gamma tende a ser grande e negativo e vice versa.

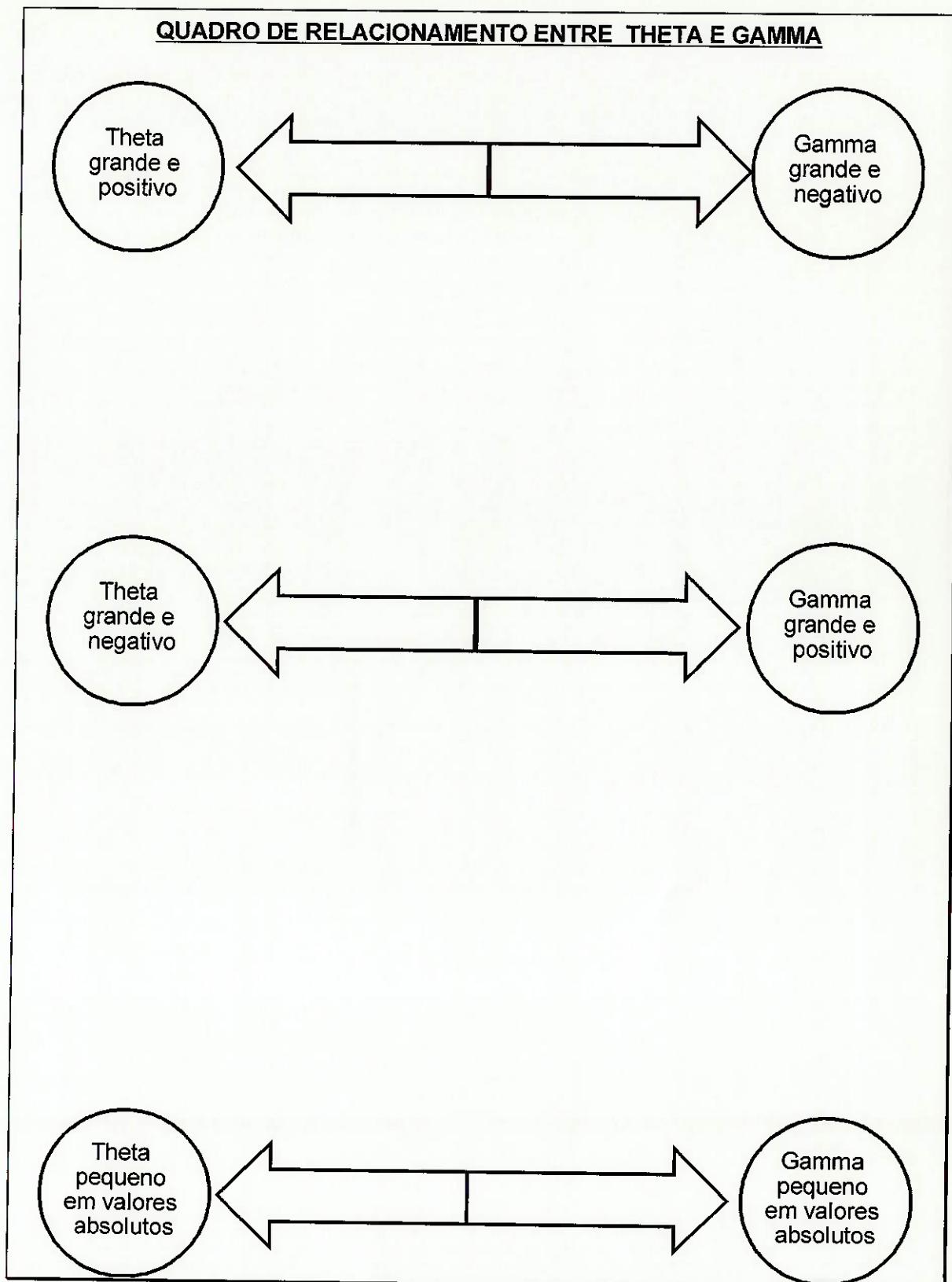


Figura 26 - Relacionamento entre theta e gamma - Elaborado pelo autor

Este relacionamento é importante pois apesar de ser mais confortável uma posição gamma positiva ela nos custa um theta diário equivalente. Uma posição gamma positiva se torna mais comprada quando o mercado sobe e mais vendida quando o mesmo cai. Desta forma fica muito mais fácil administrarmos uma posição pois para continuarmos zerados somos obrigados a vender ativos na alta e comprar na baixa, respeitando a máxima do mercado.

O theta por outro lado pode representar um custo considerável em uma carteira gamma positiva.

Escolher quando ficar gamma e/ou theta positivo ou negativo constitui uma das tarefas de um administrador de uma carteira de derivativos, este não pode nunca controlar apenas o delta, sob pena de não saber avaliar corretamente os riscos e possíveis benefícios de sua posição.

Para as relações obtidas admitimos que a volatilidade de opções com diferentes preços de exercício são iguais, o que é uma simplificação da realidade. Na prática estas relações entre delta theta e gamma são válidas na grande maioria das vezes apesar de em situações específicas conseguirmos uma posição theta e gamma positiva.

Podemos afirmar que uma posição gamma e theta positiva possui pelo menos dois tipos de opções com preços de exercício diferentes.

4.6. VEGA

É importante ter ciência que a volatilidade não é um valor constante, todos os tipos de volatilidade são variáveis com o tempo. Desta forma podemos dizer que o preço de um derivativo está sujeito à mudanças em função do preço do ativo subscrito, do tempo e da volatilidade.

O vega de uma carteira de derivativos, Λ , é a taxa de variação do valor da carteira com relação a mudança na volatilidade do ativo subscrito.

$$\boxed{\Lambda = \frac{d\Pi}{d\sigma}}$$

O vega mede a sensibilidade do portfólio a uma mudança na volatilidade, uma carteira com o vega grande em termos absolutos será mais sensível a mudanças na volatilidade que uma com o vega pequeno.

Uma posição no ativo subscrito ou em contratos futuros tem um vega igual a zero, desta forma se quisermos alterar o vega de uma carteira devemos negociar com opções. Uma carteira com vega neutro não terá obrigatoriamente gamma neutro e vice versa, se quisermos ter simultaneamente gamma e vega neutros podemos garantir que o portfólio contém pelo menos dois tipos diferentes de opções referentes ao mesmo ativo subscrito.

Gamma neutro possibilita uma proteção contra o tempo entre os rebalanceamentos de uma carteira derivativa, vega neutro por sua vez é uma proteção contra a volatilidade da volatilidade. Por ser difícil e custoso obtermos vega e gamma neutros cabe ao tomador de decisões escolher qual é a melhor alternativa de hedge dependendo de cada situação em particular.

Estas decisões muitas vezes requerem um conhecimento matemático elevado e a criação de modelos e cenários com a atribuição de probabilidades. As qualificações para o mercado derivativo vão portanto ao encontro da formação do profissional de engenharia e isto talvez ajude a explicar em parte a demanda por engenheiros no mercado financeiro.

| QUADRO DO RESULTADO DE UMA VARIAÇÃO NA VOLATILIDADE EM FUNÇÃO DO VEGA DA CARTEIRA | | |
|--|--|--|
| VEGA NEGATIVO | VEGA NEUTRO | VEGA POSITIVO |
| <p>Em uma carteira com o vega negativo a variação do valor da carteira é inversamente proporcional à variação no valor da volatilidade. Desta forma se a volatilidade sobe o valor da carteira diminui. Dizemos que uma posição com vega negativo é vendida em volatilidade.</p> | <p>Uma carteira cujo vega é zero não tem variação no seu valor com uma variação na volatilidade. É importante notar que o ativo subscrito e contratos futuros tem vega igual a zero.</p> | <p>Uma carteira vega positiva reage a variações na volatilidade com variações diretamente proporcionais no seu valor. Esta é a situação chamada comprada em volatilidade já que quando a volatilidade sobe o valor da carteira também aumenta. Analogamente, quando a volatilidade cai, o valor total da carteira diminui.</p> |

Figura 27 - Resultado na carteira de uma variação na volatilidade em função do vega da carteira - Elaborado pelo autor

4.7. Rho

O rho de um portfólio derivativo mede a taxa de variação do valor do portfólio com relação a taxa de juros. Para uma opção de compra européia sobre uma ação que não distribui dividendos temos:

$$\boxed{rho = X(T-t)e^{-r(T-t)} N(d_2)}$$

4.8. USANDO O HEDGE COM AS LETRAS GREGAS NA PRÁTICA

Na prática se o operador de opções tentar constantemente se proteger ficando delta, gamma e vega neutro, não conseguirá obter lucro por dois motivos principais.

O primeiro é que o mercado está sempre em movimento e o rebalanceamento constante seria caro simplesmente pelos custos das transações.

O segundo é a lógica da curva risco X retorno. O retorno obtido no mercado é sempre proporcional ao risco corrido (considerando a existência de árbitros que acabariam rapidamente com as possibilidades de lucros não correspondentes com os níveis de risco), se procuramos um portfólio sem riscos, teremos na melhor das hipóteses a taxa de juros de renda fixa do mercado como retorno do mesmo.

Desta forma podemos concluir que o objetivo destes indicadores não é zerar os riscos mas sim permitir avaliações precisas e rápidas para que as melhores decisões sejam tomadas no tempo certo.

Os indicadores estudados, sob a ótica do banco não tem como função serem usados para eliminar os riscos e sim para controlar os mesmos. Isto já pode não ser verdade para um agricultor que busca o hedge de sua safra em opções por serem muitas vezes mais baratas que contratos futuros.

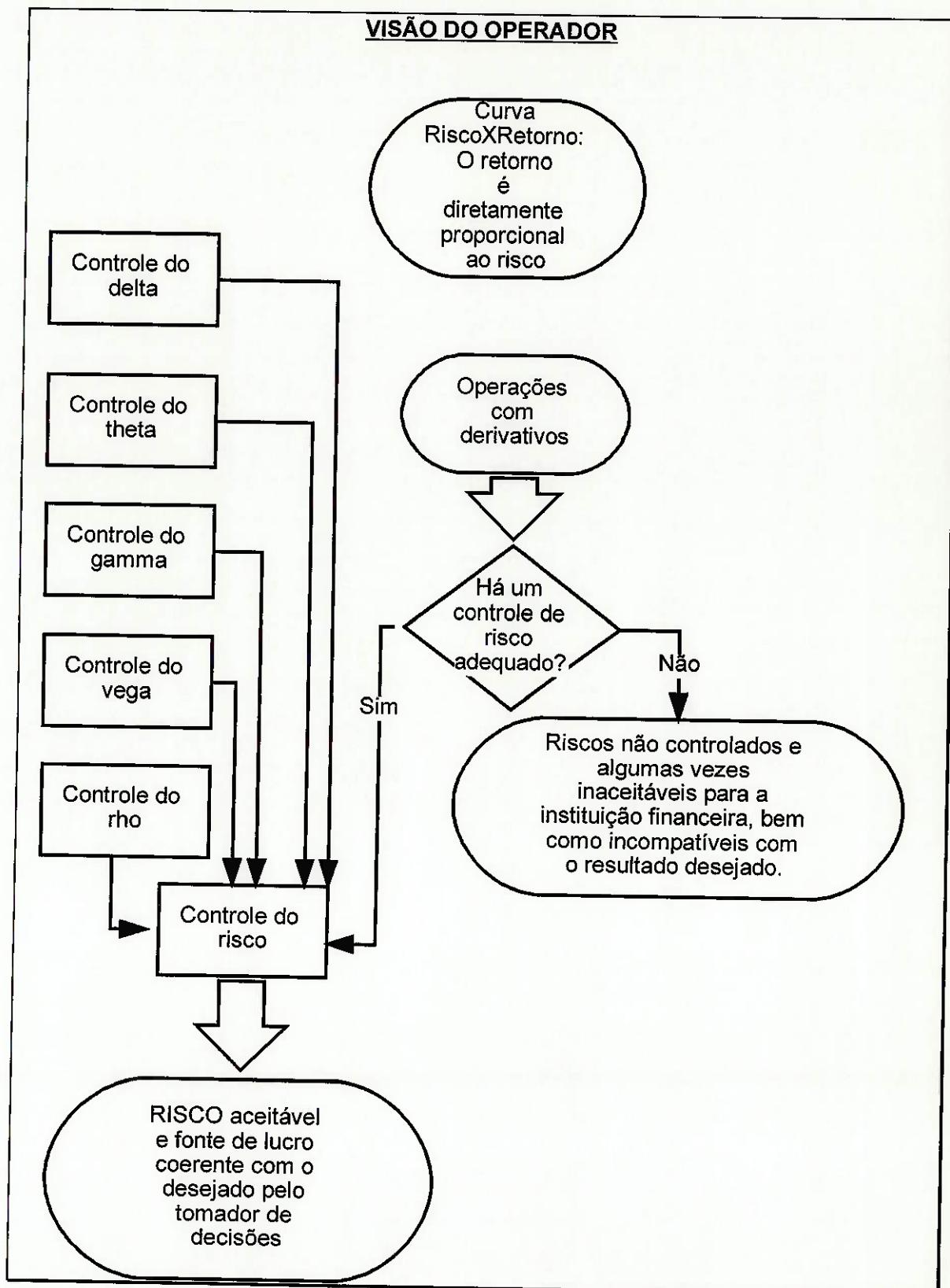


Figura 28 - O risco sob a ótica do operador - Elaborado pelo autor

Gamma, delta e vega medem os diferentes tipos de risco inerentes a uma carteira de opções, cabe ao técnico e responsável pela carteira ajustar as suas previsões de cenários para o preço do ativo subscrito e volatilidade do mesmo de forma que os riscos de perda máxima no cenário possível mais adverso sejam aceitáveis para o possuidor da carteira. Se em qualquer momento estes riscos se tornarem inaceitáveis, só neste momento é que a carteira será rebalanceada.

4.9. ESCOLHENDO O RESPONSÁVEL PELO CONTROLE DO RISCO

A complexidade do controle de risco nas operações com derivativos ficou clara nos itens anteriores, desta forma devemos criar ferramentas adequadas e que nos forneçam em tempo real os indicadores gregos e o resultado.

Intuitivamente, o primeiro instrumento que pensamos para realizar tal tarefa é uma planilha. A confecção desta planilha deve seguir o mesmo procedimento de criação da planilha de precificação de opções.

Devemos em primeiro lugar investigar como será na prática o controle do risco, quem deve realizar este controle, qual o nível de atualização que o mesmo deve ter e etc.

Montamos a seguir um quadro comparativo com os possíveis responsáveis pelo controle do risco:

| Responsável | custo(1) | conhecimento do mercado(4) | liberdade para tomar decisões(3) | tempo de tomada de decisões(3) |
|-----------------------------------|----------|----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Diretor de tesouraria | 0 | 9 | 10 | 6 |
| Operador | 6 | 8 | 8 | 9 |
| Departamento de controle de risco | 7 | 7 | 4 | 2 |
| Back office | 9 | 3 | 1 | 0 |

Tabela 7 - Possíveis responsáveis pelo controle do risco, escala de 0 a 10, pesos de 1 a 4 -

Elaborada pelo autor

A tabela comparativa foi montada de acordo com critérios um tanto quanto intuitivos mas seus resultados não são obrigatoriamente previsíveis. O primeiro critério (custo) não é o mais importante mas deve ser levado em conta, quanto mais enxuta for a estrutura da empresa melhor. Devemos sempre questionar o custo de uma contratação para avaliarmos se a mesma é justificável ou não. Nem sempre a máxima quanto mais qualificado for o trabalhador melhor é verdadeira. Em alguns casos a qualificação só agrupa custos sem agregar qualidade na execução da função, não agregando valor como um todo.

O conhecimento do mercado é fundamental por se tratar de um produto novo e que portanto que vai exigir do responsável criatividade e conhecimento técnico para realizar o hedge da posição. Muitas vezes o hedge não será perfeito, será feito através de ativos com alta correlação, ou usará contratos futuros para hedgear posições à vista.

A liberdade para tomar decisões e assumir a responsabilidade é fundamental para o bom exercício da função, o perfil do gerenciador de risco é essencialmente o de um tomador de decisões, não há sentido colocarmos nestas funções um profissional não habituado a tomar decisões.

O tempo para a tomada de decisões é outro fator fundamental, uma vez que a velocidade do mercado muitas vezes é que ditará o ritmo de trabalho. Neste quesito, por exemplo, um diretor de tesouraria se encontra abaixo de um operador dado o nível de ocupação do mesmo que não permite uma atuação direta em vários mercados. Seu nível de acompanhamento é indireto e suas decisões ditam as diretrizes do banco, o grau de comprometimento do mesmo com outros tipos de operações que não as de volatilidade limitam a sua capacidade principalmente no quesito tempo.

| Responsável | TOTAL |
|-----------------------------------|-------|
| Diretor de tesouraria | 84 |
| Operador | 89 |
| departamento de controle de risco | 53 |
| Back office | 24 |

Tabela 8 - Total de pontos de cada possível responsável pela gestão do risco - Elaborada pelo autor

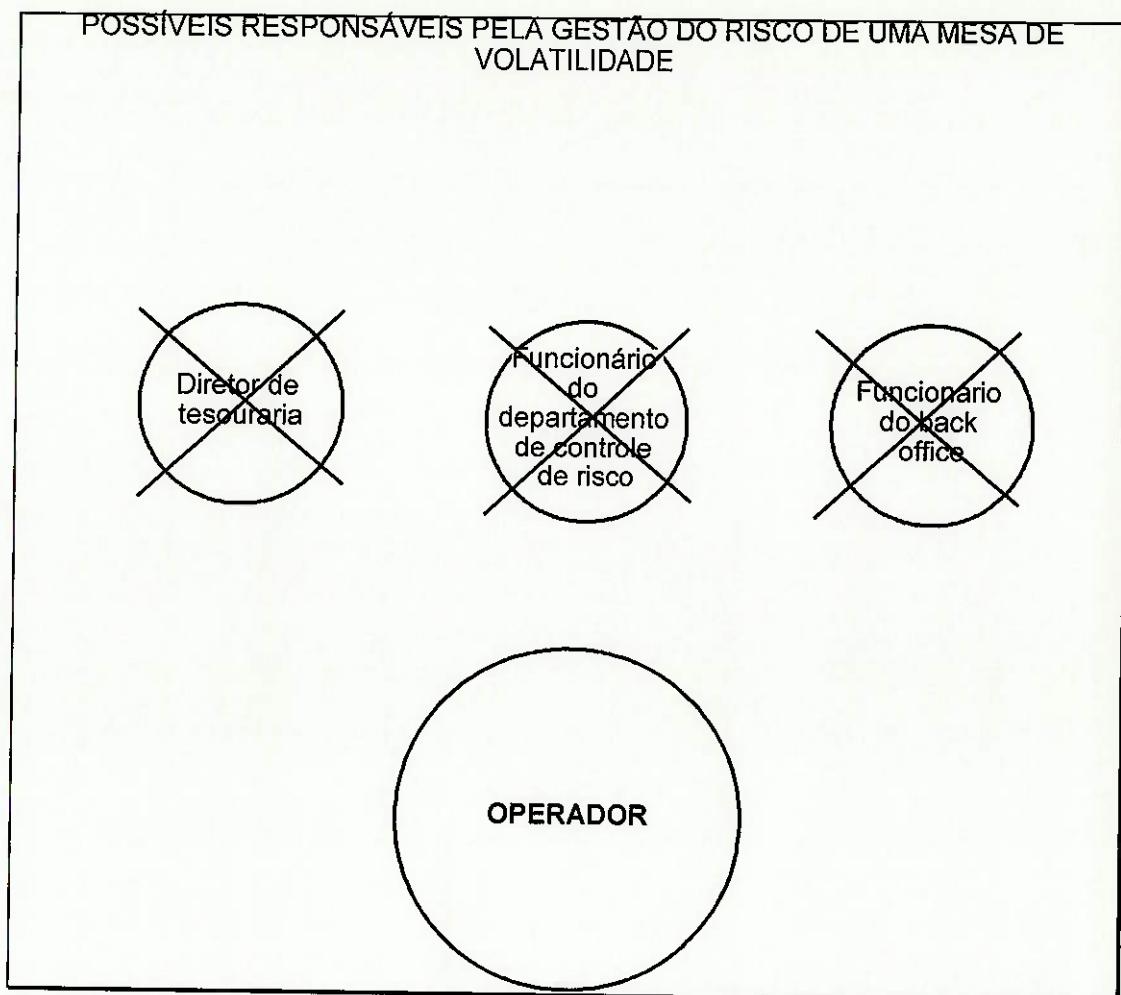


Figura 29 - Possíveis responsáveis pela gestão do risco de uma mesa de volatilidade -
Elaborado pelo autor

O resultado não chega a surpreender e vai ao encontro das expectativas preliminares, um operador de mercado é o mais indicado a administrar os riscos de uma posição com derivativos por aliar um custo razoável a um bom conhecimento técnico e de mercado

Para efeito de confirmação e mesmo como validação do modelo realizamos uma consulta com um diretor do banco, operadores, responsáveis pela gerência de risco e membros do back office, todos chegaram a uma conclusão unânime sobre quem deve controlar o risco da posição com derivativos: O operador.

CAPÍTULO V

VOLATILIDADE

V. VOLATILIDADE

5.1. INTRODUÇÃO

O conceito, ou conceitos, de volatilidade são tão importantes que designaremos um capítulo especial para os mesmos.

É fundamental para a operação de derivativos a compreensão dos conceitos de volatilidade bem como a diferenciação dos tipos de volatilidade utilizados pelo mercado.

5.2. TIPOS BÁSICOS

Na forma mais simples podemos dizer que existem dois tipos básicos de volatilidade, a volatilidade do ativo subscrito (seja ela volatilidade do passado ou futuro) e a volatilidade estimada, que é a volatilidade esperada (seja pelo mercado ou pelo operador).

Temos logo a seguir quatro sub tipos de volatilidade:

| Tipos de Volatilidade | |
|----------------------------|--|
| Volatilidade histórica | |
| Volatilidade implícita | |
| A previsão de volatilidade | |
| Volatilidade real | |

Tabela 9 -Sub tipos de volatilidade - Elaborada pelo autor

A volatilidade real pode ser calculada usando como referência o passado ou o futuro, mas representa a volatilidade ocorrida durante a vida da opção.

Para entendermos mais claramente as diferenças entre os tipos de volatilidade tentarei usar um exemplo básico e didático:

Suponha que tenhamos uma casa no valor de R\$ 100 mil.

Vamos lembrar que o prêmio de volatilidade é um prêmio de risco à uma exposição de certo ativo, lembramos também que podemos enxergar uma apólice de seguro de uma casa como uma opção de venda em caso de sinistro.

Suponha que a probabilidade de incêndio na região em que nossa casa está é de 2%.

Com uma conta simples calculamos que o preço teórico de seguro contra incêndio seria de R\$ 2 mil, no entanto ao procurarmos nas seguradoras o melhor preço que encontramos é de R\$ 3 mil.

Uma vez que o preço de mercado do seguro é maior que o preço teórico, racionalmente, não compraríamos o seguro (seria uma má decisão de investimento pois o prêmio pago seria maior que o risco associado ao evento).

O tempo passa e durante o período de cobertura da apólice em questão verificamos que 30% das casas se incendeiam.

Com este novo cenário se pudéssemos voltar no tempo acharíamos um ótimo negócio comprar o seguro.

Para finalizar vamos supor que a nossa casa não pegou fogo.

Este exemplo que parece extremamente básico e simples esconde conceitos sobre derivativos que muitas vezes se tornam incompreensíveis se explicados da maneira ortodoxa.

Vamos em primeiro lugar identificar os quatro tipos de volatilidade:

| Evento | Probabilidade | Volatilidade Associada |
|---------------------------|---------------|--------------------------|
| Probabilidade de Incêndio | 2% | Volatilidade Histórica |
| Preço da Apólice | 3% | Volatilidade Implícita |
| Preço Justo Calculado | 2% | Previsão da Volatilidade |
| Casas Incendiadas | 30% | Volatilidade Real |

Tabela 10 - Analogia sobre os tipos de volatilidade - Elaborada pelo autor

É importante perceber que as opções tem outros valores além do teórico (chamado erroneamente de preço justo), estes outros valores devem ser levados em conta com um estudo do tipo "cenários".

Mesmo uma opção precificada favoravelmente não é garantia de que ganharemos dinheiro com ela, e o inverso também é verdade, o fato de perdermos dinheiro não significa que fizemos uma má operação com derivativos. Isso ficou claro no nosso exemplo quando ao sabermos que 30% das casas da região pegaram fogo chegamos a conclusão que o seguro seria uma boa compra, como a nossa casa não pegou fogo, perderíamos dinheiro mesmo com a *boa* operação.

Desta forma podemos dizer que a compra do seguro seria um bom investimento pois nos daria uma proteção a um risco maior que o cobrado pela seguradora. Apesar de poder ser considerado um bom investimento teríamos perdido dinheiro pois nossa casa não se incendiou.

Desta forma é sempre bom lembrar que a criação de uma mesa de volatilidade envolve riscos que o banco deseja correr pois quanto maiores os riscos maiores os prêmios. É fundamental, no entanto, que saibamos avaliar os riscos para precificarmos opções de maneira competitiva e lucrativa.

CAPÍTULO VI
DIMENSIONAMENTO

VI. DIMENSIONAMENTO

6.1. CRIAÇÃO DA NOVA ÁREA: UMA MESA DE VOLATILIDADE

A mesa de operações é conhecida como o coração de uma instituição financeira, é o local de maior agitação física e é por onde há a maior parte da transferência de recursos no mercado financeiro.

Dentro da mesa podemos destacar a tesouraria, que é a área responsável pelo investimento do capital próprio do banco.

A tesouraria nos principais bancos de investimento é dividida em câmbio, bolsa, juros e internacional. A tesouraria internacional é responsável pela negociação de títulos da dívida de vários países (T bonds, C bonds)

Uma vez que com a criação de uma mesa de volatilidade estariamos transferindo riscos de terceiros para a posição do banco e vice versa, fica claro que a mesa de volatilidade terá que fazer parte da tesouraria, administrando recursos do banco.

6.2. DEFINIÇÃO DE FUNÇÕES

O dimensionamento da área é um assunto delicado e polêmico. Não há uma bibliografia completa sobre o assunto e portanto o autor optou por definir todas as etapas do processo e calcular o tempo exigido para cada uma delas.

Ainda assim no desenrolar da tarefa surgiu a dúvida se deveríamos criar uma área através da contratação de pessoal e centralização das tarefas com o isolamento dos outros departamentos da tesouraria, ou pela simples agregação de funções. Discutiremos no momento oportuno alguns dos prós e contras de cada possibilidade.

As funções básicas de um operador de volatilidade são:

- 1)Acompanhamento dos mercados
- 2)Atualização diária das planilhas de risco
- 3)Controle dos indicadores de risco
- 4)Ajuste do hedge quando necessário
- 5)Contato com clientes que buscam notas estruturadas, opções flexíveis e novos produtos
- 6)Precificação de opções, abertura de spreads e desenvolvimento de produtos de acordo com o surgimento de novas necessidades do mercado
- 7)Criação de hedges indiretos quando necessário
- 8)Zerar a posição em caso de limite de risco

| Funções básicas de um operador de volatilidade | |
|---|--|
| 1)Acompanhamento dos mercados | |
| 2)Atualização diária das planilhas de risco | |
| 3)Controle dos indicadores de risco | |
| 4)Ajuste do hedge quando necessário | |
| 5)Contato com clientes que buscam notas estruturadas, opções flexíveis e novos produtos | |
| 6)Precificação de opções, abertura de spreads e desenvolvimento de produtos de acordo com o surgimento de novas necessidades do mercado | |
| 7)Criação de hedges indiretos quando necessário | |
| 8)Zerar a posição em caso de limite de risco | |

Tabela 11 - Funções básicas de um operador de volatilidade - Elaborada pelo autor

O acompanhamento do mercado pode ser considerada a função principal do operador, ela é pré requisito para todas as outras e deve ser feita durante todo o dia.

A atualização diária das planilhas é um trabalho ao qual todos os operadores já estão acostumados, todas as planilhas necessitam de ajustes quando muda a data. Em alguns casos este ajuste é automático feito através de macros ou programas, mas ao operador cabe no mínimo fazer uma conferência de suas posições. No caso de uma nova planilha esta função tomará um tempo do operador. Se a planilha for automatizada ou simples o suficiente, este tempo será da ordem de um ou dois minutos.

O controle dos indicadores de risco é uma função que se confunde com o acompanhamento do mercado. Ao controlarmos o preço dos ativos subscritos, as letras gregas e etc, estamos ao mesmo tempo controlando o risco e acompanhando o mercado. Este é um tipo de tarefa contínua mas que não exige exclusividade, ou seja , podemos acompanhar vários indicadores de vários mercados ao mesmo tempo.

O ajuste do hedge é praticamente uma decorrência do acompanhamento do mercado e da avaliação do risco da posição, vale lembrar que, como já foi discutido anteriormente, este ajuste deve ser esporádico e surge como uma consequência do controle de risco, portanto podemos afirmar que esta não é uma função que ocupe muito tempo em um dia (como porcentagem de horas trabalhadas).

O contato com clientes é um assunto delicado pois o cliente deve ser sempre bem atendido e merece atenção total. No entanto como o trabalho dos operadores envolve o acompanhamento dos mercados ele talvez não seja a pessoa indicada para esta função.

A precificação de opções é uma tarefa simples uma vez que tenhamos um modelo validado e testado para isso, este tipo de atividade para um operador é apenas uma simples manipulação de planilhas, o bom operador lida bem com números e estes cálculos podem ser considerados simples para o mesmo.

A criação de **hedges indiretos** é uma tarefa complexa mas que exige pleno conhecimento dos mercados e pode ser feito através de um estudo de correlação, o hedge indireto traz riscos à posição e uma vez que a criação de uma nova área deve atender a diretrizes da direção do banco cabe à diretoria a plena compreensão destes riscos e a avaliação quantitativa dos mesmos.

Em casos extremos quando o risco aumentar excessivamente em função de oscilações do mercado e ultrapassar os limites de riscos ditados pela direção do banco caberá ao operador zerar estes riscos através da **zeragem da posição**. No caso de ativos menos líquidos o hedge deverá ser feito ao custo necessário. Este tipo de situação é muito incomum e pode ocorrer uma vez a cada 10 anos, mas o operador deve estar sempre pronto a enfrentá-la.

Como podemos perceber dentre as funções de um operador de volatilidade a que mais ocupa tempo é o acompanhamento do mercado. Por mais que o operador não necessite fazer o hedge ou que não esteja criando produtos novos, ele deve sempre acompanhar o mercado. O acompanhamento do mercado é uma obrigação de todos os tipos de operadores: de câmbio, bolsa, juros e etc.

Desta forma temos operadores que estão constantemente acompanhando o mercado, parece óbvio que devemos acumular funções e somente atribuir novas obrigações aos operadores do mercado.

No entanto temos algumas das funções que deveriam ser centralizadas. Por exemplo a comunicação com clientes, se ao invés de termos vários operadores atendendo clientes esporadicamente e fazendo uma atividade com a qual não estão habituados tivéssemos uma pessoa responsável por este atendimento e apenas passasse de forma padrão ao operador a operação desejada. Este profissional poderia facilmente calcular os preços das opções e ao operador caberia apenas inserí-las no seu risco.

Desta forma teríamos uma solução mista com funções sendo executados por um funcionário exclusivo e as funções principais de controle de risco sendo feita pelos próprios operadores.

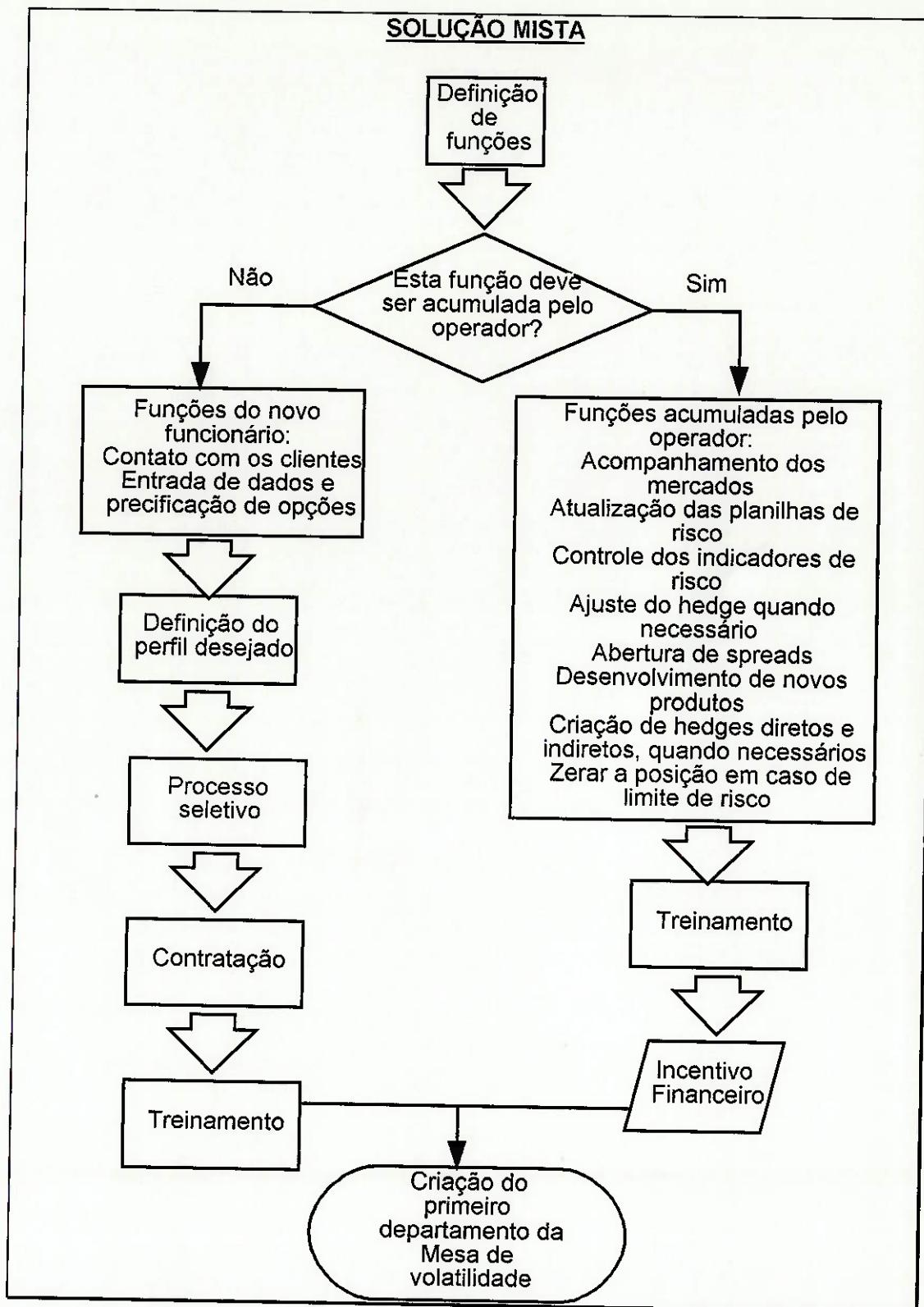


Figura 30 - Esquema da solução mista - Elaborado pelo autor

6.3. AGREGANDO FUNÇÕES OU CONTRATANDO MÃO DE OBRA?

A solução mista nos pareceu a melhor para o problema de mão de obra e dimensionamento da área em questão.

Desta forma teríamos uma área com estrutura flexível e com a possibilidade de ser ampliada sem novas contratações, apenas com o esforço de treinamento.

O esforço de dimensionamento abrangeu visitas a outras mesas de operação em diferentes bancos de investimento. A estrutura das mesmas, bem como o nome dos bancos será omitido propositadamente em função de um pedido de sigilo de algumas instituições. Somente quatro bancos foram visitados e apesar deles diferirem muito uns dos outros quanto à estrutura, um fato novo foi percebido: Na atual conjuntura, apenas a área de bolsa estava efetivamente funcionando com uma mesa de volatilidade acoplada em função justamente do sucesso de notas estruturadas. As mesas de câmbio e juros não obedeciam a definição deste trabalho em função da precificação das mesmas não seguir o modelo Black Scholes puro.(Bandas cambiais e de juros distorcem o modelo e fazem com que o tratamento seja ligeiramente diferente).

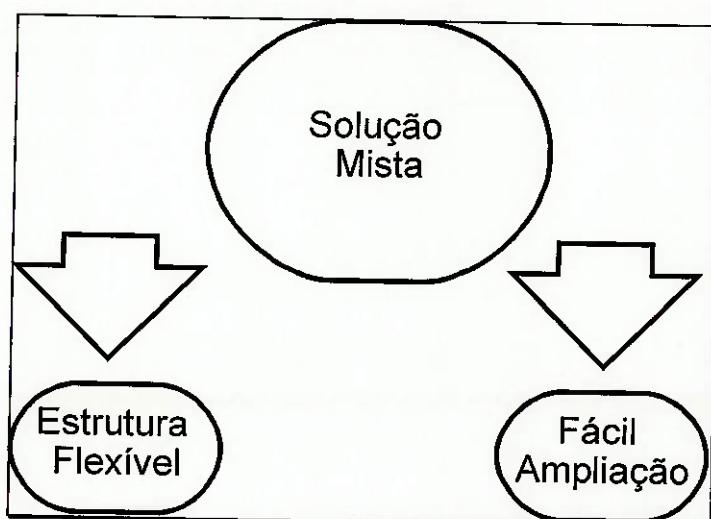


Figura 31 - Características da solução mista - Elaborado pelo autor

Desta forma vamos estruturar a área para neste primeiro momento realizar dois tipos de operações básicas: Opções flexíveis e Notas estruturadas.

O importante é abrirmos um precedente e criarmos uma estrutura que permita a criação de novos produtos e o crescimento da área.

A área começará a funcionar da seguinte forma:

Uma pessoa responsável pelo contato com os gerentes de conta privê (contato indireto com o cliente), pela identificação das necessidades, entrada de dados em planilhas e operacionalização das tarefas.

Um operador da área de bolsa que será responsável pelo acompanhamento do mercado e as outras funções adjacentes.

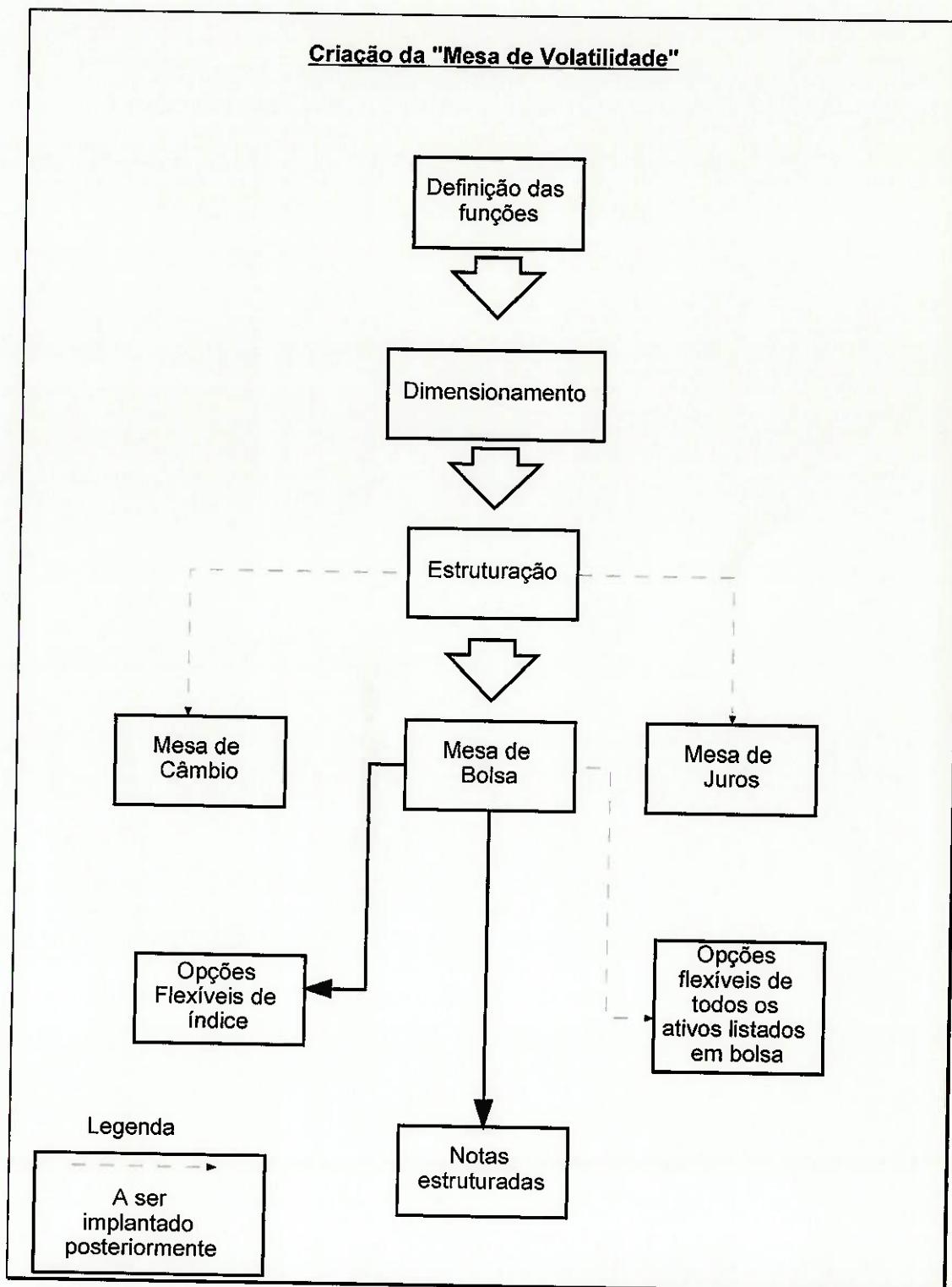


Figura 32 - Processo de criação da mesa de volatilidade - Elaborado pelo autor

O tipo de treinamento determinará o fracasso ou sucesso da nova área. A primeira preocupação que surge é com a confecção de planilhas fáceis de manusear e com as quais ambos funcionários da área se sintam à vontade.

6.4. O FUNCIONÁRIO A SER CONTRATADO - PERFIL E QUALIFICAÇÕES

Este funcionário tem que ter boa capacidade de comunicação, nível cultural alto para o bom diálogo com os operadores e clientes (pessoas geralmente de bom nível cultural), dominar o uso de planilhas de computador, ter ao menos nível avançado de Inglês e preferencialmente possuir noções de matemática financeira.

Nota-se que sua disponibilidade deve ser integral, portanto para o caso de contratação de estagiários devemos dar prioridade para aqueles em cursos noturnos. Por outro lado como não queremos comprometer o nível acadêmico do mesmo, abriremos a possibilidade de contratar dois estagiários, um para o período da manhã e outro para a noite, uma vez que é sabido que cursos noturnos tem o seu rendimento prejudicado. Por fim, o candidato deve estudar em faculdades de primeira linha.

Definimos assim nossas possibilidades: um estagiário que estude á noite; dois estagiários (um a tarde e outro pela manhã) ou um funcionário recém formado com ou sem experiência na área financeira.

No caso de um funcionário deve-se ressaltar que será uma função cuja remuneração será menor que a dos operadores.

Foi proposto à diretoria uma definição de pesos aos critérios e uma metodologia científica de escolha deste funcionário. A direção da área, no entanto, achou por bem seguir a maneira tradicional de contratação do banco. O argumento utilizado para isso é que critérios como nível cultural e etc são muito subjetivos e portanto muito difíceis de serem quantificados.

A análise dos critérios é válida como um direcionamento no processo de seleção e como uma forma de pré selecionarmos currículos.

Caberá ao novo funcionário boletar as operações realizadas no dia para posterior liquidação pela área back office.

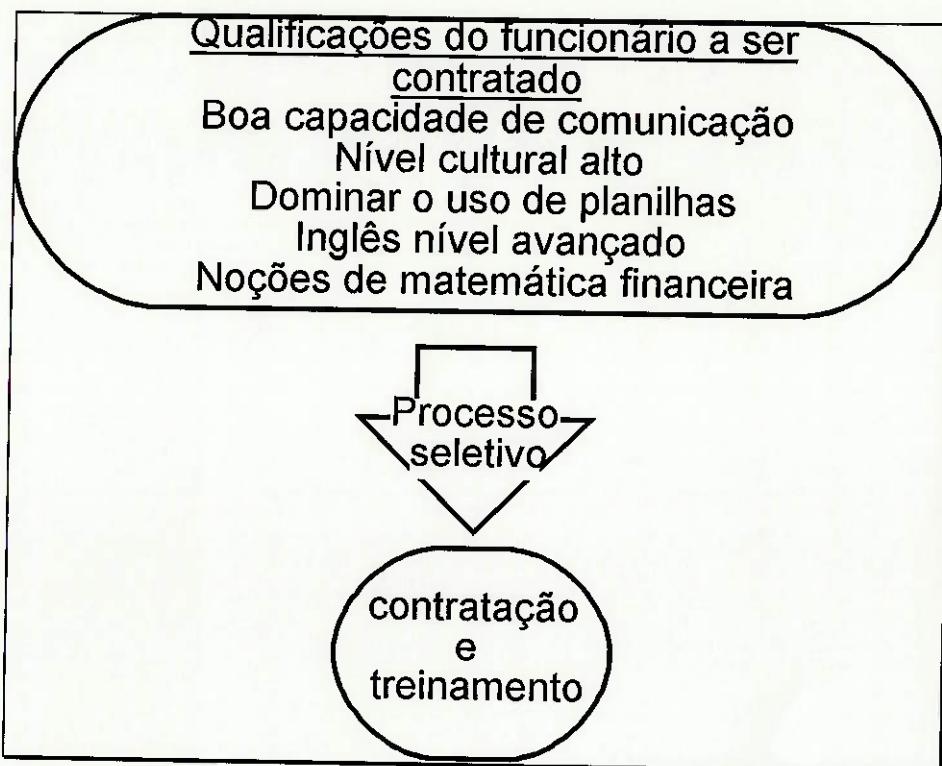


Figura 33 - Processo de contratação do novo funcionário - Elaborado pelo autor

6.5. TREINAMENTO E NOVAS ATRIBUIÇÕES DADAS AO OPERADOR DE BOLSA

Como iniciaremos as atividades da mesa de volatilidade na área de bolsa, um operador será escolhido para ser o responsável.

A área de bolsa é composta por três operadores, sendo que o operador chefe é na verdade um diretor do banco. Ele é um operador sênior formado em administração pela FGV⁴ e suas atribuições de diretor se somam às de operador. Uma pessoa sobre carregada desta forma não nos parece ser a pessoa ideal para esta função.

O segundo funcionário já tem quatro anos de experiência no mercado financeiro e é o especialista em opções. Formado em engenharia naval alia suas capacidades de operador à um raciocínio matemático rápido e capacidade de aprendizado elevada, que são características de um engenheiro.

O terceiro tem apenas um ano e meio de mercado e é responsável pelas operações de ações ditas de "segunda linha".

⁴ FGV - Fundação Getúlio Vargas

Fica evidente pelos perfis apresentados que a pessoa mais indicada para a função é o segundo operador.

Esta forma de escolha por análise de possibilidade e encaixe de perfil é válida pois a própria criação do modelo da mesa de volatilidade nos levou à utilização da mão de obra existente no banco.

O treinamento deste funcionário será muito simples pois na verdade ele dispõe de todo o tipo de conhecimento técnico sobre derivativos, iremos focar o treinamento na importância estratégica deste departamento para o banco, o porquê da sua escolha e os procedimentos para tornar a área uma realidade.

Serão claras as suas novas atribuições e o treinamento será muito mais no sentido de vender uma idéia e motivar este funcionário.

Ele deverá fazer uma reunião semanal com o responsável pelo atendimento ao cliente para sentir as necessidades latentes e discutir eventuais problemas operacionais.

O resultado da área será considerado produção deste operador para fins de remuneração variável, isto é imprescindível para o sucesso da área.

6.6. RECURSOS

A nova área começará com dois funcionários, sendo que um deles ainda será contratado.

Recursos Humanos: Dois funcionários acima descritos

Quanto à estrutura física temos a seguir a lista de recursos:

Um microcomputador Pentium II 233

Uma planilha de cálculo Excel

Um programa de notícias com as cotações de ativos on line (Agência Estado - Broadcast)

Acesso para o telnet, que funciona como rede para os boletos do banco.

Lugar físico na mesa de operações

É importante associarmos a estes recursos os custos envolvidos. Os custos de mão de obra do funcionário a ser contratado é trivial. Todos os seus custos incorrerão à nova área. Os custos do funcionário antigo deverão ser ponderados pelo tempo, no caso de atividades diretas e pelo risco em caso de acompanhamento do mercado. Percebemos que a atenção dispensada à uma operação é proporcional ao risco notional da mesma ponderada pelo risco net. Desta forma se comprarmos um milhão de dólares em ações e hedgearmos esta posição com a venda de opções dizemos que o risco notional é de 1 milhão de dólares, mas o risco net é zero.

As reuniões semanais e o tempo de ligação das planilhas será computado diretamente nos custos, pois este tempo custa dinheiro, mas a atenção dispensada durante todo o dia para as suas atividades normais e para suas novas funções deve ser ponderada pelo risco notional. Desta forma compararemos a posição do operador com a da mesa de volatilidade e desta forma ponderaremos os custos.

É claro que no período de implantação os riscos serão reduzidos devido ao tempo natural para a prospecção de operações, com o passar do tempo o risco irá subir, bem como a atenção dispensada e o resultado das operações.

6.6.1. CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO

| Recurso | Custo (R\$) | Observação |
|-----------------------------------|-------------|--|
| Um microcomputador Pentium II 233 | 1800 | Este custo incorrerá somente no primeiro mês |
| Uma planilha de cálculo Excel | 200 | Este custo incorrerá somente no primeiro mês |
| TOTAL | 2000 | |

Tabela 12 - Custos de Implantação - Elaborada pelo autor

6.6.2. CUSTOS MENSAIS

| Recurso | Custo/mês (R\$) | Observação |
|--|-----------------|--|
| Um programa de notícias com as cotações dos ativos online (Agência Estado - Broadcast) | 485 | Serviço básico |
| Acesso para o telnet, que funciona como rede para os boletos do banco. | 21 | |
| Lugar físico na mesa de operações | 230 | Preço do aluguel de um andar no prédio do CCF Brasil dividido pelo número de funcionários. (admitindo uma ocupação de 90%) |
| Salário do novo funcionário | 2500 | Estamos admitindo que o custo de dois estagiários ou um funcionário é o mesmo. No caso da contratação de um estagiário período integral teremos um valor inferior à este. |
| Fração do salário do operador | 800 | Este cálculo foi feito em função do gasto total da empresa com este funcionário e a porcentagem de tempo destinado às suas novas funções.(estimativas iniciais*) |
| TOTAL | 4036 | |

Tabela 13 - Custos Mensais de operação - Elaborada pelo autor

Estes custos impressionaram positivamente não apenas por estarem significativamente inferiores aos esperados mas também pela sua composição, temos que os custos mensais são o dobro dos custos de implantação, isto significa que os custos de implantação são muito pequenos, podendo ser considerados até mesmo insignificantes para um banco do porte do CCF Brasil.

CAPÍTULO VII
CRIANDO INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RISCO

VII. CRIANDO INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RISCOS

7.1. UMA PLANILHA COMO INSTRUMENTO DE CONTROLE DE RISCO

Após o estudo dos modelos de precificação mais conhecidos, optamos pelo modelo Black & Scholes, estudamos os instrumentos de controle de risco mais adequado e concluímos que o monitoramento da posição deveria ser constante dada volatilidade do preço e risco inerente à posições com derivativos.

No capítulo de gerência de risco concluímos que o melhor instrumento de controle de risco seria uma planilha feita de acordo com as necessidades do usuário, que previamente foi definido como sendo o operador. Esta planilha obrigatoriamente teria indicações sobre as letras gregas anteriormente abordadas.

A confecção desta planilha foi um dos maiores desafios de todo o trabalho e pode ser considerada um ponto crítico de sucesso. A versão aqui apresentada é fruto de aperfeiçoamentos em versões anteriores.. Estas melhorias forma conseguidas em vários aspectos que serão discutidos a seguir.

7.2. HISTÓRICO DE CRIAÇÃO DA PLANILHA

Após a pesquisa das necessidades a serem atendidas pelo instrumento de gestão de risco optamos pelo desenvolvimento de uma planilha com a colaboração do operador.

As primeiras versões foram vetadas pelo próprio operador por apresentarem falhas conceituais ou por serem incompletas. Após verdadeiras aulas e graças a boa vontade e disposição do operador de bolsa de ficar até mais tarde por várias noites para auxiliar no desenvolvimento da planilha conseguimos eliminar estes tipos de erros.

Quando a planilha parecia estar quase pronta tentávamos abrir a mesma no computador dos operadores e ela causava problemas sérios na máquina. A causa deste problema foi diagnosticada pelos programadores do banco: A planilha estava exigindo muitos recursos do computador por não ter uma programação ótima.

Sem modificar o funcionamento geral da planilha e com a ajuda de programadores em visual basic remodelamos a planilha toda de forma que exigisse menos capacidade de máquina e seu funcionamento fosse mais rápido.

Terminada esta etapa nos dedicamos para que a mesma ficasse mais fácil de ser utilizada. De forma que qualquer pessoa entendesse seu funcionamento e não apenas as pessoas diretamente envolvidas na sua criação. Para isso consultamos vários outros funcionários do banco e solicitamos para que os mesmos utilizassem a planilha. Várias rotinas que pareciam óbvias e simples se mostraram complicadas para a operação de um leigo. Nos concentrarmos em cada detalhe, tornando células a serem alteradas de uma cor, bloqueando o acesso à células com fórmulas que não devam ser alteradas e escondendo células com resultados de contas intermediárias e cujos valores não são relevantes para as tomadas de decisões.

Um grande avanço já havia sido conseguido quando comparado às versões preliminares e a planilha foi ser usada em testes práticos. Somente neste momento se verificou a necessidade de *links* entre a nova planilha e planilhas anteriormente utilizadas pelo operador.

Chegou-se então finalmente ao instrumento de gestão de risco necessário à criação de uma mesa de volatilidade no Banco CCF.

Mais do que somente à uma planilha chegamos a um processo de criação de instrumentos de gestão de risco, que por estar aqui devidamente documentado permitirá o desenvolvimento das futuras planilhas de Câmbio e Juros.

Vale ressaltar que a criação destas planilhas só foi possível graças a técnicas aprendidas no curso de Projeto do Produto. O próprio projeto do

autor, foi amplamente utilizado para o desenvolvimento da planilha de controle de risco.

7.3. A PLANILHA

A planilha a ser desenvolvida serviria basicamente para o controle de risco através da listagem das opções criadas em notas estruturadas e opções flexíveis de índice BOVESPA.

Desta forma a forma básica da planilha seria obrigatoriamente a de uma lista com cada opção criada, suas características e os indicadores de controle de risco. Com a listagem de todas as opções individualmente a planilha deve nos fornecer os indicadores de controle de risco para a posição como um todo.

A versão final da planilha está a seguir:

Figura 34 - Planilha de gerenciamento de risco - Elaborado pelo autor

A primeira observação que pode ser feita é que a planilha já possui algumas opções cadastradas, isso se deve a introdução da mesma em versões anteriores previamente. O autor achou por bem, representa-la exatamente como ela estava sendo usada, isto é inclusive com as opções existentes.

| | |
|--------------|---------------|
| R. Fixa | 100 |
| opções | 20,993 |
| Futuro | 996 |
| Ativos | 14,266 |
| TOTAL | 36,343 |

Figura 35 - Resultados Especificados - Elaborado pelo autor

Os quadros acima representam o resultado obtido discriminado por atividade geradora, este valor está em reais. O resultado da renda fixa representa a diferença entre o rendimento do cliente e aquele realmente conseguido nos mercados de renda fixa, o resultado de opções é proveniente da posição de opções flexíveis e das negociações com opções listadas.

| Preço do ativo |
|----------------|
| 11728 |
| 121.82 |
| 12280 |

Figura 36 - Preços do Ibovespa à vista, ADR e futuro de índice respectivamente - Elaborado pelo autor

Acima está a tabela com o preço dos ativos sobre os quais temos opções flexíveis e ou notas estruturadas, estas células tem como função principal serem utilizadas como base para os cálculos da planilha, não servem propositadamente como indicadores do mercado, apesar de esta ser uma de suas funções secundárias. A primeira linha representa o preço do índice BOVESPA à vista, a segunda o preço do ADR em dólares e a terceira o Ibovespa futuro.

| | |
|------|------------|
| Data | 25/04/1998 |
| | 24/04/1998 |

Figura 37 - Data - Elaborado pelo autor

Na tabela de datas acima representada, a data do dia em questão está acima. A data do dia anterior ao corrente está abaixo. Ambas as datas são usadas para calcularmos a diferença de uma correção pela taxa de juros. na precificação de opções. Isto é necessário para que antes da abertura do pregão saibamos o valor do theta e o resultado.

| Base | Base |
|------|------|
| 252 | 360 |

Figura 38 - Dias úteis e corridos do ano base - Elaborado pelo autor

A Base representa o número de dias úteis e o total de dias do corrente ano. Esta informação é fundamental para o cálculo do preço das opções e outros indicativos.

| |
|--------------|
| DD DUBR DUUS |
| DUBR |

Figura 39 - Código de contagem dos dias - Elaborado pelo autor

O modo de funcionamento da tabela é definido pela tabela acima. São três os modos possíveis:

DD - Neste modo o cálculo do preço das opções é feito através dos dias corridos.

DUBR - O cálculo conta apenas os dias úteis no Brasil.

DUUS - A precificação tem como base os dias úteis no Brasil.

| | |
|-------|--------|
| dólar | 1.1435 |
|-------|--------|

Figura 40 - Taxa de câmbio - Elaborado pelo autor

A taxa do câmbio é cotada na célula acima.

| RISCO | | (17,100) |
|--------------|-----------|-----------------|
| ADR | (161,824) | Futuro 161,084 |
| OP ibov | (151,423) | Ativos 135,062 |

Figura 41 - Riscos especificados e total da posição - Elaborado pelo autor

A representação do risco da posição é feita de maneira que não só o risco total seja representado(-17100), mas também os riscos especificados por ativo.

RESULT. 36,343

Figura 42 - Destaque do resultado - Elaborado pelo autor

O resultado global da posição é representado isoladamente para melhor visualização.

A seguir temos o que chamamos de book de opções, que é o local da planilha em que efetivamente cadastramos as opções e temos os cálculos do risco.

| | Ativo | Inic | Tipo | Strike | Venc. |
|-----|-------|--------|------|----------|--------|
| 106 | | Futuro | xx | xxx | 15-Oct |
| 97 | Ibov | 14-Jan | C | 9410.00 | 13-Apr |
| 98 | Ibov | 14-Jan | C | 10822.00 | 13-Apr |
| 101 | Ibov | 31-Mar | C | 11885.00 | 29-Apr |
| 102 | Ibov | 31-Mar | C | 12479.00 | 29-Apr |

Figura 43 - Cadastro de opções no book - Elaborado pelo autor

A primeira coluna apenas ordena cronologicamente o lançamento das opções. A coluna dos ativos identifica o tipo do ativo sobre o qual a opção é criada. Temos registrada a data de início da operação na coluna Inic, a coluna tipo identifica através dos códigos C e P se as opções são de compra ou venda (C é a de compra), estes códigos são levados em conta nas fórmulas de maneira que todo o cálculo do preço e dos indicadores já é feito de acordo com o tipo de opção.

Strike é a palavra em inglês para o preço de exercício, sendo que exatamente isso é o que está representado na coluna com este nome.

Finalmente a coluna Venc. traz as datas de vencimento das opções do book.

| DTE | Volat | Pos. | Pinicio | P Corrig | Premio |
|------|--------|------|----------|----------|---------|
| -133 | | 5 | | 11,035 | 12280 |
| -10 | 35.00% | (3) | 1,244.00 | 2,621.97 | 2710.00 |
| -10 | 35.00% | 3 | 559.00 | 1,217.15 | 1298.00 |
| 2 | 35.00% | (2) | 575.00 | 579.00 | 89.95 |
| 2 | 35.00% | 2 | 263.00 | 295.68 | 3.91 |

Figura 44 - Parte das características das opções - Elaborado pelo autor

A coluna DTE usa o mesmo código das planilhas anteriores e quer dizer “Days till expiration” ou seja, representa o número de dias úteis até o vencimento da opção. As duas primeiras linhas trazem números negativos que representam opções já vencidas. Elas continuam sendo listadas durante o mês do exercício por uma razão gerencial. A área de controle de risco não abriu mão da informação do resultado da operação para o cálculo de resultado mensal do operador. Na prática, a partir do momento que a coluna DTE fica negativa os valores do prêmio, delta, gamma e etc congelam, não variando mais com o mercado. Obviamente os indicadores de risco zeram pois a opção efetivamente deixa de existir, constando seu resultado na planilha apenas por razões gerenciais.

A volatilidade é representada na coluna Volat e é definida pelo operador com base na observação de opções listadas e critérios técnicos (como por exemplo a volatilidade histórica).

Pos. é a coluna da posição, ela indica a quantidade de opções bem como se estamos comprados ou vendidos.

A coluna Pinicio guarda o valor lançado no primeiro dia de existência da opção para o cálculo final de lucro ou prejuízo.

O Pcorrigi é o prêmio base da opção corrigido pelo CDI no período, o prêmio base é o Pínicio para o caso da opção que foi lançada no mesmo mês corrente. Quando muda o mês calculamos o resultado geral e temos um novo preço base, que é na verdade o prêmio de fechamento da opção no mês. A partir deste fechamento corrigimos pelo CDI o fechamento do mês anterior e temos o Pcorrig.

O prêmio da opção é apenas o valor da mesma de acordo com o modelo Black-Scholes dadas as outras variáveis.

| P&L | Delta | Gama | Theta | Vega | Corr. CDI |
|-------|-------|---------|--------|------|-----------|
| 1139 | (4.9) | -0.170% | 195 | (20) | 31-Mar |
| -792 | 0.00 | 0.000% | 0.00 | - | 2,604.33 |
| 728 | 0.00 | 0.000% | 0.00 | - | 1,208.96 |
| 2934 | 0.37 | 0.103% | -38.74 | 3.93 | 571.15 |
| -1751 | 0.03 | 0.018% | -6.25 | 0.67 | 291.67 |

Figura 45 - Prejuízo, lucro e indicadores das opções - Elaborado pelo autor

A coluna P&L compara o preço corrigido da coluna Pcorrig com o prêmio da opção. Temos com isso o prejuízo ou lucro no período. Vale lembrar que como o Pcorrig vem do preço base que é reajustado no início de cada mês temos que este P&L é referente ao mês em questão. O resultado acumula durante o mês e ao iniciarmos um novo mês o prêmio base e o prêmio corrigido são iguais zerando resultado.

As colunas Delta, Gama, Theta e Vega representam o indicadores de risco individuais para cada opção que depois de ponderados pela quantidade (positiva no caso de estarmos comprados na opção e negativa no caso de estarmos vendidos) resultam em indicadores globais da posição, localizados na primeira linha. Portanto o valor (4.9) representa a quantidade contratos de índice BOVESPA que teríamos que comprar para que conseguíssemos uma posição zerada pelo delta.

A coluna Corr. CDI representa o preço base discutido anteriormente, que na verdade pode ser tanto o valor de lançamento da opção (para o caso da opção ter sido negociada no mês em vigor) como o valor de fechamento do mês anterior.

CAPÍTULO VIII

RESULTADOS

VIII. RESULTADOS

8.1. INTRODUÇÃO

A criação da mesa de volatilidade de bolsa não é apenas uma oportunidade de aumentar o lucro global do banco. Sua implantação é necessária à manutenção da competitividade do banco.

Com a chegada de vários bancos e as chamadas "boutiques de investimento", a disputa por clientes no setor bancário aumentou muito. No seu segmento o CCF está muito bem posicionado em função de vários fatores dentre os quais podemos destacar seus quase 40 anos de história e pioneirismo no Brasil.

Neste contexto, oferecer sempre aos seus clientes todos os tipos de produtos financeiros é uma questão estratégica. Podemos dizer que produtos financeiros como notas estruturadas de índice e ADR's são vantagens competitivas fundamentais.

Este tipo de afirmação pode ser feita sem pesquisas de mercado por uma razão simples. Em agosto de 1997 quando este projeto estava apenas começando alguns bancos concorrentes lançaram notas estruturadas com anúncios nos principais veículos de comunicação. Não temos dados para medir o sucesso destes produtos mas no período de 23 de agosto de 1997 á 21 de setembro do mesmo ano os gerentes de conta do Banco CCF receberam 102 telefonemas de clientes interessados em produtos semelhantes ou pedindo informação sobre como estes produtos funcionavam.

Fica clara a necessidade de oferecermos algo parecido e deste fato surgiu a idéia de um trabalho de formatura sobre este tema (a idéia do trabalho de formatura foi na verdade do diretor da tesouraria de bolsa).

É importante lembrar que o CCF Brasil possuía em agosto de 1997 aproximadamente 6500 clientes, com este dado o número de 102 ligações parece ainda mais impressionante já que desconsiderando os clientes que ligaram mais de uma vez podemos afirmar que aproximadamente 1,57% dos clientes estariam interessados neste tipo de produto.

Desta forma, para cálculo de vantagens e resultado usaremos apenas os resultados provenientes diretamente das operações. Apesar de sabermos que a vantagem competitiva de possuir uma área capaz de oferecer um número tão grande de novos produtos traz resultados tão expressivos quanto difíceis de mensurar.

Para o cálculo do resultado das operações utilizaremos as simulações anexadas ao trabalho.

8.2. QUANTIFICAÇÃO DOS RESULTADOS OPERACIONAIS:

Algumas hipóteses serão assumidas para viabilizar as simulações, a primeira delas é o montante investido pelos clientes em notas estruturadas, este valor foi calculado através da média aplicada em renda variável por cliente e utilizou como base uma porcentagem de clientes que estariam interessadas no produto. A quantidade de dinheiro média por cliente aplicada no Banco foi considerada informação sigilosa pelo diretor da área, o que impediu que os cálculos ou dados que pudessem levar ao valor fossem revelados. Desta forma, o autor se viu obrigado a simplesmente divulgar um valor esperado para o total aplicado em notas estruturadas.

Este valor calculado é de aproximadamente R\$ 5,9 milhões.

Apesar da grande variabilidade entre os tipos de notas quanto ao prazo, cap, grau de alavancagem e etc faremos uma previsão de acordo com critérios abaixo descritos:

O prazo será estimado através de uma correlação com o prazo médio dos clientes de mesmo perfil em operações de renda fixa. Isto porque saques antes do término da operação ocasionam perda de rendimento além do fato de grande parte do dinheiro investido ficar em renda fixa. Desta forma se optou por usar a correlação com os investimentos em renda fixa apesar da nota estruturada ser uma aplicação em renda variável.

O prazo médio das aplicações de clientes em renda fixa no mês de março de 1998 foi de 73 dias. Estes mesmos 73 dias serão utilizados para fins de simulação.

Em função do prazo médio de 73 dias fixaremos o cap, ou teto em 13% por acreditarmos ser este um valor mais que razoável para uma rentabilidade de pouco mais de 2 meses em renda variável.

Adotaremos na simulação que o cliente deseja ter 100% de seu capital garantido.

Faremos uma simulação com o resultado a partir de janeiro até abril de 1998.

Devido à falta de dados quanto à preferência do investidor em relação á notas estruturadas de índice ou ADR's, assumiremos uma proporção de 50% para cada.

Não há provisões confiáveis a respeito do resultado proveniente das opções flexíveis de índice já que as posições tomadas pelo operador podem ser ou não ganhadoras. Capacitar o banco para este tipo de produto no entanto é fundamental pois aumenta a possibilidade de hedge de posições, bem como o escopo total de operações do banco. Uma forma imprecisa de avaliarmos o resultado seria admitir que a posição em opções de índice seria semelhante à de opções de ações no que diz respeito à volatilidade.

Não acreditamos que um número conseguido sem um método razoável tenha valor e por este motivo não vamos especular sobre o resultado das opções flexíveis de índice. Mesmo porque este é um produto que depende muito da habilidade do operador em prever os movimentos do mercado e sua sensibilidade no momento de abrir o spread.

8.3. COMPARAÇÃO ENTRE CUSTOS E BENEFÍCIOS

O resultado final das operações com notas estruturadas está representado na tabela a seguir:

| Tipo de nota | Fonte | Resultado US\$ |
|--------------|------------------------|-----------------------|
| ADR | Renda Fixa | 5439 |
| ADR | Opções | -35656 |
| ADR | Ativos (ADR) | 33625.1 |
| ADR | TOTAL parcial | 3408.10 |
| Índice | Renda Fixa | 5221 |
| Índice | Opções | -103118 |
| Índice | Ativos (índice futuro) | 215537.51 |
| Índice | TOTAL parcial | 117640.75 |
| | TOTAL FINAL | US\$ 121048.85 |

Tabela 14 - Resultados por nota e fonte da simulação - Elaborada pelo autor

O resultado global da nota chega a surpreender positivamente, uma vez que o nível de risco notional é relativamente pequeno e que o autor utilizou os preços de fechamento para os ajustes diários, ou seja o ajuste só era feito diariamente, enquanto que em situações reais este ajuste poderia ser feito durante o funcionamento dos mercados, com preços mais favoráveis.

Há que se considerar, no entanto, que o período da simulação foi especialmente favorável ao emissor de notas estruturadas porque a sua posição é naturalmente vendida em volatilidade e a mesma apresentou uma trajetória descendente no período, como pode ser observado no gráfico da volatilidade histórica. Podemos esperar que tenhamos meses cujo resultado seja inferior ao observado na simulação.

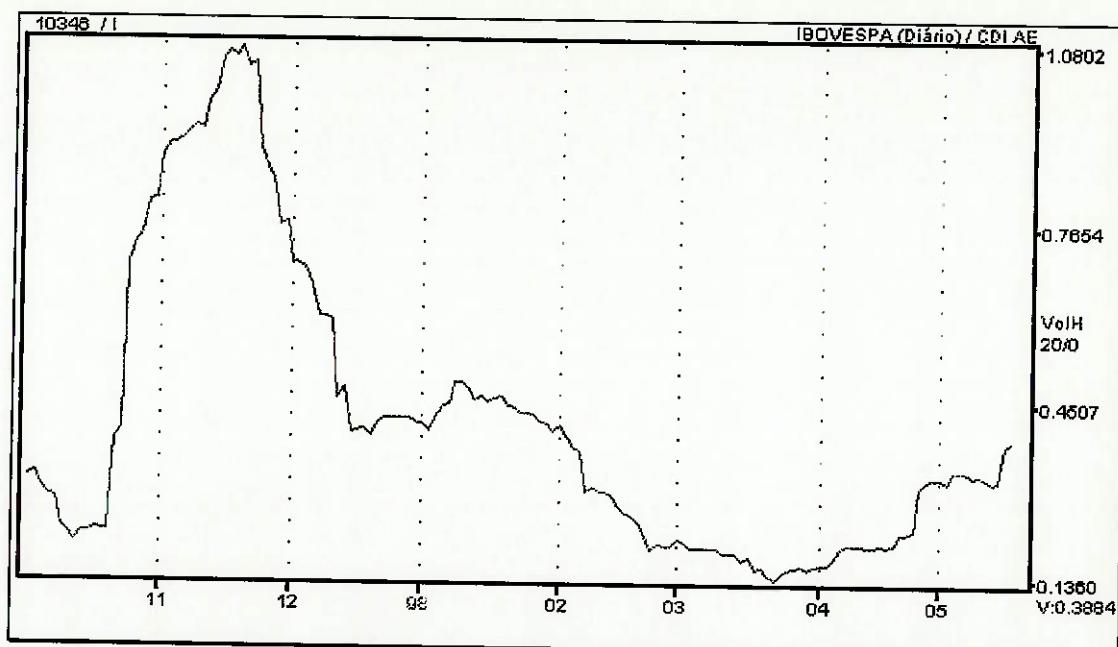


Figura 46 - Gráfico de volatilidade histórica de índice BOVESPA - Fonte: Apligraph

Note que a variação do risco, considerada pela diferença entre os momentos 1 e 3⁵, para a nota de ADR é muito menor do que foi a de IBOVESPA, isto porque devido às altas taxas de juros do Brasil temos mais dinheiro para comprar opções no caso de notas estruturadas de índice, o que nos dá uma alavancagem muito maior neste caso.

Comparativamente, ao garantirmos um principal em US\$ (moeda forte) temos um risco muito menor do que na operação de índice. Isto porque temos um risco cambial embutido nas operações de índice.

Do ponto de vista do banco a posição em derivativos é muito menor no caso da nota de ADR, observamos isto ao compararmos os valores disponíveis para opções em cada uma das notas. Na nota de índice temos R\$166284,00 e na de TBR temos US\$30037.89. Isso ajuda a explicar os retornos tão díspares entre as notas.

Ao analisarmos a lógica da curva risco X retorno, o investidor tende a ter um retorno maior com as notas estruturadas de índice. Isso explica as diferenças nas porcentagens da alta para os dois ativos. (90,58% para o índice e 22,66% para o ADR).

⁵ Veja a simulação no anexo 1

O período da simulação foi definido em função da disponibilidade de dados e visava representar a realidade imediata da área, ou seja como a área teria se comportado se tivéssemos conseguido criá-la no começo do ano. Em função do prazo médio esperado conseguimos apenas realizar a simulação em um período de 73 dias.

O custo de implantação de aproximadamente R\$2000,00 somado aos custos mensais de aproximadamente R\$4000,00 não são nem considerados significativos perto da magnitude dos resultados obtidos.

O maior custo associado a este projeto pode ser o mal gerenciamento de uma posição de derivativos. O operador de derivativos deve ser acima de tudo muito disciplinado. A utilização de critérios técnicos para a confecção do hedge e zerada de posição é fundamental para o bom resultado da área. O operador deve saber o quanto deseja ganhar para determinar antes do início das operações o quanto poderá perder.

Como dito anteriormente a confecção de notas estruturadas torna o banco naturalmente vendido em volatilidade. Em caso de crises financeiras é de se esperar que o banco perca muito dinheiro com estas operações devido à velocidade de alteração nas condições do mercado e sua posição gamma negativa.

Outro agravante do risco é que se sistematicamente hedgearmos a posição perfeitamente através de opções flexíveis não obteremos resultados expressivos devido ao aumento significativo do custo do hedge.

Por esta razão o operador antes mesmo de iniciar as atividades da área havia determinado que o hedge deveria ser feito de maneira indireta, com a escolha do ativo dependendo do tipo de nota e opção.

O caso de opções flexíveis de índice BOVESPA é o que mais chama a atenção. As opções se referem ao índice á vista, mas no entanto utilizamos o futuro do índice para hedgearmos a posição. Isso porque o índice é composto de várias ações, sendo que muitas delas sem liquidez para o volume de operações desejada. O custo de negociação de todas as ações certamente inviabilizaria a criação da nova área.

Desta forma não devemos nesta proposta de criação da nova área minimizar os riscos envolvidos. Estes riscos, são a fonte de lucro do projeto já que todo investimento segue a lógica da curva risco x retorno.

O resultado da simulação de 73 dias quando transformado em um resultado mensal representa US\$ 49746,10 ou R\$ 56 471,78. O resultado bruto antes de impostos, descontados apenas os custos operacionais nos dois primeiros meses está representado na tabela abaixo:

| Período | Resultado |
|-----------------------------|-----------------------|
| Primeiro Mês | R\$ 50400,00 |
| Segundo Mês | R\$ 52400,00 |
| Resultado Anualizado | R\$ 626 800,00 |

Tabela 15 - Resultados por período- Elaborada pelo autor

Podemos afirmar que se levarmos em conta um período de existência mais longo para a área, longo o suficiente para que passemos por um crise financeira (seja ela como a crise do México, da Ásia ou o crash da bolsa de Nova York em 87) teremos um valor esperado menor do que o obtido na simulação.

No entanto devido a imprevisibilidade das crises bem como à não existência de um intervalo de tempo padrão entre elas o autor decidiu não computá-las no resultado global, ficando aqui esta ressalva quanto ao resultado total.

Desta forma podemos estabelecer uma meta inicial para a área de R\$50 000,00 com perdas limitadas em R\$100 000,00, situação em que se efetuaria a zeragem da posição.

Para efeito de cálculos se aceita que uma crise da dimensão das citadas acima tenha como custo a meta anual da área apesar da zeragem do risco prever perdas de duas vezes o valor da meta. Isso porque devido à pouca liquidez dos ativos utilizados em um hedge perfeito, no caso de uma crise temos um altíssimo custo de hedge.

CAPÍTULO IX

CONCLUSÃO

IX. CONCLUSÃO

Há vinte anos, a maioria dos instrumentos financeiros que temos hoje não existiam.

Como todas as outras atividades econômicas, as instituições financeiras visam o lucro e para tal procuram estar atentas às necessidades de seus clientes buscando a inovação. Podemos afirmar que as inovações criadas pelas instituições financeiras são estimuladas pelos mesmos fatores básicos (mudanças nas condições de oferta e demanda) que acarretam inovações nas indústrias tradicionais, no entanto, uma vez que as instituições financeiras enfrentam mais restrições governamentais que a maioria das outras empresas, o desejo de evitar regras prejudiciais ao resultado também é um fator criador de inovações.

As inovações tecnológicas permitem a criação de novos produtos e ocasionam verdadeiras revoluções em variados ramos da economia. Como exemplo lembramos que há vinte anos praticamente não existiam computadores, o que limitava consideravelmente a possibilidade de administração de risco, somente após esta invenção é que as instituições financeiras puderam criar muitos dos produtos financeiros que utilizamos hoje.

A inovação muitas vezes não traz resultados financeiros imediatos mas é o processo de inovação constante e o aproveitamento das inovações tecnológicas que mantém uma empresa no mercado por mais tempo e lhe garante uma posição confortável em relação aos seus competidores.

Inovação é o que se pretende com a criação desta nova área, que tem até mesmo a pretensão de quebrar paradigmas de funcionários atuais do Banco CCF Brasil.

Ao instalar a mesa de volatilidade muda todo o enfoque de trabalho dos funcionários da Tesouraria envolvidos com o projeto. Eles passam a administrar riscos criados em operações para clientes visando nesta administração o lucro para o banco.

Tradicionalmente a Mesa de Operações cria produtos, que sem a utilização de derivativos são extremamente limitados, para que a área comercial tente vender.

Podemos dizer que os produtos financeiros tradicionais são limitados devido ao total desconhecimento sobre derivativos dos operadores mais antigos e os vícios adquiridos pelos mais novos, que criam operações com base no modelo tradicional.

A figura do funcionário contratado que estará em contato constante com os clientes é fundamental neste processo de quebra de paradigmas, ele é o responsável por perceber as necessidades latentes dos clientes para que o operador tente transformá-las em operações.

Mais do que somente a criação de dois ou três produtos, o banco mostra a seus clientes uma preocupação constante com a inovação, se coloca em uma posição pioneira no país e abre um precedente importante para o desenvolvimento futuro da área.

Não há dúvida que no futuro todas as atividades econômicas lidarão em algum grau com derivativos. Um exemplo disso foi a organização da Copa da França 1998, em vez de ingressos para as finais, muitas operadoras de turismo de países distintos adquiriram opções de ingresso para a final, que para serem exercidas deveriam ter o país da operadora na final da Copa, este artifício aumentou o resultado total da bilheteria e ao mesmo tempo barateou o preço dos pacotes. Este é um exemplo de produtos criados pela engenharia financeira através do estudo de derivativos.

A criatividade inerente aos profissionais de engenharia é determinante na criação deste tipo de produto, isso talvez ajude a explicar o crescimento explosivo de operações com derivativos citado por MILLER (1994) pois o mesmo coincide com o aumento significativo na demanda de profissionais de engenharia na área financeira. É difícil determinar o que é causa e o que é consequência, mas o fato é que ambos estão relacionados.

Os resultados diretos auferidos a este projeto não puderam ser calculados com exatidão em função da magnitude dos resultados não mensuráveis, mas a empolgação do autor com o mesmo é justificada devido à receptividade dentro do banco e à resposta de pessoas de outras áreas em relação à idéia.

Acreditamos que a maior contribuição do trabalho será manter a competitividade global do banco. Mesmo que clientes importantes invistam uma parcela pequena de seu patrimônio em produtos da mesa de volatilidade, só o fato da mesa existir passa uma idéia de banco completo, moderno e dotado das últimas ferramentas de controle e gerência de risco.

Mais que somente uma nova área temos a introdução de um novo conceito dentro do banco de investimento. Os produtos criados pela Tesouraria não são mais vendidos pela área comercial, na verdade temos a área Comercial determinando o que deve ser criado pela Tesouraria, que por sua vez tem nos derivativos instrumentos poderosos para o desenvolvimento de produtos. Esta mudança de enfoque é fundamental no processo de criação da Mesa de Volatilidade.

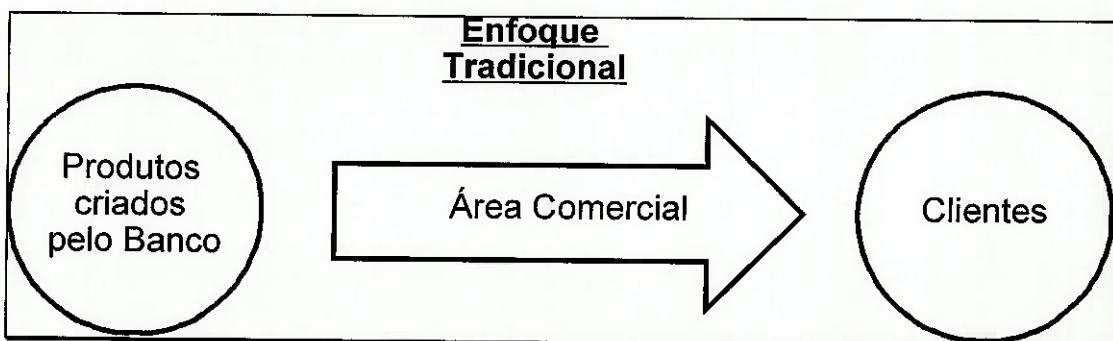


Figura 47 - Esquema de funcionamento do enfoque tradicional - Elaborada pelo autor

O resultados advindos da melhora de imagem e da concentração de negócios no banco não foram mensurados neste trabalho.

Quanto aos riscos envolvidos, não se deve permitir simplificações ou negligência em qualquer dos indicadores, os derivativos são instrumentos que abrem toda uma gama de novas possibilidades mas a má gestão de derivativos pode abalar até mesmo as instituições mais sólidas em função do poder de alavancagem que estes instrumentos possuem.

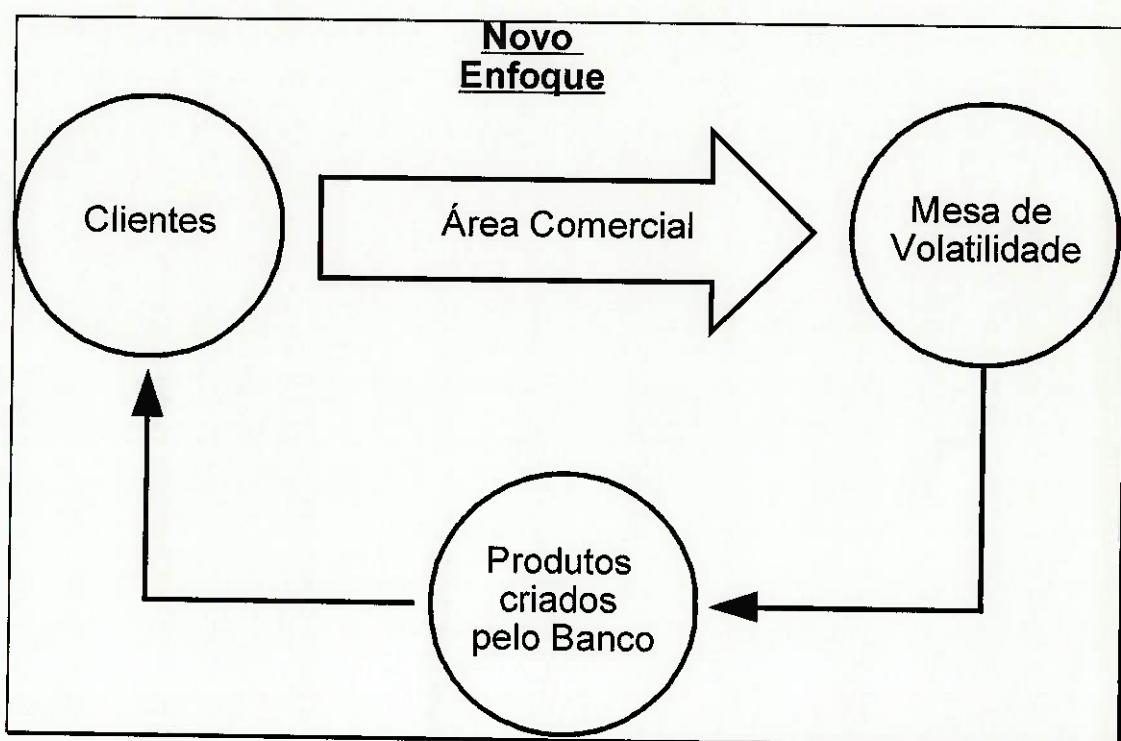


Figura 48 - Enfoque proposto com a criação da nova área - Elaborado pelo autor

Os riscos de uma posição com derivativos não podem ser considerados mais locais pois o processo irreversível de globalização das economias mundiais tem como uma de suas principais características o aumento da velocidade de resposta dos diversos agentes econômicos aos mais variados acontecimentos.

A supervalorização dos ativos nos Tigres Asiáticos, sinais de exaustão da economia japonesa ou a crise de confiança na Rússia geram consequências imediatas em todos os níveis da economia mundial.

E neste ambiente de rápidas interrelações qualquer instituição para ser competitiva precisa ser ágil em todas as esferas, fornecendo respostas tanto às condições de mercado quanto às necessidades de seus clientes.

É neste contexto que se encaixa a Mesa de Volatilidade, se apresentando não só como mais uma área de desenvolvimento de produtos a clientes mas também como consequência de uma nova postura de um banco sintonizado com a realidade à sua volta.

BIBLIOGRAFIA

- BODIE, Z.; KANE, A.; MARCUS, A. J.. *Essentials of investments.* Boston, Irwin, 1995.
- CHANCE, D. M.. *Empirical tests of the pricing of index call options.* Advances in futures and options research, 1986.
- CHRISI, N.A.. *Black-Scholes and beyond, option pricing models.* Chicago, Irwin, 1997.
- COSTA NETO, P.L.O., CYMBALISTA, M.. *Probabilidades: resumos teóricos, exercícios resolvidos, exercícios propostos.* São Paulo, Edgard Blucher, 1974.
- DAS, S.. *Structured notes and derivatives embedded Securities.* London, Euromoney, 1996.
- DAVID, N. J. S.. *Derivativos: Instrumento de gerenciamento de riscos.* Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1994.
- DORNBUSCH, R.; FISCHER, S.. *Macroeconomia.* Makron books, 1991.
- EITEMAN, D.K.; STONEHILL, A.L.; MOFFETT, M.H.. *Multinational business finance.* New York, Addison-Wesley, 1995.
- EUROMONEY. *The euromoney derivatives handbook 1998.* London, Euromoney, 1998.
- GUIMARÃES, R.C.V.. *Projeto piloto para implementação de gestão baseada em atividade em um banco múltiplo.* Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1997.

GURGEL, F.A.. Administração dos Fluxos de Materiais e de produtos. São Paulo, Atlas, 1996.

HUFFENBAECHER, A.. Redução de riscos de transformação através do uso de produtos derivativos no mercado financeiro. Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1987.

HULL, J.. Introduction to futures and options markets. New Jersey, Prentice Hall, 1993.

HULL, J.. Options, futures and other derivative securities. New Jersey, Prentice Hall, 1993.

JAYCOBS, R.. From Black - Scholes to black holes: New frontiers in options. London, Risk magazine, 1992.

JONES, C.;WILSON, J.. Is stock volatility increasing?. Financial Analysts Journal, 1989.

MILLER, M.H.. Os derivativos financeiros realmente precisam de mais regulamentação?. Banco de Investimento Garantia S. A., 1994.

MISHKIN, F. S.. The economics of money, banking and financial markets. New York, Harpercollins, 1995.

MORGAN STANLEY & CO INC. Advanced concepts in global derivatives. New York, 1995.

MURPHY, G. When options price meets the volatility smile. Euromoney nº 299, março 1994.

NELKEN, I.. *The Handbook of Exotic options*. Chicago, Irwin, 1996.

SILVA, R. R. O.. *Projeto do produto. Trabalho do curso de projeto do produto*
- Escola politécnica da USP. São Paulo, 1996.

SLACK, N.. *Vantagem competitiva em manufatura*. Atlas, 1994.

SWISS BANK CORPORATION. *The latin american adviser*. New York, 1998.

WOILER, S.; MATHIAS, W.F.. *Projetos: Planejamento, elaboração e análise*.
São Paulo, Atlas, 1985.

ANEXOS

1. Simulação de resultados das notas estruturadas

1.1. Nota estruturada de índice BOVESPA

Criaremos uma nota cujo capital total seja de R\$ 5.9 milhões

Temos que o DI maio em 2 de janeiro de 1998 estava em 90650 pontos, o que projetava uma taxa de 0.000804948785 por dia, que anualizada dá uma taxa de 34,13 %, representando este o custo de oportunidade do banco.

Através de financiamentos, o banco conseguia captar recursos no Brasil á uma taxa anual de 33.125 %.

O IBOVESPA à vista teve seu fechamento em 2/1/98 cotado a 10479 pontos.

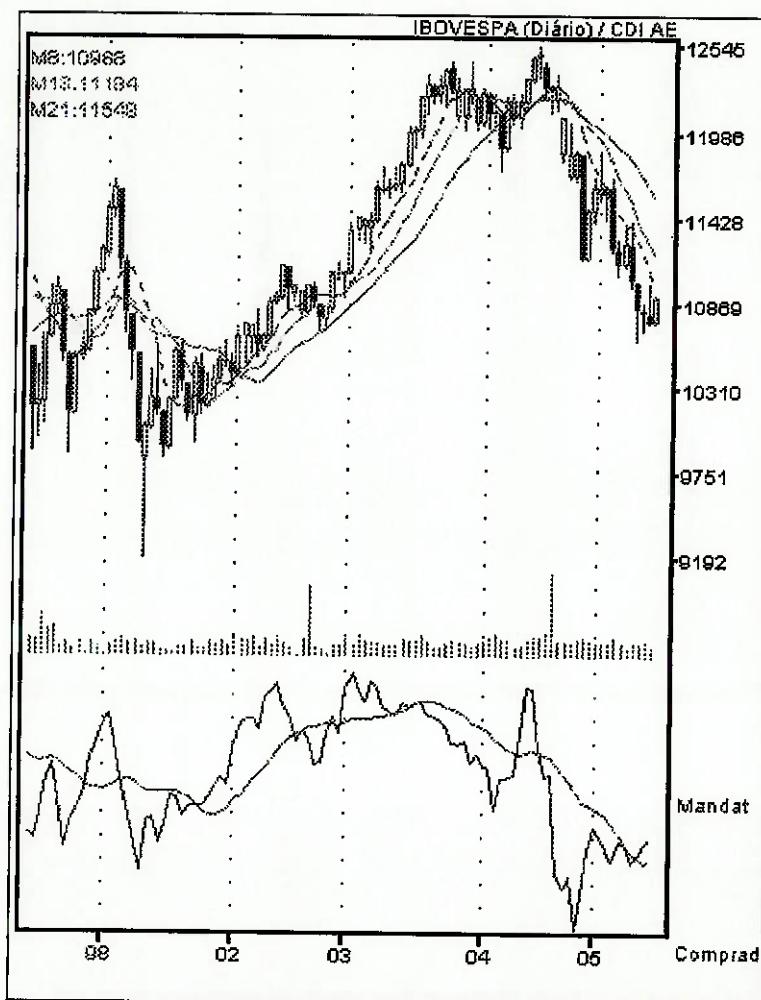


Gráfico do Índice BOVESPA - Fonte: Apligraph

Como temos um Cap de 13%, temos que o preço de exercício da opção do cap será de $1,13 \times 10479 = 11841.27$.

| Ativos | Preço | Volat ref | Strike | | Prazo 1 | Prazo 2 | Data |
|-----------|--------|-----------|--------|--------|---------|---------|------|
| | | | step | Rf | | | |
| Gold | 330.00 | 12% | 10 | 6.50% | 73 | 360 | |
| TEL4 adr | 142.00 | 41% | 14.2 | 7% | 73 | 360 | |
| Brazil 01 | 101.50 | 11% | 2 | 6% | 73 | 360 | |
| Ibovespa | 10,479 | 42% | 1362 | 33.00% | 73 | 360 | |
| | | | | | | | |

Tabela de entrada dos dados na planilha de precificação com os dados da simulação -
Elaborada pelo autor

| | Ativo | Categoria | Preço do ativo | Tipo | Strike | Vencimento | DTE | Rf |
|----|----------|-----------|----------------|------|----------|------------|-----|--------|
| 30 | Ibovespa | ind | 10479.00 | C | 10479.00 | 16-Mar | 48 | 33.00% |
| 31 | Ibovespa | ind | 10479.00 | C | 11841.27 | 16-Mar | 48 | 33.00% |

| DD DUBR DUUS | Base | Volat | Premio | Delta | Gama | Theta | Vega |
|-----------------|------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| DUBR | 252 | 42.00% | 1054.391 | 0.650988 | 0.000193 | -9.61756 | 16.92239 |
| DUBR | 252 | 38.00% | 407.8353 | 0.37203 | 0.000218 | -7.45473 | 17.29834 |

Saída da tabela de precificação para a simulação - Elaborada pelo autor

Através da planilha de precificação de opções, utilizando o prazo de 73 dias corridos transformados em dias úteis do calendário brasileiro, a volatilidade do Ibovespa considerada 42% e todas as outras especificações das opções ilustradas abaixo na saída da planilha obtivemos os seguintes valores para as opções:

Opção da base (exercício 10479): 1054.391 pontos

Opção do cap (exercício 11841.27) : 407.8353 pontos

Após os cálculos de prêmio e do total das opções temos o que realmente será investido em renda fixa.

A partir disso temos um ajuste na taxa de aplicação do dinheiro do cliente.

| Calculadora: | |
|---------------------|----------------------------|
| Nº Oper. | |
| Cliente: | Simulação |
| Código : | |
| Liquid : (d+?) | |
| Principal | 2,950,000.00 |
| Tx cap referen | 33.125 |
| Tx cap open | 34.13 |
| % principal | 100% |
| Prazo da nota | 73 |
| Comercial | <i>Valor min</i> 34,411 |
| Código : | |
| Ativo | |
| Base Price | 10479 |
| Cap Price | 11841.27 |
| Base Prem. | 1054.39 |
| Cap Prem. | 407.83 |
| Net prem | 646.56 |
| Multiplicador | 3 |
| Disp p/ opcao | 166,284.00 |
| Qtd opções | 85.728 |
| Arredonda ? | S |
| Qtd exata opç | 85.000 |
| Premio total | 164,872.80 |
| TX cap gerenc | 32.7927 |
| Qtde r fixa | 2,785,127.20 |
| % alta real | 90.58 |
| | 65 |
| Obs : | Não Vem Cheque |

Saída da planilha de criação de notas estruturadas. Elaborada pelo autor

Podemos então calcular o primeiro resultado da operação: O ganho em função da diferença entre as taxas de aplicação do dinheiro do cliente e do banco:

Uma taxa de 34.13 % anualizada representa uma taxa real de 5,68% em 73 dias corridos. (taxa por dia útil 0,001152189, 1,001153 elevado a 48 = 1.05682938)

Uma taxa de 32.7927 % anualizada representa uma taxa real de 5.48% em 73 dias corridos. (taxa por dia útil 0,00111285, 1,001112 elevado a 48 = 1.0548379)

Vale lembrar que estes cálculos utilizaram os dias úteis, como base adotamos um ano com 252 dias úteis e a operação com 48 dias úteis de duração.

A diferença entre as taxas nos dá um ganho de:

$$R\$ 2\,950\,000 \times 0,2\% = R\$ 5900$$

Temos a seguir o cadastramento das opções na planilha de gerenciamento de risco que por si só já garante um ganho em função do spread de volatilidade no momento da precificação.

Este spread é sempre favorável ao operador, uma vez que ele é que informa os valores de volatilidade a serem usados na precificação, que podem ou não serem os valores de volatilidade usadas gerencialmente.

Neste momento o operador realiza o hedge e vamos assumir que para o caso de opções de índice iremos tentar zerar o risco delta através da compra de futuro de índice BOVESPA.

É importante perceber que este tipo de operação torna o portfólio naturalmente vendido em volatilidade, ou seja, devido ao fato da opção da base (aquele que estamos vendidos) possuir preço de exercício inferior a opção do cap (que estamos comprados) temos que o delta será negativo, o gamma negativo, o theta positivo e o vega negativo.

Ao comprarmos o futuro de índice zeramos apenas o risco delta. Devido ao gamma, quando mercado sobe ficamos mais vendidos e quando ele cai ficamos comprados em função da variação do delta.

Vamos simular o resultado e o risco se ficássemos zerados pelo delta no início da operação e não ajustássemos o hedge.

Uma vez que o resultado dos ativos vem diretamente da planilha do operador, e o mesmo não autorizou a reprodução da mesma neste trabalho calcularemos o resultados independentemente. Os resultados da planilha mostrados nesta simulação não contém o resultado de compra de ADR's e índice futuro.

| Data | | 02/01/1998 | | Preço do ativo | | Rf | | Base | | DD | | DUBR DUUS | | Base | | DD | | DUBR | | DD | | |
|---------|--------|------------|--------|----------------|--------|-------|--------|---------|----------|----------|---------|-----------|-----------|--------|-------|-----------|--|------|--|----|--|--|
| R. Fixa | 5,900 | 01/01/1998 | | 10479.00 | 33.00% | | | 252 | 360 | | | | | | | | | | | | | |
| opções | 11.284 | | | 113.76 | 7.00% | | | | | dólar | 1.1252 | | | | | | | | | | | |
| Futuro | - | | | 10730.00 | | | | | | | | RISCO | (626,774) | | | | | | | | | |
| Ativos | - | | | | | | | | | | | ADR | 0 | Futuro | 0 | | | | | | | |
| TOTAL | 16.528 | | | | | | | | | | | OP ibov | (626,774) | Ativos | 0 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ativo | Inic | Tipo | Strike | Venc. | DTE | Volat | Pos. | Pinicio | P Corrig | Premio | P&L | Delta | Gama | Theta | Vega | Corr. CDI | | | | | | |
| 100 | Futuro | xx | xxx | 15-Oct | -58 | | 0 | 0 | 0 | 10120 | 0 | (22.4) | 0.068% | 556 | 179 | 31-Jan | | | | | | |
| 91 | Ibov | 02-Jan | C | 10479.00 | 16-Mar | 49.1 | 41.00% | (85) | 1.054,39 | 1.026,86 | 1052,59 | 0.65 | 0.019% | -13,69 | 17.05 | 1.054,39 | | | | | | |
| 92 | Ibov | 02-Jan | C | 11841,27 | 16-Mar | 49.1 | 41.00% | 85 | 407,83 | 397,18 | 472,71 | 0,39 | 0,020% | -11,51 | 17.75 | 407,83 | | | | | | |

Momento 1 - No dia do lançamento, situação antes do hedge

Momento 2 - Após a compra de 25 lotes de índice futuro o risco é minimizado

| | Data | 15/03/1998 | | Preço do ativo | | Rf | | | | Base | Base | DD DUBR DUUS | | | | |
|------------|--------|------------|------------|----------------|-------------|-------|-----------|---------|----------|--------------|----------|--------------|---------------|------------|-----------|---------------|
| R. Fixa | | 5,900 | 14/03/1998 | 11600.00 | 33.00% | | | | 252 | 360 | DUBR | DD | | | | |
| opções | | (103,118) | | 113.76 | 7.00% | | | | dólar | 1.1252 | | | | | | |
| Futuro | - | | | 10730.00 | | | | | RISCO | (1,897,452) | | | | | | |
| Ativos | - | | | | | | | | ADR | 0 | Futuro | 715,206 | | | | |
| TOTAL | | (97,875) | | | | | | | OP Ibov | (2,612,658) | Ativos | 0 | | | | |
| Ativo | Inic | Tipos | Strike | Venc. | DTE | Volat | Pos. | Pinício | P Corrig | Premio | P&L | Delta | Gama | Theta | Vega | Corr. CDI |
| 100 | Futuro | xx | xxx | 15-Oct | -106 | | 25 | | 0 | 10730 | 0 | (84.5) | 1.563% | 899 | 10 | 31-Jan |
| 91 | Ibov | 02-Jan | C | 104/79.00 | 16-Mar | 0.1 | 41.00% | (85) | 1,054.39 | 1,087.70 | 1122.19 | -8795 | 1.00 | 0.000% | -11.86 | 0.00 |
| 92 | Ibov | 02-Jan | C | 11841.27 | 16-Mar | 0.1 | 41.00% | 85 | 407.83 | 420.71 | 0.19 | -107234 | 0.01 | 0.018% | -8.33 | 0.04 |

Momento 3 - Situação hipotética para o caso do não ajuste periódico do hedge. Posição final é igual à posição inicial.

| | Data | 15/03/1998 | | Preço do ativo | | Rf | | | | Base | Base | DD DUBR DUUS | | | | | | |
|---------|-----------|------------|------------|----------------|--------|--------|------|---------|-------------|----------|-----------|--------------|---------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| R. Fixa | | 5,900 | 14/03/1998 | 11600.00 | 33.00% | | | | 252 | 360 | DUBR | DD | | | | | | |
| opções | (103,118) | | | 113.76 | 7.00% | | | côlar | 1.1252 | | | | | | | | | |
| Futuro | - | | | 10730.00 | | | | RISCO | (37,916) | | | | | | | | | |
| Ativos | - | | | | | | | ADR | 0 | Futuro | 2,574,742 | | | | | | | |
| TOTAL | (97,875) | | | | | | | OP Ibov | (2,612,658) | Ativos | 0 | | | | | | | |
| | | Ativo | Inic | Tipo | Strike | Venc. | DTE | Volat | Pos. | P Inicio | P Corrig | Premio | P&L | Delta | Gama | Theta | Vega | Corr. CDI |
| 100 | | Futuro | xx | xxx | | 15-Oct | -106 | | 90 | 0 | 10730 | 0 | (84.5) | 1,563% | 899 | 10 | 31-Jan | |
| 91 | Ibov | 02-Jan | C | 10479.00 | | 16-Mar | 0.1 | 41.00% | (85) | 1,054.39 | 1,087.70 | 1122.19 | -8795 | 1.00 | 0.000% | -11.86 | 0.00 | 1,054.39 |
| 92 | Ibov | 02-Jan | C | 11841.27 | | 16-Mar | 0.1 | 41.00% | 85 | 407.83 | 420.71 | 0.19 | -107234 | 0.01 | 0.018% | -8.33 | 0.04 | 407.83 |

Momento 4 - O ajuste do risco é feito a cada US\$ 300 000,00 - Representação apenas do risco, resultado a ser calculado

Momento 1: Para a zeragem do risco delta neste dia compramos 25 lotes de futuro de índice BOVESPA, a zeragem do risco delta não foi completa pois o índice só tem liquidez com um lote mínimo de 5 lotes, o que dificulta a exatidão do hedge, com a compra do índice passamos ao momento 2.

Uma vez que assumimos comprar o futuro no fechamento, ele não traz resultados no primeiro dia, o valor de resultado representa o spread de volatilidade conseguido no momento de criação das opções mais o total conseguido em renda fixa, US\$ 11 284 .

Observamos que, como esperado, a posição vendida em volatilidade faz com que seu risco se movimente de maneira oposta ao mercado. Como o mercado subiu (o índice foi de 10479 para 11600) o nosso risco delta se tornou vendido como está ilustrado no Momento 3.

Por este motivo fomos obrigados a ajustar o hedge comprando mais lotes de futuro de índice BOVESPA.

Na tabela representando o Momento 4 mostramos como fica o risco com o ajuste tendo sido feito, situação mais próxima da realidade, vale lembrar que o resultado global terá que levar em conta o resultado do índice futuro.

Não representaremos a carteira dia a dia para não alongar a simulação em demasiado, no entanto para efeito de cálculo o autor teve que simular cada dia útil.

Note que o total de lotes de índice futuro passou de 25 para 90 (primeira linha da coluna posição) no decorrer do tempo.

O critério para o hedge foi quando o risco delta ultrapassasse US\$300,000 para qualquer lado (comprado ou vendido).

Desta forma apresentaremos na forma de tabelas os negócios advindos do ajuste do hedge.

Os negócios realizados para ajuste do risco foram considerados como tendo sido feitos no fechamento.

Os seguintes negócios foram feitos com o futuro de índice:

| Data | Quantidade | Preço |
|----------|------------|-------|
| 2/1/98 | 25 | 10730 |
| 12/1/98 | -5 | 9470 |
| 23/1/98 | 10 | 9630 |
| 30/1/98 | 10 | 9870 |
| 4/2/98 | 10 | 10060 |
| 10/2/98 | 10 | 10320 |
| 11/2/98* | -60 | 10520 |
| 11/2/98* | 60 | 10940 |
| 27/2/98 | 10 | 10830 |
| 2/3/98 | 10 | 11080 |
| 9/3/98 | 10 | 11350 |

Tabela representando os negócios com índice futuro para ajuste do hedge realizados na simulação - Elaborada pelo autor

* Rolagem de índice futuro, vendemos o índice fevereiro e compramos o índice abril.

O seguinte resultado foi auferido nas operações:

| SALDO | 0.0 | 245400.0 |
|-------|-------|----------|
| 25 | 10730 | 804750 |
| -5 | 9470 | -142050 |
| 10 | 9630 | 288900 |
| 10 | 9870 | 296100 |
| 10 | 10060 | 301800 |
| 10 | 10320 | 309600 |
| 10 | 10830 | 324900 |
| 10 | 11080 | 332400 |
| 10 | 11350 | 340500 |
| -60 | 10520 | -1893600 |
| 60 | 10940 | 1969200 |
| -90 | 11770 | -3177900 |

Tabela com o desembolso de cada operação para o ajuste do hedge e o seu resultado final - Elaborada pelo autor

O cálculo acima não leva em conta os emolumentos e taxas da BM&F.

Com estas taxas o resultado cai para R\$244764,40.

A operação é liquidada no dia 16 de março e tem um resultado global de:

| Fonte | Resultado US\$ |
|------------------------|------------------|
| Renda Fixa | 5221 |
| Opções | -103118 |
| Ativos (índice futuro) | 215537.51 |
| TOTAL | 117640.75 |

Tabela de resultados por fonte da simulação de uma nota estruturada de índice -Elaborada pelo autor

1.2. Nota estruturada de ADR de Telebrás - TBR

O ADR de Telebrás (código NYSE¹ - TBR) teve seu fechamento em 2/1/98 cotado a US\$ 117.875.

Como temos um Cap de 13%, temos que o preço de exercício da opção do cap será de $1,13 \times 117.875 = 133.19875$.

Através da planilha de precificação de opções, utilizando o prazo de 73 dias corridos, a volatilidade do ADR considerada 40% e todas as outras especificações das opções ilustradas abaixo na saída da planilha obtivemos os seguintes valores para as opções:

Opção da base (exercício 117.875) : US\$ 9.18

Opção do cap (exercício 133.19875) : US\$ 3.17

| Ativos | Preço | Volat ref | Strike step | Rf | Prazo 1 | Prazo 2 | |
|-----------|--------|-----------|-------------|--------|---------|---------|-----------------|
| Gold | 330.00 | 12% | 10 | 6.50% | 73 | 360 | |
| TEL4 adr | 117.88 | 40% | 15.3 | 7% | 73 | 360 | Data 02/01/1998 |
| Brazil 01 | 101.50 | 11% | 2 | 6% | 73 | 360 | |
| Ibovespa | 10,479 | 42% | 1362 | 33.00% | 73 | 360 | |
| | | | | | | | |

Tabela de entrada dos dados na planilha de precificação com os dados da simulação -

Elaborada pelo autor

| | Ativo | Categoria | Preço do ativo | Tipo | Strike | Vencimento | DTE | Rf |
|----|----------|-----------|----------------|------|--------|------------|-----|-------|
| 20 | TEL4 adr | adr | 117.88 | C | 117.88 | 16-Mar | 73 | 7.00% |
| 21 | TEL4 adr | adr | 117.88 | C | 133.20 | 16-Mar | 73 | 7.00% |

| DD DUBR DUUS | Base | Volat | Premio | Delta | Gama | Theta | Vega |
|--------------|------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| DD | 365 | 40.00% | 9.181801 | 0.566379 | 0.018657 | -0.06873 | 0.207386 |
| DD | 365 | 37.00% | 3.168824 | 0.283709 | 0.017368 | -0.05173 | 0.178581 |

Saída da planilha de precificação para a simulação - Elaborada pelo autor

Após os cálculos de prêmio e do total das opções temos o que realmente será investido em renda fixa.

¹ NYSE - New York Stock Exchange, a maior bolsa de Nova Iorque.

A partir disso temos um ajuste na taxa de aplicação do dinheiro do cliente.

| Cliente: | Simulação |
|------------------|--------------|
| Código : | |
| Liquid : (d+?) | |
| Principal | 2,599,118.94 |
| Tx cap referen | 5.900 |
| Tx cap open | 7.00 |
| % principal | 100% |
| Prazo da nota | 73 |
| Comercial | |
| Código : | |
| Ativo | |
| Base Price | 117.875 |
| Cap Price | 133.19875 |
| Base Prem. | 9.18 |
| Cap Prem. | 3.1688 |
| Net prem | 6.01 |
| Multiplicador | 1 |
| Disp p/ opcao | 30,037.89 |
| Qtd opções | 4996.986 |
| Arredonda ? | S |
| Qtd exata opç | 4996.000 |
| Premio total | 30,031.96 |
| TX cap gerenc | 5.8988 |
| Qtde r fixa | 2,569,086.98 |
| % alta real | 22.66 |

Saída da planilha de criação de notas estruturadas. Elaborada pelo autor

Podemos então calcular o primeiro resultado da operação: O ganho em função da diferença entre as taxas de aplicação do dinheiro do cliente e do banco:

Uma taxa de 7 % anualizada representa uma taxa real de 1,3624 % em 73 dias corridos. (taxa por dia corrido 0,00018538334, 1,00538 elevado a 73 é igual a 1.0136237)

Uma taxa de 5.9 % anualizada representa uma taxa real de 1,153 % em 73 dias corridos. (taxa por dia corrido 0,00015706731, 1,00015706731 elevado a 73 é igual a 1.01153098842)

A diferença entre as taxas nos dá um ganho de:

$$\text{US\$ } 2\,599,118.94 \times 0.209 \% = \text{US\$ } 5439$$

Temos a seguir o cadastramento das opções na planilha de gerenciamento de risco que por si só já garante um ganho em função do spread de volatilidade no momento da precificação.

Este spread é sempre favorável ao operador, uma vez que ele é que informa os valores de volatilidade a serem usados na precificação, que podem ou não serem os valores de volatilidade usadas gerencialmente.

No momento em que o operador realizar o hedge e vamos assumir que, para o caso de opções de ADR, iremos tentar zerar o risco delta através da compra de ADR's de telebrás.

É importante perceber que este tipo de operação torna o portfólio naturalmente vendido em volatilidade, ou seja, devido ao fato da opção da base (aquele que estamos vendidos) possuir preço de exercício inferior a opção do cap (que estamos comprados) temos que o delta será negativo, o gamma negativo, o theta positivo e o vega negativo.

Ao comprarmos ADR's zeramos apenas o risco delta. Devido ao gamma, quando mercado sobe ficamos mais vendidos e quando ele cai ficamos comprados em função da variação do delta.

Vamos simular o resultado e o risco se ficássemos zerados pelo delta no início da operação e não ajustássemos o hedge.

Uma vez que o resultado dos ativos vem diretamente da planilha do operador, e o mesmo não autorizou a reprodução da mesma neste trabalho calcularemos o resultados independentemente. Os resultados da planilha mostrados nesta simulação não contém o resultado de compra de ADR's e índice futuro.

Momento 1 - No dia do lançamento, situação antes do hedge

| | Data | 02/01/1998 | Preço do ativo | R\$ | | | | | | | | | |
|--------------|---------------|------------|----------------|---------------|------------|----------|----------|---------------|----------------|----------|---------------|----------|-----------|
| | | | | | | Base | Base | | DD DUBR | DUBR | DD | | |
| R. Fixa | 6,004 | 01/01/1998 | 11600.00 | 33.00% | | 252 | 360 | dólar | 1.1252 | | | | |
| opções | 2,612 | | 117.88 | 7.00% | | | | RISCO | (4,550) | | | | |
| Futuro | - | | 10730.00 | | | | | ADR | (4,550) Futuro | 0 | | | |
| Ativos | - | | | | | | | OP Ibov | 0 Ativos | 0 | | | |
| TOTAL | 7,948 | | | | | | | | | | | | |
| | Ativo | Tipo | Strike | Venc. | DTE | Volat | Pos. | Pinício | P Corrig | P&L | Delta | Vega | Corr. CDI |
| 100 | Futuro | xx | xxx | 15-Oct | -58 | 0 | 0 | 1.0730 | 0 | - | 0.000% | 0 | 0 |
| 91 | Ibov | 02-Jan | C | 10479.00 | 16-Mar | 49.1 | 41.00% | 0 | 1.026.86 | 1893.24 | 0 | 0.012% | -14.15 |
| 92 | Ibov | 02-Jan | C | 11841.27 | 16-Mar | 49.1 | 41.00% | 0 | 407.83 | 397.18 | 0 | 0.018% | -15.05 |
| | | | | | | | | 0 | | | | | |
| | Adr | xx | xxx | | | | | | | | | | |
| 5 | Adr | 02-Jan | C | 117.88 | 16-Mar | 73 | 39.00% | (4.996) | 9.18 | 9.13 | 442 | 0.5667 | 1.900% |
| 6 | Adr | 02-Jan | C | 133.20 | 16-Mar | 73 | 39.00% | 4.996 | 3.17 | 3.15 | 2170 | 0.2988 | 1.677% |

Momento 2 - Após a compra de 1300 ADR's de telebrás o risco é minimizado

Momento 3 - Situação hipotética para o caso do não ajuste periódico do hedge. Posição final é igual à posição inicial.

Momento 4 - O ajuste do risco é feito a cada US\$ 50 000,00 de risco direcional- Representação apenas do risco, resultado a ser calculado

No primeiro dia da operação (02/1/98) para a zeragem do risco delta compramos 1300 ADR's de telebrás, a zeragem do risco delta não foi perfeita pois o ADR só tem liquidez com um lote mínimo de 100 , o que dificulta a exatidão do hedge.

O momento 1 representa o risco da posição das opções sem a confecção do hedge, já o momento 2 ilustra o risco direcional após a aquisição das TBR's.

Uma vez que assumimos comprar TBR no fechamento, não há resultado da posição no primeiro dia, por este motivo o resultado mostrado pela planilha nos momentos 1 e 2 representa o spread de volatilidade, US\$2612 mais o resultado da renda fixa .

O momento 3 ilustra que, como esperado, a posição vendida em volatilidade faz com que seu risco se movimente de maneira oposta ao mercado. Como o mercado subiu no período de duração da operação (TBR foi de 117.875 para 131.5) o nosso risco delta se tornou vendido. Vale lembrar que o momento 3 é uma situação hipotética, uma vez que consta nas funções de um operador de volatilidade os ajustes periódicos do hedge.

Por este motivo fomos obrigado a ajustar o hedge comprando mais ADR's .

O momento 4 ilustra como fica o risco com o ajuste tendo sido feito, situação mais próxima da realidade, vale lembrar que o resultado global terá que levar em conta o resultado dos ADR's.

Não representaremos a carteira dia a dia para não alongar a simulação em demasiado, no entanto para efeito de cálculo o autor teve que simular cada dia útil.

Note que o total de TBR's passou de 1300 para 3600 (linha 5 da coluna posição).

O critério para o hedge foi quando o risco delta ultrapassasse US\$50,000 para qualquer lado (comprado ou vendido).

Os negócios realizados para ajuste do risco foram considerados como tendo sido feitos no fechamento.

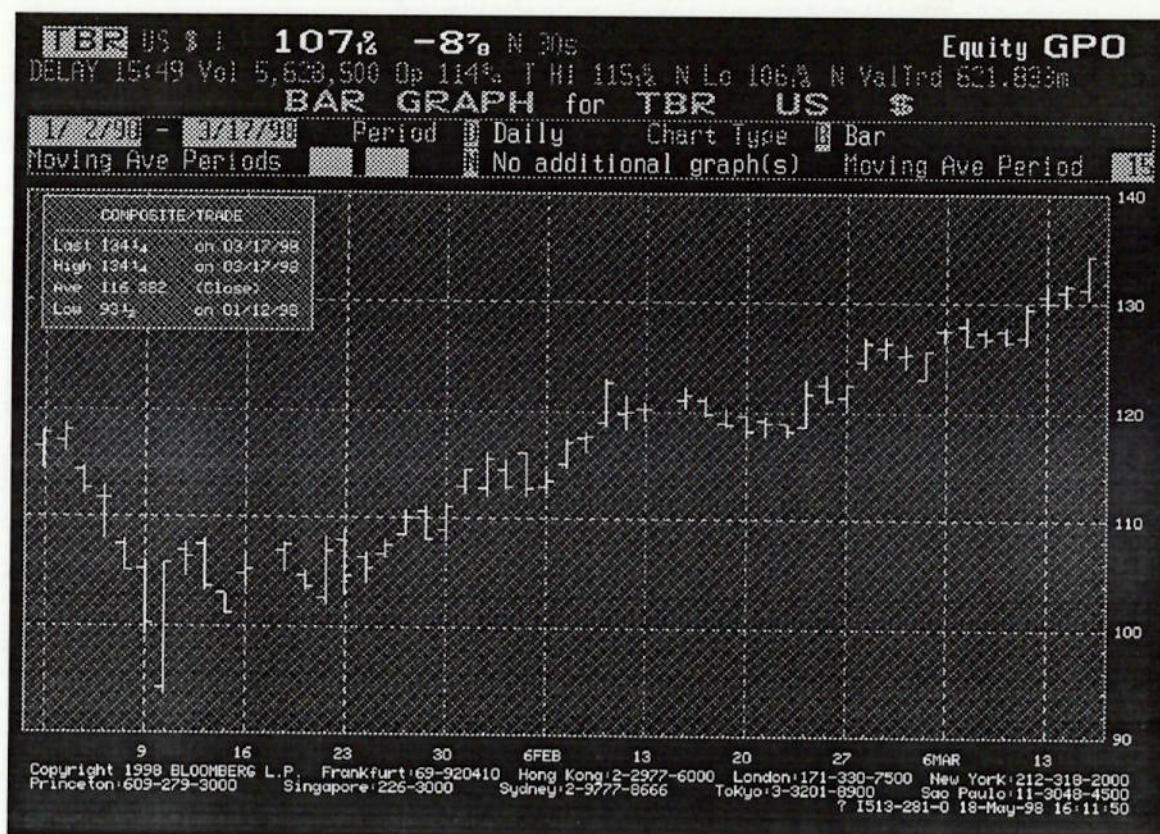


Gráfico do tipo Candle Stick de ADR de Telebrás (TBR) - Fonte: Bloomberg

Os seguintes negócios foram feitos com o ADR de telebrás (código NYSE TBR):

| Data | Quantidade | Preço |
|---------|------------|----------|
| 2/1/98 | 1300 | 117.875 |
| 8/1/98 | -500 | 105,0625 |
| 28/1/98 | 500 | 110 |
| 2/2/98 | 600 | 114,375 |
| 21/2/98 | 600 | 122.75 |
| 2/3/98 | 600 | 126,4375 |
| 13/3/98 | 500 | 130.0625 |
| 16/3/98 | -3600 | 131.50 |

Tabela representando os negócios com ADR para ajuste do hedge realizados na simulação - Elaborada pelo autor

O seguinte resultado foi auferido nas operações:

| SALDO | 0.00 | 34525.1 |
|-------|----------|-----------|
| 1.3 | 117.875 | 153.2375 |
| -0.5 | 105.0625 | -52.53125 |
| 0.5 | 110 | 55 |
| 0.6 | 114.375 | 68.625 |
| 0.6 | 122.75 | 73.65 |
| 0.6 | 126.4375 | 75.8625 |
| 0.5 | 130.0625 | 65.03125 |
| -3.6 | 131.5 | -473.4 |

Tabela com o desembolso de cada operação para o ajuste do hedge e o seu resultado final - Elaborada pelo autor

O cálculo acima não leva em conta os emolumentos e taxas da NYSE.

Com estas taxas o resultado cai para US\$ 33 625,10.

A operação é liquidada no dia 16 de março e tem um resultado global de:

| Fonte | Resultado US\$ |
|--------------|----------------|
| Renda Fixa | 5439 |
| Opções | -35656 |
| Ativos (ADR) | 33625.1 |
| TOTAL | 3408.10 |

Tabela de resultados por fonte da simulação de uma nota estruturada de índice -Elaborada pelo autor

1.3. Resultado Global e considerações finais sobre a simulação

O resultado final das operações com notas estruturadas está representado na tabela a seguir:

| Tipo de nota | Fonte | Resultado US\$ |
|--------------|------------------------|------------------|
| ADR | Renda Fixa | 5439 |
| ADR | Opções | -35656 |
| ADR | Ativos (ADR) | 33625.1 |
| ADR | TOTAL parcial | 3408.10 |
| Índice | Renda Fixa | 5221 |
| Índice | Opções | -103118 |
| Índice | Ativos (índice futuro) | 215537.51 |
| Índice | TOTAL parcial | 117640.75 |
| | TOTAL FINAL | 121048.85 |

Tabela de resultados por nota e fonte da simulação - Elaborada pelo autor

O resultado global da nota chega a surpreender positivamente, uma vez que o nível de risco notional é relativamente pequeno e que o autor utilizou os preços de fechamento para os ajustes diários, ou seja o ajuste geralmente só era feito diariamente, enquanto que em situações reais este ajuste poderia ser feito durante o funcionamento dos mercados, com preços mais favoráveis.

Há que se considerar, no entanto, que o período da simulação foi especialmente favorável ao emissor de notas estruturadas porque a sua posição é naturalmente vendida em volatilidade e a mesma apresentou uma trajetória descendente no período, como pode ser observado no gráfico da volatilidade histórica. Podemos esperar que tenhamos meses cujo resultado seja inferior ao observado na simulação.

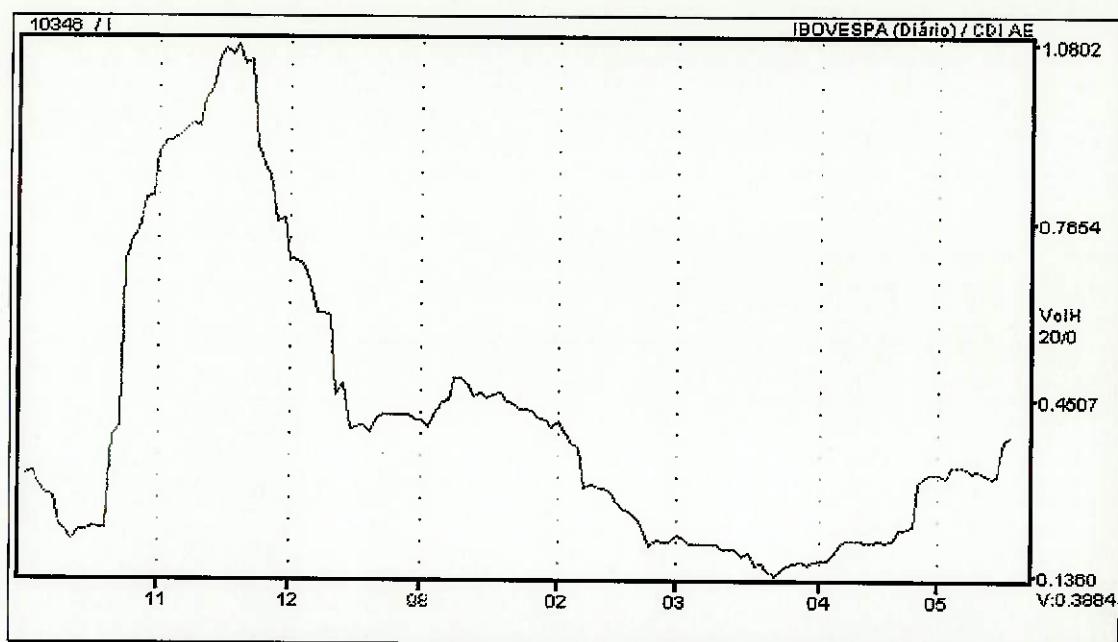


Gráfico de volatilidade histórica de índice BOVESPA - Fonte: Apligraph

Note que a variação do risco, considerada pela diferença entre os momentos 1 e 3, para a nota de ADR é muito menor do que foi a de IBOVESPA, isto porque devido às altas taxas de juros do Brasil temos mais dinheiro para comprar opções no caso de notas estruturadas de índice, o que nos dá uma alavancagem muito maior neste caso.

Comparativamente, ao garantirmos um principal em US\$ (moeda forte) temos um risco muito menor do que na operação de índice. Isto porque temos um risco cambial embutido nas operações de índice.

Do ponto de vista do banco a posição em derivativos é muito menor no caso da nota de ADR, observamos isto ao compararmos os valores disponíveis para opções em cada uma das notas. Na nota de índice temos R\$166284,00 e na de TBR temos US\$30037,89.

Ao analisarmos a lógica da curva risco X retorno, o investidor tende a ter um retorno maior com as notas estruturadas de índice. Isso explica as diferenças nas porcentagens da alta para os dois ativos. (90,58% para o índice e 22,66% para o ADR).

2. Funções e macros utilizadas nas planilhas

Function BSFuturos(fut, strike, rf, dte, volat, tipo, base, parametro)

'lista de parametros

' 0 - premio

' 1 - delta

' 2 - gama

' 3 - theta

' 4 - vega

t = dte / base

If base = 360 Or 365 Then r = Application.Ln(1 + rf * (dte / base)) / t

If base < 360 Then r = Application.Ln((1 + rf) ^ t) / t

d1 = (Application.Ln(fut / strike) + ((volat ^ 2) / 2 * t)) / ((t ^ 0.5) * volat)

d2 = d1 - volat * t ^ 0.5

If parametro = 0 Then

If UCASE(tipo) = "C" Then BSFuturos = Exp(-r * t) * (fut * Application.NormSDist(d1) - strike * Application.NormSDist(d2))

If UCASE(tipo) = "P" Then BSFuturos = Exp(-r * t) * (strike * Application.NormSDist(-d2) - fut * Application.NormSDist(-d1))

End If

If parametro = 1 Then

If UCASE(tipo) = "C" Then BSFuturos = Exp(-r * t) * Application.NormSDist(d1)

If UCASE(tipo) = "P" Then BSFuturos = Exp(-r * t) * (Application.NormSDist(d1) - 1)

End If

If parametro = 2 Then BSFuturos = Exp(-r * t) / (fut * volat * t ^ 0.5) * Exp((-d1 ^ 2) / 2) / ((2 * 3.1415926536) ^ 0.5)

If parametro = 3 Then

If UCASE(tipo) = "C" Then BSFuturos = -Exp((-d1 ^ 2) / 2) / ((2 * 3.1415926536) ^ 0.5) * fut * volat * Exp(-r * t) / (2 * t ^ 0.5) + r * fut * Application.NormSDist(d1) * Exp(-r * t) - r * strike * Exp(-r * t) * Application.NormSDist(d2)

If UCASE(tipo) = "P" Then BSFuturos = -Exp((-d1 ^ 2) / 2) / ((2 * 3.1415926536) ^ 0.5) * fut * volat * Exp(-r * t) / (2 * t ^ 0.5) - r * fut * Application.NormSDist(-d1) * Exp(-r * t) + r * strike * Exp(-r * t) * Application.NormSDist(-d2)

End If

If parametro = 4 Then BSFuturos = Exp((-d1 ^ 2) / 2) / ((2 * 3.1415926536) ^ 0.5) * Exp(-r * t) * fut * t ^ 0.5

End Function

Function BSAdr(vista, strike, rf, dte, volat, tipo, base, parametro)

'lista de parametros

' 0 - premio

' 1 - delta

' 2 - gama

' 3 - theta

' 4 - vega

t = dte / base

If base = 360 Or 365 Then r = Application.Ln(1 + rf * (dte / base)) / t

If base < 360 Then r = Application.Ln((1 + rf) ^ t) / t

d1 = (Application.Ln(vista / strike) + ((r + (volat ^ 2) / 2) * t)) / ((t ^ 0.5) * volat)

d2 = d1 - volat * t ^ 0.5

If parametro = 0 Then

If UCASE(tipo) = "C" Then BSAdr = (vista * Application.NormSDist(d1) - strike * Application.NormSDist(d2) * Exp(-r * t))

If UCASE(tipo) = "P" Then BSAdr = Exp(-r * t) * (strike * Application.NormSDist(-d2) - vista * Application.NormSDist(-d1))

End If

If parametro = 1 Then

If UCASE(tipo) = "C" Then BSAdr = Application.NormSDist(d1)

If UCASE(tipo) = "P" Then BSAdr = Application.NormSDist(d1) - 1

End If

If parametro = 2 Then BSAdr = Exp((-d1 ^ 2) / 2) / (vista * volat * t ^ 0.5) / ((2 * 3.1415926536) ^ 0.5)

If parametro = 3 Then

If UCASE(tipo) = "C" Then BSAdr = -Exp((-d1 ^ 2) / 2) / ((2 * 3.1415926536) ^ 0.5) * vista * volat / (2 * t ^ 0.5) - r * strike * Application.NormSDist(d2) * Exp(-r * t)

If UCASE(tipo) = "P" Then BSAdr = -Exp((-d1 ^ 2) / 2) / ((2 * 3.1415926536) ^ 0.5) * vista * volat / (2 * t ^ 0.5) + r * strike * Exp(-r * t) * Application.NormSDist(-d2)

End If

If parametro = 4 Then BSAdr = Exp((-d1 ^ 2) / 2) / ((2 * 3.1415926536) ^ 0.5) * vista * t ^ 0.5

End Function

Function BSExotic(vista, strike, barreira, modo, rf, dte, volat, tipo, base, parametro)

'lista de parametros

' 0 - premio

' 1 - delta

' 2 - gama

```

' 3 - theta
' 4 - vega
t = dte / base
If base = 360 Or 365 Then r = Application.Ln(1 + rf * (dte / base)) / t
If base < 360 Then r = Application.Ln((1 + rf) ^ t) / t
h = barreira
d1 = (Application.Ln(vista / strike) + ((r + (volat ^ 2) / 2) * t)) / ((t ^ 0.5) * volat)
d2 = d1 - volat * t ^ 0.5
y = Application.Ln((h ^ 2) / (vista * strike)) / volat * t ^ 0.5
x1 = Application.Ln(vista / h) / (volat * t ^ 0.5) + lamb * volat * t ^ 0.5
y1 = Application.Ln(h / vista) / (volat * t ^ 0.5) + lamb * volat * t ^ 0.5
If UCASE(tipo) = "C" Then
    lamb = (r + volat ^ 2 / 2) / (volat ^ 2)
    c = (vista * Application.NormSDist(d1) - strike * Application.NormSDist(d2) * Exp(-r * t))
    If modo = "downin" Or modo = "downout" Then
        If h <= strike Then
            cdi = vista * (h / vista) ^ (2 * lamb) * Application.NormSDist(y) - strike * Exp(-r * t) * (h / strike) ^ (2 * lamb - 2) * Application.NormSDist(y - volat * t ^ 0.5)
            cdo = c - Application.Max(cdi, 0)
            If modo = "downin" Then BSExotic = Application.Max(cdi, 0)
            If modo = "downout" Then BSExotic = Application.Max(cdo, 0)
        End If
        If h > strike Then
            cdo = vista * Application.NormSDist(x1) - strike * Exp(-r * t) * Application.NormSDist(x1 - volat * t ^ 0.5) - vista * (h / vista) ^ (2 * lamb) * Application.NormSDist(y1) + strike * Exp(-r * t) * (h / vista) ^ (2 * lamb - 2) * Application.NormSDist(y1 - volat * t ^ 0.5)
            cdi = c - Application.Max(cdo, 0)
            If modo = "downin" Then BSExotic = Application.Max(cdi, 0)
            If modo = "downout" Then BSExotic = Application.Max(cdo, 0)
        End If
    End If
    If modo = "upin" Or modo = "upout" Then
        If h > strike Then
            cui = vista * Application.NormSDist(x1) - strike * Exp(-r * t) * Application.NormSDist(x1 - volat * t ^ 0.5) - vista * (h / vista) ^ (2 * lamb) * (Application.NormSDist(-y) - Application.NormSDist(-y1)) + strike * Exp(-r * t) * (h / vista) ^ (2 * lamb - 2) * (Application.NormSDist(-y + volat * t ^ 0.5) - Application.NormSDist(-y1 + volat * t ^ 0.5))
            cuo = c - Application.Max(cui, 0)
        End If
    End If
End If

```

```

If modo = "upin" Then BSExotic = Application.Max(cui, 0)
If modo = "upout" Then BSExotic = cuo
End If
If h <= strike Then
  If modo = "upin" Then BSExotic = 0
  If modo = "upout" Then BSExotic = c
End If
End If
End If
If UCASE(tipo) = "P" Then
  p = Exp(-r * t) * (strike * Application.NormSDist(-d2) - vista * Application.NormSDist(-d1))
  If modo = "downin" Or modo = "downout" Then
    If h < strike Then
      pdi = -vista * Application.NormSDist(-x1) + strike * Exp(-r * t) *
Application.NormSDist(-x1 + volat * t ^ 0.5) + vista * (h / vista) ^ (2 * lamb) *
(Application.NormSDist(y) - Application.NormSDist(y1)) - strike * Exp(-r * t) * (h / vista) ^ (2 *
lamb - 2) * (Application.NormSDist(y - volat * t ^ 0.5) - Application.NormSDist(y1 - volat * t ^
0.5))
      pdo = p - Application.Max(pdi, 0)
      If modo = "downin" Then BSExotic = Application.Max(pdi, 0)
      If modo = "downout" Then BSExotic = pdo
    End If
    If h >= strike Then
      pdo = 0
      pdi = p
      If modo = "downin" Then BSExotic = pdi
      If modo = "downout" Then BSExotic = pdo
    End If
  End If
  If modo = "upin" Or modo = "upout" Then
    If h >= strike Then
      pui = -vista * (h / vista) ^ (2 * lamb) * Application.NormSDist(-y) + strike * Exp(-r * t) *
(h / vista) ^ (2 * lamb - 2) * Application.NormSDist(-y + volat * t ^ 0.5)
      puo = p - Application.Max(pui, 0)
      If modo = "upin" Then BSExotic = Application.Max(pui, 0)
      If modo = "upout" Then BSExotic = puo
    End If
    If h < strike Then
  End If
End If

```

```
'  
    puo = -vista * Application.NormSDist(-x1) + strike * Exp(-r * t) *  
Application.NormSDist(-x1 + volat * t ^ 0.5) + vista * (h / vista) ^ (2 * lamb) - strike * Exp(-r *  
t) * (h / vista) ^ (2 * lamb - 2) * Application.NormSDist(-y1 + volat * t ^ 0.5)  
'    pui = p - Application.Max(0, puo)  
'    If modo = "upin" Then BSExotic = pui  
'    If modo = "upout" Then BSExotic = Application.Max(puo, 0)  
' End If  
End If  
End Function
```

```
Sub cadasra()
Application.ScreenUpdating = False
Sheets("Carteira de Notas").Select
Range("A1:v1").Select
Selection.Copy
Range("a16384").End(xlUp).Select
Selection.Offset(1, 0).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, _
    SkipBlanks:=False, Transpose:=False
Sheets("Calculos").Select
Range("a80:g105").Select
Selection.PrintOut Copies:=1
Application.CutCopyMode = False
```

```
End Sub
```

```
Sub imprimeboleta()
Application.ScreenUpdating = False
If Range("b42") <> "" Then
    Sheets("Boletas").Select
    Range("A1:C40").Select
    Selection.PrintOut Copies:=1
Else
    Sheets("Boletas").Select
    Range("A1:C20").Select
    Selection.PrintOut Copies:=1
End If
Sheets("Calculos").Select
End Sub
```

```
Sub relat()
Application.ScreenUpdating = False
Range("g5") = 1
Range("b5") = 1
Sheets("MKT").Select
Range("A1:F35").Select
Selection.Copy
Range("G1").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, _
    SkipBlanks:=False, Transpose:=False
```

```
Sheets("Calculos").Select
Range("g5") = 2
Range("b5") = 4
Sheets("MKT").Select
Range("A1:F35").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Range("p1").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, _
    SkipBlanks:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
Sheets("MKT").Select
Workbooks.Open Filename:="U:\PRODUTOS\cotaprod.xls"
Windows("PRODUTO1.XLS").Activate
Range("G1:v35").Select
Selection.Copy
Windows("cotaprod.xls").Activate
Range("A1").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, _
    SkipBlanks:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
ActiveWorkbook.Save
ActiveWindow.Close
Sheets("Calculos").Select
```

End Sub

```
Sub exporta1()
    Application.ScreenUpdating = False
    Sheets("Relat").Select
    Workbooks.Open Filename:="U:\PRODUTOS\cotanota.xls"
    Windows("produtoy.xls").Activate
    Range("X16:AG42").Select
    Selection.Copy
    Windows("cotanota.xls").Activate
    Range("A15").Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, _
        SkipBlanks:=False, Transpose:=False
    Windows("produtoy.xls").Activate

```

```
Application.CutCopyMode = False
Range("AJ16:AS42").Select
Selection.Copy
Windows("cotanota.xls").Activate
Sheets("Nota EUA").Select
Range("A15").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, _
    SkipBlanks:=False, Transpose:=False
Sheets("NotaBrasil").Select
Range("A1").Select
Application.CutCopyMode = False
ActiveWorkbook.Save
ActiveWindow.Close
Range("s1").Select
```

End Sub

```
Sub imprime1()
    Application.ScreenUpdating = False
    Sheets("Relat").Select
    Range("w3:ag48").Select
    Selection.PrintOut Copies:=Range("u2")
    Range("A13:AT46").Select
    Selection.PrintOut Copies:=Range("u2")
    Range("s1").Select
End Sub
```

3. Processo Estocástico de Wiener

O processo estocástico de Wiener é muito utilizado na física para descrever o movimento browniano de partículas de colóides. trata-se de um caso particular de um processo de Markov². O comportamento de uma variável aleatória que segue o processo de Wiener pode ser descrita como:

$$\Delta z = \varepsilon \sqrt{\Delta t}$$

onde:

z é uma variável aleatória que segue o processo de Wiener;

Δt é um intervalo de tempo;

Δz é a variação de z para um intervalo de tempo Δt ;

ε é uma variável aleatória com distribuição normal reduzida.

Por ser um caso particular de processo de Markov, os valores de Δz para dois diferentes intervalos de tempo são independentes.

Como consequências destas características tem-se que Δz segue uma distribuição normal com média igual a zero e variância igual a Δt .

A variação de z durante um período de tempo qualquer T pode ser expressa como sendo $z(T) - z(0)$. Tomando N como o número de pequenos intervalos de tempo Δt contidos em T , ou seja, $N = T/\Delta t$, tem se que:

$$z(T) - z(0) = \sum_{i=1}^N \varepsilon_i \sqrt{\Delta t}$$

Como já mencionado, os ε_i devem ser independentes, o que faz com que a variável $[z(T) - z(0)]$ também seja normalmente distribuída, com média igual a soma das médias e variância igual a soma das variâncias, ou seja, média $E(z(T) - z(0)) = 0$ e $\sigma^2(z(T) - z(0)) = N\Delta t = T$. Portanto, para qualquer intervalo de tempo T , Δz é normalmente distribuído com média zero e desvio padrão \sqrt{T} .

² Processo estocástico onde o valor futuro de uma variável só depende do valor atual, não importando o comportamento histórico verificado.

3.a. Variável Genérica para o Processo de Wiener

Agora é possível definir uma variável aleatória genérica x que se comporta segundo o processo de Wiener como sendo:

$$\Delta x = a\Delta t + b\Delta z$$

onde:

z é uma variável aleatória que segue o processo de Wiener;

a e b são constantes

Para o limite de Δt tendendo a zero a equação acima pode ser escrita como:

$$dx = adt + bdz$$

ou ainda:

$$dx = adt + b\varepsilon_i \sqrt{dt}$$

Segundo a equação acima a variável x contém uma parcela determinística $a\partial t$ que garante a tendência ao longo do tempo e uma parcela probabilística que é representada pelo termo $b\varepsilon_i \sqrt{dt}$.

Analogamente ao anexo 3, conclui-se que a variação de x ao longo de um intervalo de tempo T apresenta distribuição normal com:

$$E(x(T) - x(0)) = aT, \sigma^2(x(T) - x(0)) = b^2T \text{ e } \sigma(x(T) - x(0)) = b\sqrt{T}.$$

Portanto, para qualquer intervalo de tempo de tempo T , Δx é normalmente distribuído com média aT e desvio padrão $b\sqrt{T}$.

Pode-se concluir também que é possível estabelecer uma variável genérica para o processo de Wiener que apresente aderência à uma curva, atuando-se na variável a e a uma variância diferente de T adequando a variável b .

4. Demonstração do teorema de Ito

Seja G uma função contínua e diferenciável de x , e Δx uma pequena variação de x . É possível expressar ΔG através de uma série de Taylor como sendo:

$$\Delta G = \frac{dG}{dx} \Delta x + \frac{1}{2} \frac{d^2 G}{dx^2} \Delta x^2 + \frac{1}{6} \frac{d^3 G}{dx^3} \Delta x^3 + \dots \quad \text{eq.1}$$

Para Δx muito pequeno, os termos de ordem maior que 1, ou seja, Δx^2 , Δx^3 , Δx^4 , ..., serão desprezíveis e a equação acima pode ser rescrita como:

$$\Delta G = \frac{dG}{dx} \Delta x \quad \text{eq.2}$$

Para uma função G contínua e diferenciável de duas variáveis a série de Taylor é:

$$\Delta G = \frac{\partial G}{\partial x} \Delta x + \frac{\partial G}{\partial y} \Delta y + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} \Delta x^2 + \frac{\partial^2 G}{\partial x \partial y} \Delta x \Delta y + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial y^2} \Delta y^2 + \dots \quad \text{eq.3}$$

Analogamente desprezando-se os termos de ordem maior que 1 vem :

$$\Delta G = \frac{\partial G}{\partial x} \Delta x + \frac{\partial G}{\partial y} \Delta y \quad \text{eq.4}$$

No limite para Δx e Δy tendendo a zero tem-se:

$$dG = \frac{\partial G}{\partial x} dx + \frac{\partial G}{\partial y} dy \quad \text{eq.5}$$

Seja x uma variável genérica do processo de Wiener onde $a = a(x,t)$ e $b = b(x,t)$, ou seja:

$$dx = a(x,t)dt + b(x,t)dz \quad \text{eq.6}$$

Seja também $G=G(x,t)$ uma função contínua e diferenciável nas variáveis x e t . Analogamente a equação eq.3 tem-se:

$$\Delta G = \frac{\partial G}{\partial x} \Delta x + \frac{\partial G}{\partial t} \Delta t + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} \Delta x^2 + \frac{\partial^2 G}{\partial x \partial t} \Delta x \Delta t + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial t^2} \Delta t^2 + \dots \quad \text{eq.7}$$

A equação eq.6 também pode ser escrita como³:

$$dx = a(x,t)dt + b(x,t)\varepsilon\sqrt{dt} \quad \text{eq.8}$$

Na equação eq.3 os termos de ordem maior ou igual a de Δx^2 eram ignorados, porém de eq.8 tem-se que:

$$\Delta x^2 = a^2(x,t)\Delta t^2 + b^2(x,t)\varepsilon^2 \Delta t + 2a(x,t)b(x,t)\varepsilon\sqrt{\Delta t^3} \quad \text{eq.9}$$

ou seja,

$$\Delta x^2 = b^2(x,t)\varepsilon^2 \Delta t + \text{termos de } \Delta t \text{ de ordem maior que 1}$$

Conclui-se então que não se pode mais desprezar os termos que envolvam Δx^2 .

³ Vide apêndice sobre processo de Wiener.

Lembrando que a distribuição normal reduzida apresenta média igual a zero e variância igual a 1, vem:

$$E(\varepsilon^2) - E[(\varepsilon)]^2 = 1$$

Mas como:

$$E(\varepsilon) = 0 \text{ (média da distribuição normal reduzida é zero)}$$

Tem -se que:

$$E(\varepsilon^2) = 1$$

Conclui-se então que o valor esperado para $\varepsilon^2 \Delta t$ é o próprio Δt e, como é possível demonstrar que a variância de $\varepsilon^2 \Delta t$ é da ordem de Δt^2 , tem-se que, quando Δt tende a zero, o termo $\varepsilon^2 \Delta t$ pode ser considerado determinístico e igual a Δt . Neste caso, de eq.9 vem que Δx^2 será igual a $b^2(x,t) \Delta t$.

No limite para Δx e Δt tendendo a zero a equação eq.7 pode ser escrita como :

$$dG = \frac{\partial G}{\partial x} dx + \frac{\partial G}{\partial t} dt + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} b^2 dt \quad \text{eq.10}$$

Este é o teorema de Ito que, escrito na forma de um processo de Wiener generalizado é:

$$dG = \left[\frac{\partial G}{\partial x} a + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} b^2 \right] dt + \left(\frac{\partial G}{\partial x} b \right) dz \quad \text{eq.11}$$

5. Metodologia para obtenção do custo do projeto

Uma dúvida fundamental surgida na execução deste trabalho foi como calcular o custo da mão de obra para o caso da solução mista na qual temos a contratação de um funcionário e um aproveitamento da capacidade produtiva dos operadores já contratados pelo banco.

No caso do funcionário contratado o custo considerado foi uma estimativa do departamento de Recursos Humanos dos custos totais deste funcionário. Número relativamente simples de se alcançar.

No entanto ao tentarmos calcular o custo do envolvimento de funcionários que já faziam parte do quadro do Banco CCF Brasil tivemos várias dúvidas quanto a melhor maneira de fazer isso. O primeiro passo foi conseguir junto ao departamento de Recursos Humanos o custo total do primeiro funcionário envolvido com o projeto. O Custo assustou o autor a princípio pois o mesmo esperava algo de menor magnitude. No entanto por se tratar de um dado da empresa não faz parte do escopo deste trabalho discuti-lo.

O segundo passo foi medir o tempo de execução de algumas funções durante a simulação. A partir daí procuramos acompanhar o dia a dia do operador para estabelecer coeficientes de utilização do tempo. No caso do acompanhamento dos mercados esta foi a única maneira encontrada pelo autor para apropriar custos.

O autor tem consciência da variabilidade na execução de funções por pessoas diferentes mas por se tratar de uma área nova não conseguimos calcular um tempo médio de atualização das planilhas por exemplo. E mesmo porque é até mais fácil realizarmos um estudo direcionado utilizando como amostra apenas o futuro operador da área.

Associar os custos às funções do operador de volatilidade nos parece uma boa idéia para o caso da mão de obra.

O funcionário contratado não precisa passar por este processo de apropriação dos custos pois todo o custo do banco para com ele (salário e benefícios) deverá ser debitado do resultado da nova área.

Como o operador que acumulará funções terá uma carga horária extra destinada às operações da mesa de volatilidade assumimos que este tempo custará dinheiro e agregará custos.

Uma outra abordagem possível se basearia no fato do operador não fazer horas extras. Portanto, apesar de suas novas funções o seu trabalho não agraga custos ao banco. O custo marginal destas novas funções poderia ser considerado zero.

Esta abordagem do custo marginal não parece razoável pois se quisermos ser rigorosos, o bom senso nos diz que existe um custo intrínseco para o operador. Se não assumirmos que há um custo para o operador não poderíamos falar em bonificação, com o resultado da área fazendo parte do resultado do operador.

Neste caso toda a política de incentivo à criação da nova área seria comprometida e teríamos dificuldade em comprovar o comprometimento da alta gerência com a idéia.

O custo para o banco do funcionário, que é um operador categoria Senior, foi fornecido pelo departamento de Recursos Humanos e é de aproximadamente R\$ 10400,00. Com deste dado construímos a tabela abaixo:

| Funções acumuladas | Custo Associado |
|--|---|
| 1)Acompanhamento dos mercados | Coeficiente de atenção em relação às outras atividades: 10%. Coeficiente de importância da função para o operador: 35% Custo: $0,1 \times 0,35 \times \text{Custo do funcionário}^4 = R\$364,00$ |
| 2)Atualização diária das planilhas de risco | 3min/480min X Custo do funcionário = R\\$65,00 |
| 3)Controle dos indicadores de risco | Embutido no custo de acompanhamento de mercado |
| 4)Ajuste do hedge quando necessário | 5min/480min X Custo do funcionário = R\\$108,33 |
| 5) Abertura de spreads e desenvolvimento de produtos de acordo com o surgimento de novas necessidades do mercado | 11 min/480min X Custo do funcionário = R\\$238,33 |
| 7)Criação de hedges indiretos quando necessário | 1min/480min X Custo do funcionário = R\\$21,66 |
| 8)Zerar a posição em caso de limite de risco | 0 ⁵ |
| TOTAL | R\\$ 797,33 |

Tabela de custos associados por função do operador de volatilidade - Elaborada pelo autor

⁴ O custo do funcionário engloba salário e encargos.

⁵ Por se tratar de uma situação extrema e raríssima de acontecer o tempo de atuação não é relevante.

A única consideração que somos obrigados a fazer sobre os custos do novo funcionário é que o valor calculado do mesmo segue a mesma lógica de Recursos Humanos do operador.

Segundo o RH do CCF o custo calculado engloba os serviços de suporte e Back Office, que são funções cujos custos devem ser rateados pelas áreas consideradas de linha de frente do banco.

Quanto ao valor obtido como custo para um lugar físico na mesa de operações foi utilizado o valor pago de aluguel mensalmente pela Empresa Renault, considerado sigiloso, pelo quinto andar do prédio do CCF Brasil e considerando uma ocupação de 90% dividido pelo número de pessoas.

O Lay Out e os dados do número de funcionários por andar não foram divulgados para que não se chegasse ao valor do aluguel.

Foi somado ao valor encontrado um custo rateado da área de Recursos Materiais, que é responsável pela manutenção de cadeiras e mesas.

6. Considerações sobre um momento de crise

A crise da Ásia foi a primeira crise financeira após uma certa maturação do processo de globalização. Investidores globais após sofrerem pesadas perdas no Sudeste Asiático foram obrigados a liquidar posições em outros países considerados *em desenvolvimento* espalhando a crise por todo o mundo.

Este tipo de movimento do mercado financeiro é absolutamente imprevisível se observarmos apenas o contexto local. Crises como estas podem se espalhar de uma maneira tão violenta que acabam por mudar os fundamentos da economia de um país.

A crise da Ásia impôs severas perdas à maioria das instituições financeiras brasileiras, sendo que a principal fonte de perdas foi o aumento da taxa de juros, que duplicou da noite para o dia. No entanto para o escopo deste trabalho desejamos analisar o efeito de uma crise como esta nas operações de uma mesa de Volatilidade.

Para tal entramos em contato com as instituições financeiras que já possuíam uma mesa de volatilidade no sentido proposto por este trabalho e discutimos as dificuldades encontradas e os momentos mais críticos.

Alguns relatos são impressionantes não só pela magnitude das perdas mas pela falta absoluta de instrumentos financeiros capazes de zerar a posição. Este foi o caso de uma instituição que criava operações com opções exóticas (o autor entende que a capacitação do banco na operação de opções exóticas só deve ser objetivo de esforço após a maturação da área e após muito tempo de simulação).

Apesar de casos extremos como o citado acima, o problema básico é que as notas estruturadas geram uma posição naturalmente vendida em volatilidade. A volatilidade tanto de telebrás quanto do índice BOVESPA varia de 30% a 50% de maneira geral. Algumas opções de telebrás durante a crise chegaram a ter uma volatilidade implícita de cerca de 150%.

As instituições que implantaram mesas de volatilidade no sentido utilizado neste trabalho o tinham feito há pouco tempo e muitas vezes sem um planejamento ou estudo mais aprofundado.

O operador de volatilidade deve entender as funções da área e os resultados almejados para em função disto definir as perdas aceitáveis e estar sempre pronto para zerar a posição. Todos os indicadores de risco devem ser utilizados e uma análise do tipo cenário deve ser feita periodicamente.

Mesmo com todos estes cuidados não podemos afirmar que a boa gestão do risco eliminaria toda e qualquer perda em uma situação de crise, no entanto temos certeza que somente a disciplina e o conhecimento técnico minimizariam as mesmas nestas situações.