

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**CRISIANE REZENDE VILELA DE OLIVEIRA**

**PROGRAMAÇÃO DINÂMICA PROBABILÍSTICA APLICADA AO MERCADO DE  
OPÇÕES DE COMPRA DE AÇÕES PARA TOMADA DE DECISÃO.**

**CURITIBA**

**2009**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**CRISIANE REZENDE VILELA DE OLIVEIRA**

**PROGRAMAÇÃO DINÂMICA PROBABILÍSTICA APLICADA AO MERCADO DE  
OPÇÕES DE COMPRA DE AÇÕES PARA TOMADA DE DECISÃO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia (PPGMNE), Área de Concentração em Programação Matemática, Setores de Tecnologia e de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná (UFPR), como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Celso Carnieri

Co-Orientador: Prof. Dr. Arinei Carlos Lindbeck da  
Silva

**CURITIBA**

**2009**

## TERMO DE APROVAÇÃO

CRISIANE REZENDE VILELA DE OLIVEIRA

### PROGRAMAÇÃO DINÂMICA PROBABILÍSTICA APLICADA AO MERCADO DE OPÇÕES DE COMPRA DE AÇÕES PARA TOMADA DE DECISÃO.

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no curso de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia – Área de Concentração em Programação Matemática, Setores de Tecnologia e de Ciências Exatas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:



Prof. Dr. Celso Carnieri  
Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em  
Engenharia - UFPR

Co-Orientador:



Prof. Dr. Arinei Carlos Lindbeck da Silva  
Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em  
Engenharia - UFPR



Prof. Dr. José Guilherme Silva Vieira  
Departamento de Economia da UFPR

Curitiba, 16 de setembro de 2009.

*Dedico à minha família,  
A base do sucesso de qualquer pessoa.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar, a Deus.

Agradeço em especial o carinho, paciência e total apoio do meu marido Leandro, a quem devo grande parte desta conquista, por seu amor e paciência, que nos fazem cada vez mais fortes e unidos como casal, e principalmente à nossa pequena Mariana que está chegando e é fruto do nosso amor.

Agradeço a meus pais, familiares e amigos que estiveram presentes incentivando o andamento deste trabalho.

Agradeço a grande oportunidade de fazer não apenas colegas, mas verdadeiros amigos, com os quais dividi muitos momentos importantes e foram especiais para enfrentar todas as fases deste curso, em especial Aline, Sidarta, Mônica, Nico, Vanderlei, Vanessa e seus familiares.

Agradeço a todos os professores com os quais aprendi muito e em especial aos professores Celso e Arinei que além de orientadores, tornaram-se amigos, e estavam sempre dispostos a dividir suas experiências, contribuindo em todo o processo deste trabalho.

Agradeço a amizade, o carinho, o incentivo profissional dado a todo o momento, a grande afinidade de pensamento e de amor que une duas pessoas, para a vida toda, num laço eterno de uma linda amizade. Tudo isso dedico a minha grande amiga Lucimeire, que onde quer que esteja, estará sempre me dando muita luz e força na caminhada.

Agradeço a Maristela, que esteve sempre disposta a tirar nossas dúvidas burocráticas e que é a verdadeira alma deste curso.

*“Aqueles que passam por nós não vão a sós.  
Deixam um pouco de si, levam um pouco de  
nós”.*

*Antonie de Saint-Exupéry*

## **RESUMO**

Uma das maneiras de operar no Mercado de Opções é por meio da escolha de operações conhecidas, alguma delas sendo a Trava de Alta, Trava de Baixa, Condor e Borboleta. Este trabalho tem por objetivo principal desenvolver um método que avalia especificamente estas operações, tanto na posição comprada como na vendida, com opções de compra de ação. A Programação Dinâmica Probabilística será aplicada, para que, no dia de decisão, o investidor faça a operação que será avaliada como a melhor estratégia de negociação naquele momento. Os cálculos terão como base os dados históricos de variação do preço do ativo, onde se calcula a volatilidade histórica para a precificação da opção através do modelo de Black-Sholes e também a probabilidade do ativo atingir um valor futuro no dia do vencimento da opção de compra. Neste método, alguns critérios foram adotados, e os resultados são analisados com base nos valores reais do mercado, podendo comparar se a estratégia proposta pelo método foi eficaz ou não, gerando lucro ou prejuízo para o investidor.

Palavras-chave: Programação Dinâmica Probabilística, Mercado de opções, Operações com opções.



## **ABSTRACT**

One of the ways to operate in the Options Market is through the choice of operations known, some of them being the Call Debit Spread, Call Credit Spread, Condor and Butterfly Spread. This paper has the main objective to develop a method that specifically evaluates that operations, both in the acquisition or sold, with the options to purchase action. The Probabilistic Dynamic Programming is applied, so that on the day of decision, the investor makes the operation that will be evaluated as the best negotiating strategy at the time. The calculations will be based on historical data of change in the price of the asset, which calculates the historical volatility for the option pricing using the Black-Scholes model and also the probability of the asset reaches a value on future expiration of the option. In this method, some criteria were adopted, and the results are analyzed based on current market values, being able to compare the strategy proposed by the method was effective or not, generating income or loss for the investor.

Keywords: Probabilistic Dynamic Programming, Market Options, Operations with options.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – VISUALIZAÇÃO DO MERCADO DE OPÇÕES NO SFN .....	25
FIGURA 2 – ROTAS E CUSTOS PARA O PROBLEMA DO CAMINHO MAIS CURTO.....	56
FIGURA 3 – MATRIZES DE CUSTOS DE DESLOCAMENTO .....	56
FIGURA 4 – ESTRUTURA BÁSICA DA PDP .....	58
FIGURA 5 – CÁLCULO DA PROBABILIDADE DO VALOR FUTURO DA AÇÃO NO DIA DE VENCIMENTO DA OPÇÃO. ....	65
FIGURA 6 – ESTRUTURA PARA CALCULAR O PRÊMIO DAS OPÇÕES.....	67
FIGURA 7 – ESTRUTURA DA PD (ESTÁGIOS E ESTADOS) .....	68
FIGURA 8 – FLUXOGRAMA DO MÉTODO .....	71
FIGURA 9 – INTERFACE DO PROGRAMA.....	84
FIGURA 10 – CALENDÁRIO PARA INFORMAÇÃO DA DATA PARA TOMADA DE DECISÃO.....	84
FIGURA 11 – DATA INFORMADA ANTERIOR AO VENCIMENTO DA OPÇÃO .....	85
FIGURA 12 – DATA INFORMADA POSTERIOR AO VENCIMENTO DA OPÇÃO.....	85
FIGURA 13 – OPÇÃO PARA ESCOLHA DO TIPO DE CORRETAGEM.....	85
FIGURA 14 – ESCOLHA DO VALOR DO ATIVO PARA A PRECIFICAÇÃO DE OPÇÕES.....	86
FIGURA 15 – DEFINIÇÃO DA POSIÇÃO.....	86
FIGURA 16 – INFORMAÇÃO DO VALOR DO LOTE A SER OPERADO.....	86
FIGURA 17 – TELA FINAL, COM A POSIÇÃO A SER TOMADA NO DIA DE DECISÃO .....	87

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – RESULTADO DO EXERCÍCIO PARA O TITULAR DA OPÇÃO DE COMPRA.....	39
GRÁFICO 2 – RESULTADO DO EXERCÍCIO PARA O LANÇADOR DA OPÇÃO DE COMPRA.....	40
GRÁFICO 3 – RESULTADO DO EXERCÍCIO PARA O LANÇADOR DA OPÇÃO DE COMPRA.....	41
GRÁFICO 4 – RESULTADO DO EXERCÍCIO PARA O INVESTIDOR QUE MONTOU UMA TRAVA DE ALTA.....	44
GRÁFICO 5 - RESULTADO DO EXERCÍCIO PARA O INVESTIDOR QUE MONTOU UMA TRAVA DE BAIXA. ....	46
GRÁFICO 6 – RESULTADO DO EXERCÍCIO PARA O INVESTIDOR QUE MONTOU UMA COMPRA DE <i>SPREAD</i> BORBOLETA.....	48
GRÁFICO 7 - RESULTADO DO EXERCÍCIO PARA O INVESTIDOR QUE MONTOU UMA VENDA DE <i>SPREAD</i> BORBOLETA.....	49
GRÁFICO 8 – RESULTADO DO EXERCÍCIO PARA O INVESTIDOR QUE MONTOU UMA COMPRA DE CONDOR.....	51
GRÁFICO 9 – HISTOGRAMA E CURVA DA PROBABILIDADE ACUMULADA PARA OS POSSÍVEIS VALORES DO ATIVO .....	63

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – TAXAS DE CORRETAGEM.....	24
TABELA 2 - TAXAS OPERACIONAIS .....	25
TABELA 3 – OPERAÇÕES COM OPÇÕES PARA O MODELO PROPOSTO.....	61
TABELA 4 – TAXA SELIC REFERENTE AO PERÍODO EM ESTUDO .....	66
TABELA 5 – ESTÁGIOS FORMADOS (DIAS ATÉ O VENCIMENTO) .....	67
TABELA 6 – ESCOLHA DO PARÂMETRO PARA CALCULAR OS VALORES POSSÍVEIS DO ATIVO NO FUTURO .....	72
TABELA 7 – PROBABILIDADE DE O ATIVO FICAR EM UMA DETERMINADA FAIXA DE PREÇO NO DIA DE VENCIMENTO DA OPÇÃO.....	73
TABELA 8 – RESULTADOS DA ESTRATÉGIA A1 PARA LOTE 100 .....	74
TABELA 9 - RESULTADOS DA ESTRATÉGIA A1 PARA LOTE 1000 .....	74
TABELA 10 - RESULTADOS DA ESTRATÉGIA A2 PARA LOTE 100 .....	75
TABELA 11 - RESULTADOS DA ESTRATÉGIA A2 PARA LOTE 1000 .....	75
TABELA 12 – RESULTADOS DA ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA LOTE 100 .....	76
TABELA 13 – RESULTADOS DA ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA LOTE 1000 .....	76
TABELA 14 - RESULTADOS DA ESTRATÉGIA C1 PARA LOTE 100.....	77
TABELA 15 – RESULTADOS DA ESTRATÉGIA C1 PARA LOTE 1000 .....	77
TABELA 16 – RESULTADOS DA ESTRATÉGIA C2 PARA LOTE 100 .....	77
TABELA 17 – RESULTADOS DA ESTRATÉGIA C2 PARA LOTE 1000 .....	78
TABELA 18 – VALORES REAIS DAS OPÇÕES PARA O MÊS DE JANEIRO/2009 .....	88
TABELA 19 - VALORES REAIS DAS OPÇÕES PARA O MÊS DE FEVEREIRO/2009 .....	88
TABELA 20 - VALORES REAIS DAS OPÇÕES PARA O MÊS DE MARÇO/2009 .....	89
TABELA 21 - VALORES REAIS DAS OPÇÕES PARA O MÊS DE ABRIL/2009 .....	89
TABELA 22 - VALORES REAIS DAS OPÇÕES PARA O MÊS DE MAIO/2009.....	89
TABELA 23 – ESTRATÉGIA A1 PARA JANEIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 100.....	90
TABELA 24 – ESTRATÉGIA A1 PARA FEVEREIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 100.....	90
TABELA 25 – ESTRATÉGIA A1 PARA MARÇO, LOTE OPERADO IGUAL A 100.....	90
TABELA 26 – ESTRATÉGIA A1 PARA ABRIL, LOTE OPERADO IGUAL A 100 .....	90
TABELA 27 – ESTRATÉGIA A1 PARA MAIO, LOTE OPERADO IGUAL A 100 .....	90
TABELA 28 – ESTRATÉGIA A1 PARA JANEIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000.....	91
TABELA 29 – ESTRATÉGIA A1 PARA FEVEREIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000.....	91
TABELA 30 – ESTRATÉGIA A1 PARA MARÇO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000.....	91
TABELA 31 – ESTRATÉGIA A1 PARA ABRIL, LOTE OPERADO IGUAL A 1000 .....	91
TABELA 32 – ESTRATÉGIA A1 PARA MAIO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000 .....	91
TABELA 33 – ESTRATÉGIA A2 PARA JANEIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 100.....	92
TABELA 34 – ESTRATÉGIA A2 PARA FEVEREIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 100.....	92
TABELA 35 - ESTRATÉGIA A2 PARA MARÇO, LOTE OPERADO IGUAL A 100.....	92
TABELA 36 - ESTRATÉGIA A2 PARA ABRIL, LOTE OPERADO IGUAL A 100.....	92
TABELA 37 – ESTRATÉGIA A2 PARA MAIO, LOTE OPERADO IGUAL A 100 .....	92

TABELA 38 - ESTRATÉGIA A2 PARA JANEIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000.....	93
TABELA 39 – ESTRATÉGIA A2 PARA FEVEREIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000.....	93
TABELA 40 – ESTRATÉGIA A2 PARA MARÇO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000.....	93
TABELA 41 – ESTRATÉGIA A2 PARA ABRIL, LOTE OPERADO IGUAL A 1000 .....	93
TABELA 42 – ESTRATÉGIA A2 PARA MAIO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000 .....	93
TABELA 43 – ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA JANEIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 100 .....	94
TABELA 44 – ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA FEVEREIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 100.....	94
TABELA 45 – ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA MARÇO, LOTE OPERADO IGUAL A 100 .....	94
TABELA 46 – ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA ABRIL, LOTE OPERADO IGUAL A 100 .....	95
TABELA 47 – ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA MAIO, LOTE OPERADO IGUAL A 100 .....	95
TABELA 48 – ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA JANEIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000.....	96
TABELA 49 – ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA FEVEREIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000.....	96
TABELA 50 – ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA MARÇO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000 .....	96
TABELA 51 – ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA ABRIL, LOTE OPERADO IGUAL A 1000 .....	97
TABELA 52 – ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA MAIO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000 .....	97
TABELA 53 – ESTRATÉGIA C1 PARA JANEIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 100.....	98
TABELA 54 – ESTRATÉGIA C1 PARA FEVEREIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 100 .....	98
TABELA 55 – ESTRATÉGIA C1 PARA MARÇO, LOTE OPERADO IGUAL A 100.....	98
TABELA 56 – ESTRATÉGIA C1 PARA ABRIL, LOTE OPERADO IGUAL A 100.....	98
TABELA 57 – ESTRATÉGIA C1 PARA MAIO, LOTE OPERADO IGUAL A 100 .....	98
TABELA 58 – ESTRATÉGIA C1 PARA JANEIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000.....	99
TABELA 59 – ESTRATÉGIA C1 PARA FEVEREIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000 .....	99
TABELA 60 – ESTRATÉGIA C1 PARA MARÇO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000.....	99
TABELA 61 – ESTRATÉGIA C1 PARA ABRIL, LOTE OPERADO IGUAL A 1000.....	99
TABELA 62 – ESTRATÉGIA C1 PARA MAIO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000 .....	99
TABELA 63 – ESTRATÉGIA C2 PARA JANEIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 100.....	100
TABELA 64 – ESTRATÉGIA C2 PARA FEVEREIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 100 .....	100
TABELA 65 – ESTRATÉGIA C2 PARA MARÇO, LOTE OPERADO IGUAL A 100.....	100
TABELA 66 – ESTRATÉGIA C2 PARA ABRIL, LOTE OPERADO IGUAL A 100.....	100
TABELA 67 – ESTRATÉGIA C2 PARA MAIO, LOTE OPERADO IGUAL A 100 .....	100
TABELA 68 – ESTRATÉGIA C2 PARA JANEIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000.....	101
TABELA 69 – ESTRATÉGIA C2 PARA FEVEREIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000 .....	101
TABELA 70 – ESTRATÉGIA C2 PARA MARÇO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000.....	101
TABELA 71 – ESTRATÉGIA C2 PARA ABRIL, LOTE OPERADO IGUAL A 1000.....	101
TABELA 72 – ESTRATÉGIA C2 PARA MAIO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000 .....	101

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - SÉRIES DE OPÇÕES DA BOVESPA COM SEUS RESPECTIVOS VENCIMENTOS..	33
QUADRO 2 - PARÂMETROS QUE DEFINEM O PREÇO DA OPÇÃO .....	34
QUADRO 3 - DETERMINANTES DOS VALORES PARA OPÇÕES DE COMPRA .....	36
QUADRO 4 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DA OPERAÇÃO DE VENDA DE UMA OPÇÃO DE COMPRA.....	41
QUADRO 5 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DA TRAVA DE ALTA.....	43
QUADRO 6 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DA TRAVA DE BAIXA.....	45
QUADRO 7 – PERÍODO ANALISADO E SUAS RESPECTIVAS DATAS PARA TOMADA DE DECISÃO E VENCIMENTO DA OPÇÃO.....	63
QUADRO 8 – ESTRATÉGIAS DO MÉTODO .....	64

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

*ATM – At the Money*

BOVESPA – Bolsa de Valores de São Paulo.

BACEN – Banco Central do Brasil.

C = Prêmio da opção.

CBLC - Companhia Brasileira de Liquidação e Custódia.

CBOE - *Chicago Board Options Exchange*

CMN – Conselho Monetário Nacional

CVM - Comissão de Valores Mobiliários.

F = Preço Futuro da Ação

*ITM – In The Money*

*OTM – Out of The Money*

PD – Programação Dinâmica.

PDP – Programação Dinâmica Probabilística.

$r$  ou  $\mu$  = Taxa de juros livre de risco

S = Preço atual da ação ou *spot*.

SELIC = Sistema Especial de Liquidação e Custódia

SFN – Sistema Financeiro Nacional.

VE – Valor Extrínseco.

VI – Valor Intrínseco.

T – Data de exercício ou tempo para o vencimento.

TD – Tomada de decisão

X – Preço de exercício da opção.

$\sigma$  = Volatilidade.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
1.1	OBJETIVOS .....	19
1.1.1	<i>Objetivo Geral .....</i>	<i>19</i>
1.1.2	<i>Objetivos Específicos .....</i>	<i>19</i>
1.2	IMPORTÂNCIA.....	19
1.3	JUSTIFICATIVA.....	19
1.4	ESTRUTURA .....	20
<b>2</b>	<b>MERCADO FINANCEIRO .....</b>	<b>21</b>
2.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	21
2.2	SISTEMA FINANCEIRO NACIONAL.....	21
2.2.1	<i>Conselho Monetário Nacional .....</i>	<i>21</i>
2.2.2	<i>Bolsas de Valores .....</i>	<i>22</i>
2.2.3	<i>Sociedades Corretoras.....</i>	<i>23</i>
2.2.4	<i>Mercado de Opções no SFN.....</i>	<i>25</i>
2.3	VALORES MOBILIÁRIOS: AÇÕES .....	26
2.3.1	<i>Definição .....</i>	<i>26</i>
2.4	CLASSIFICAÇÃO .....	26
2.4.1	<i>Dividendos .....</i>	<i>27</i>
2.4.2	<i>Compra e Venda .....</i>	<i>27</i>
2.4.3	<i>Formação de preço .....</i>	<i>27</i>
2.4.4	<i>Probabilidade do preço de uma ação no futuro.....</i>	<i>27</i>
<b>3</b>	<b>OPÇÕES .....</b>	<b>30</b>
3.1	HISTÓRICO .....	30
3.2	DEFINIÇÕES .....	30
3.2.1	<i>Titular e Lançador. ....</i>	<i>31</i>
3.2.2	<i>Prêmio (C).....</i>	<i>31</i>
3.2.3	<i>Preço de exercício (X).....</i>	<i>31</i>
3.2.4	<i>Data de Exercício (T) .....</i>	<i>32</i>
3.2.5	<i>Código da opção .....</i>	<i>32</i>
3.2.6	<i>Componentes do preço da ação .....</i>	<i>34</i>
3.3	PRECIFICAÇÃO DE OPÇÕES .....	34
3.3.1	<i>Modelo de Black-Sholes.....</i>	<i>36</i>
3.4	OPERAÇÕES COM OPÇÕES .....	38
3.4.1	<i>Comprar uma opção de compra (Long Call) .....</i>	<i>39</i>
3.4.2	<i>Vender uma opção de compra (Short Call) .....</i>	<i>39</i>
3.4.3	<i>Venda coberta de uma opção de compra .....</i>	<i>40</i>
3.4.4	<i>Spreads.....</i>	<i>42</i>
<b>4</b>	<b>PROGRAMAÇÃO DINÂMICA.....</b>	<b>53</b>
4.1	INTRODUÇÃO .....	53
4.2	DEFINIÇÃO .....	53
4.3	CARACTERÍSTICAS .....	54
4.3.1	<i>Estágios .....</i>	<i>54</i>
4.3.2	<i>Estados .....</i>	<i>54</i>



4.3.3	<i>Política</i>	55
4.3.4	<i>Princípio de Bellman</i>	55
4.3.5	<i>Implementação da PD</i>	55
4.3.6	<i>Exemplo prático de aplicação da PD</i>	56
4.4	PROGRAMAÇÃO DINÂMICA PROBABILÍSTICA	57
4.4.1	<i>Aplicações</i>	59
<b>5</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>60</b>
5.1	DADOS DE ENTRADA	60
5.2	CRITÉRIOS DO MODELO	61
5.3	MODELO	64
5.3.1	<i>Probabilidade do ativo</i>	64
5.3.2	<i>Valor do prêmio da opção</i>	66
5.3.3	<i>Programação Dinâmica Probabilística – Estágios e Estados</i>	67
5.3.4	<i>Valor da operação</i>	68
5.3.5	<i>Fluxograma do método</i>	70
<b>6</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>72</b>
6.1	PROBABILIDADE DO ATIVO	72
6.2	ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS	74
6.2.1	<i>Estratégia A1</i>	74
6.2.2	<i>Estratégia A2</i>	75
6.2.3	<i>Estratégia B1 e B2</i>	75
6.2.4	<i>Estratégia C1</i>	76
6.2.5	<i>Estratégia C2</i>	77
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>79</b>
	REFERÊNCIAS	81
	APÊNDICES	84

## 1 INTRODUÇÃO

O Mercado de Opções é o mercado onde são negociados direitos de compra e venda de um lote de ações, com preço e prazos de exercício preestabelecidos.

Por esses direitos, o titular de uma opção de compra ou venda paga um prêmio, podendo exercê-los até a data de vencimento ou revendê-los no mercado.

Vários fatores influenciam o preço ou prêmio das opções, tais como: preço do ativo objeto, preço de exercício da opção, tempo para o exercício, taxa de juros, inflação, dividendos e volatilidade.

Estratégias para operar com opções foram e são desenvolvidas na expectativa de uma alta ou baixa do mercado, como a Trava de Alta, Trava de Baixa, Condor e Borboleta. Estas operações com opções determinam uma faixa de preços em que a operação é vencedora. Fora dessa faixa, a operação perde o seu valor.

O foco deste trabalho é o estudo das opções de compra de uma empresa caracterizada como primeira linha (pois as suas ações e conseqüentemente as opções vinculadas e ela, possuem maior liquidez no mercado financeiro), analisando dentre operações escolhidas, a melhor a ser realizada no dia de decisão.

O investidor que atua no mercado de opções, ao escolher um tipo de operação terá que, em algum momento, destravar a operação. Normalmente a variação do prêmio de uma opção é muito grande e o problema consiste em determinar o melhor momento para destravar esta operação realizada e otimizar o lucro ou até mesmo, minimizar o prejuízo.

A Programação Dinâmica Probabilística será usada para tentar encontrar a melhor estratégia, na montagem de possíveis operações com opções, observando o prazo de vencimento destas.

Em síntese, neste trabalho, após a revisão bibliográfica, será implementado um programa computacional utilizando as teorias do Mercado de Opções e da Programação Dinâmica Probabilística, e será feita a coleta de dados para análise dos mesmos, onde será calculada a volatilidade histórica e a probabilidade de o ativo atingir certo valor no futuro (neste estudo, no dia do vencimento da opção de compra), precificar as opções negociadas nas operações montadas, e em seguida,

aplicar um método que procura obter indicações para as melhores negociações no dia de tomada de decisão.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Analisar operações com opções de compra de ação e desenvolver um método que utiliza a teoria da Programação Dinâmica Probabilística, que através dele, o investidor poderá se posicionar em uma destas operações.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Calcular a volatilidade histórica e a probabilidade de o ativo atingir certo preço no futuro, com base em dados anteriores ao dia de tomada de decisão.

Precificar a opção de compra no dia de tomada de decisão.

Verificar, com o passar dos dias até o prazo de vencimento da opção, se a operação escolhida continua sendo a melhor, ou se o investidor deve mudar para outra.

## 1.2 IMPORTÂNCIA

Desenvolver um método que auxilia o investidor na escolha de uma operação a ser realizada, no dia de decisão, com uma aproximação do valor a ser investido e/ou recebido, é de grande importância, pois dessa forma, avaliam-se todas as operações selecionadas neste trabalho, analisando os dados históricos da opção e da ação subjacente a serem negociadas, buscando aquela que posiciona o investidor em uma estratégia que propõe a ser o melhor investimento com opções naquele momento.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

O Mercado de Opções foi escolhido como foco deste trabalho, primeiramente por ser um mercado atrativo, que recentemente está chamando a atenção de muitos investidores, devido ao fato de que o valor de uma opção é relativamente muito baixo comparado ao preço do seu ativo subjacente. Outra característica é que uma variação pequena no preço do ativo promove uma variação

muito grande no preço do seu derivativo, neste caso, as opções, ou seja, pode-se ter um lucro alto ou também estar correndo um grande risco. Para delimitar o risco e o lucro do investidor, existem as operações denominadas “*Spreads*” ou “Travas”, onde se buscará analisar qual a melhor operação no dia de tomada de decisão para reduzir o risco e garantir que o investidor permaneça na faixa de lucro, de acordo com a operação utilizada.

#### 1.4 ESTRUTURA

O presente trabalho está distribuído em oito capítulos, onde o primeiro se refere a esta introdução, ressaltando os objetivos deste estudo. O capítulo 2 aborda de uma maneira geral, o Mercado de Opções dentro do Sistema Financeiro Nacional e conceitos referentes às ações negociadas na BOVESPA. O Mercado de Opções, suas principais definições, modelos de precificação e estratégias praticadas no mercado são estudados no capítulo 3. O capítulo 4 mostra os conceitos fundamentais da Programação Dinâmica Probabilística. O método utilizado para a modelagem matemática, os critérios utilizados e a descrição do modelo escolhido são apresentados no capítulo 5. O capítulo 6 apresenta os resultados obtidos na implementação do modelo, analisando o que aconteceria na prática, se realizasse o que foi sugerido, com os reais valores do mercado. As conclusões e as sugestões para trabalhos futuros são apresentadas no capítulo 7.

## **2 MERCADO FINANCEIRO**

### **2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Neste capítulo descrevem-se os conceitos gerais que envolvem o Mercado Financeiro para desta forma, situar onde está inserido o Mercado de Opções, que é o foco deste trabalho, e que terá um detalhamento mais abrangente no próximo capítulo.

O Mercado Financeiro é o conjunto de instituições que se dedicam, de alguma forma, ao trabalho de propiciar condições satisfatórias para a manutenção de um fluxo de recursos entre poupadores e investidores (FORTUNA, 2005).

Segundo FORTUNA, estas instituições podem ser caracterizadas em dois grandes grupos: os Intermediários Financeiros e as Instituições Auxiliares. A diferença entre estes grupos é que o primeiro emite os seus próprios passivos, ou seja, captam poupança diretamente do público através de iniciativa própria e por sua responsabilidade e, posteriormente, aplicam esses recursos junto às empresas, através de empréstimos e financiamentos. Já o segundo grupo, propõe-se a colocar em contato, poupadores com investidores, facilitando o acesso destes àqueles. Inserido neste último grupo estão as Bolsas de Valores, cuja finalidade consiste em propiciar liquidez aos títulos emitidos pelas empresas através de institucionalização do mercado secundário para esses ativos.

### **2.2 SISTEMA FINANCEIRO NACIONAL**

#### **2.2.1 Conselho Monetário Nacional**

O Conselho Monetário Nacional – CMN tem caráter normativo e fixa diretrizes para as políticas monetárias, creditícia e cambial no País. É o organismo maior do Sistema Financeiro Nacional - SFN. Ligados ao CMN, temos o Banco Central do Brasil – BACEN e a Comissão de Valores Mobiliários – CVM. O BACEN atua no CMN como seu órgão executivo central no SFN, tendo como responsabilidade cumprir e fazer cumprir as disposições que regulam o funcionamento do sistema e as normas expedidas pelo CMN. Por outro lado a CVM,

responde pela regulamentação e fomento do mercado de valores mobiliários (BOVESPA<sup>2</sup>) e caracteriza-se pelo fortalecimento do mercado de ações, pois dentre vários fatores, estimula a aplicação de poupança no mercado acionário e garante o funcionamento eficiente e regular das bolsas de valores. (FORTUNA, 2005)

### 2.2.2 Bolsas de Valores

As bolsas de valores são locais que oferecem condições e sistemas necessários para realização de negociação de compra e venda de títulos e valores mobiliários de forma transparente. As bolsas propiciam liquidez (quando um título pode ser comprado e vendido em questão de segundos, a um preço justo de mercado, determinado pelo exercício natural das leis de oferta e demanda) às aplicações de curto e longo prazo, por intermédio de um mercado contínuo, representado por seus pregões diários e, além disso, preserva padrões éticos de negociação e divulga as operações executadas com rapidez, amplitude e detalhes. (BOVESPA<sup>2</sup>).

A Bolsa de Valores de São Paulo – BOVESPA oferece os mais variados mecanismos de negociação de títulos e valores mobiliários de empresas criteriosamente selecionadas e um sofisticado sistema de teleprocessamento para difusão das informações, chamado *MEGABOLSA*.

Na BOVESPA pode-se atuar no mercado de Bolsa ou no de Balcão Organizado. Os valores mobiliários passíveis de negociação no mercado de Bolsa são diversos e dentre eles encontram-se as ações. As formas de negociação destes valores mobiliários são: Mercado à vista, Mercado a termo, Mercado futuro de ações e o Mercado de opções.

A liquidação e compensação das operações realizadas no mercado à vista, a termo e de opções são feitas pela Companhia Brasileira de Liquidação e Custódia – CBLC que, além disso, controla o risco das operações realizadas nos diversos mercados disponíveis na BOVESPA.

Segundo BOVESPA<sup>2</sup>, a liquidação de operações na CBLC é completada em três dias, formando-se um ciclo, onde a entrega dos títulos é realizada em D+2 (dois dias úteis após a compra) e o pagamento é feito em D+3 (três dias úteis após a venda).

### 2.2.3 Sociedades Corretoras

As sociedades corretoras são instituições financeiras credenciadas pelo BACEN, CVM e pelas Bolsas, ficando habilitadas para realizar negociações de valores mobiliários em pregão (BOVESPA<sup>2</sup>). São intermediárias entre compradores e vendedores de valores mobiliários e cobram uma taxa para a execução deste serviço (GITMAN, 2005).

Para realizar as operações o investidor paga à Corretora uma taxa, denominada corretagem, referente à prestação de serviço ao executar a sua ordem de compra ou venda de ações ou de opções na bolsa de valores.

Estas taxas podem ser fixadas pela corretora para cada ordem (quando realizada pelo *Home Broker*) ou através de uma tabela de corretagem onde a taxa varia dependendo do volume negociado (quando realizada através da Mesa de Operações).

O *Home Broker* é o instrumento que permite a negociação automática de ações via internet e está interligado ao sistema de negociação da BOVESPA, o *MEGABOLSA*, permitindo que o investidor envie suas ordens de compra ou venda de ações utilizando o site de sua corretora (BOVESPA<sup>4</sup>).

A Mesa de Operações funciona em uma corretora, quando o investidor não tem acesso ao *Home Broker* ou prefere usar este meio para realizar suas operações de compra e venda.

As ordens realizadas na Mesa de Operações seguem a tabela de taxas sugerida pela BOVESPA, já as ordens negociadas através do *Home Broker* têm uma taxa fixada pela corretora para cada ordem executada, e esta taxa pode variar de corretora para corretora.

As taxas de corretagem estão especificadas na Tabela 1, mostrando os valores aplicados nas operações quando forem realizadas através do *Home Broker* ou pela Mesa de Operações.

TABELA 1 – TAXAS DE CORRETAGEM

HOME BROKER		
Taxa de corretagem pré-fixada + 2% sobre a taxa (ISS – Imposto sobre serviços)		
MESA DE OPERAÇÕES		
Valor da Operação	Percentual	Adicional
R\$ 135,07	-	R\$ 2,70
R\$ 135,08 até R\$ 498,62	2,00%	R\$ 0,00
R\$ 498,63 até R\$ 1514,69	1,50%	R\$ 2,49
R\$ 1.514,70 até R\$ 3.029,38	1,00%	R\$ 10,06
R\$ 3.029,39 em diante	0,50%	R\$ 25,21

FONTE: Adaptado de BOVESPA (2009)

A BOVESPA aplica uma taxa operacional denominada emolumento, que incide sobre o valor da operação realizada, seja de compra ou de venda. Esta taxa sofre uma alteração para operação do tipo *day-trade* ou seja, operações onde a compra e a venda do valor mobiliário são realizadas no mesmo pregão.

A CBLC possui a taxa operacional de liquidação da operação e especificamente no Mercado de Opções, possui também a taxa operacional de registro, que também sofre alterações se as operações forem do tipo day-trade. (BOVESPA<sup>4</sup>).

A Tabela 2 informa os percentuais sobre o valor da operação das Taxas Operacionais, e não há diferença entre operações realizadas no Home Broker ou na Mesa de Operações.



TABELA 2 - TAXAS OPERACIONAIS

	BOVESPA	CBLC		
	Emolumentos	Liquidação	Registro	Totais
<b>Compra e Venda</b>	0,057%	0,008%	0,07%	0,135%
<b>Day-Trade</b>	0,025%	0,006%	0,014%	0,045%

FONTE: Adaptado de BOVESPA (2009)

#### 2.2.4 Mercado de Opções no SFN

De acordo com esta leitura, podemos visualizar na Figura 1 onde está inserido o Mercado de Opções de uma forma bem generalizada, dentro do SFN.

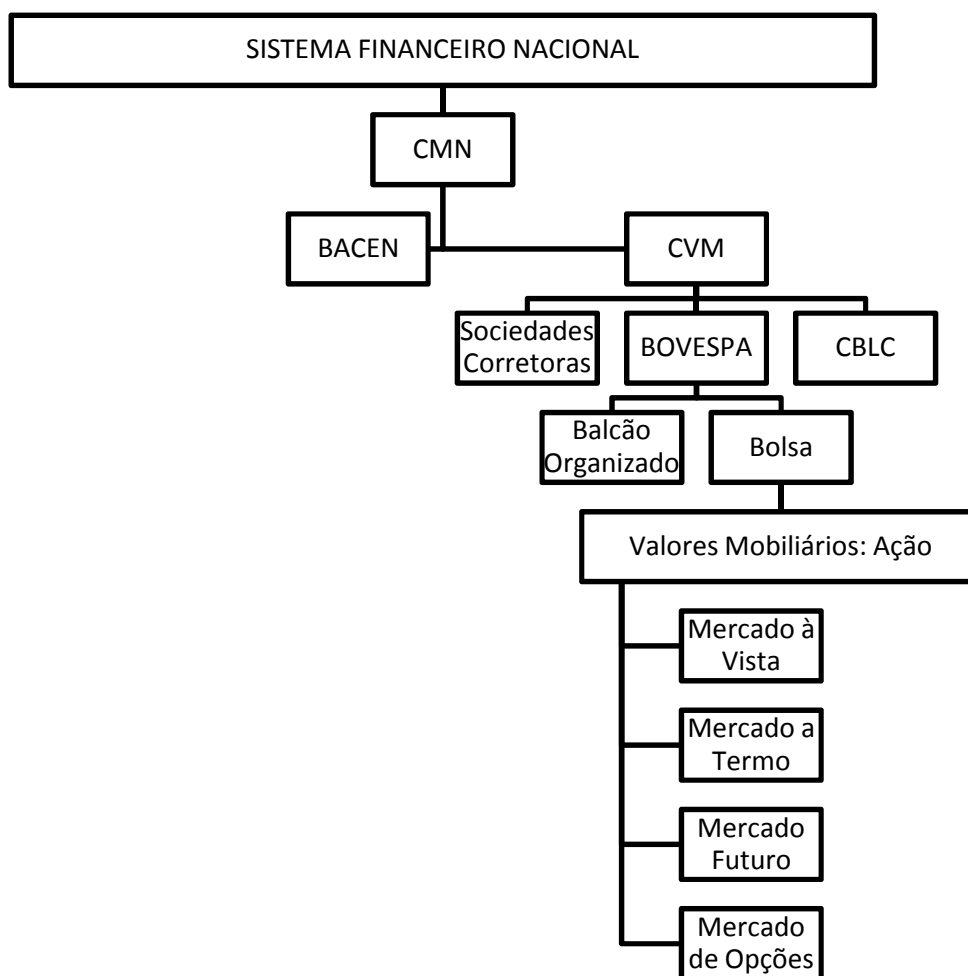


FIGURA 1 – VISUALIZAÇÃO DO MERCADO DE OPÇÕES NO SFN

FONTE: A autora (2009)

## 2.3 VALORES MOBILIÁRIOS: AÇÕES

### 2.3.1 Definição

A ação é um título de renda variável que representa a menor fração do capital da empresa emitente. Quando um investidor compra uma ação, torna-se coproprietário desta empresa, participando de seus resultados (BOVESPA<sup>2</sup>).

## 2.4 CLASSIFICAÇÃO

Segundo BOVESPA, as ações podem ser classificadas:

A) Pelo tipo:

**Ordinária** – o acionista possui direito de voto nas assembleias gerais.

**Preferenciais** – confere ao acionista a prioridade no recebimento de dividendos (FORTUNA, 2005).

B) Pela forma:

**Nominativas** – possuem certificado que identificam o nome de seu proprietário, registrado no livro de registro de ações nominativas da empresa.

**Escriturais** – é uma ação nominativa, porém sem a emissão de certificado, e é mantida na conta de seu titular, não havendo movimentação física de documentos.

C) Pela Liquidez:

**Primeira linha** - ou também chamada de *Blue Chips*, que possuem grande liquidez e grande procura no mercado de ações por parte dos investidores, normalmente são de empresas de grande porte, tradicionais e com excelente reputação.

**Segunda linha** – possuem um pouco menos de liquidez, as empresas são de boa qualidade e em geral são de médio porte.

**Terceira linha** – com pouca liquidez, em geral de empresas de médio e pequeno porte, mas não necessariamente de menor qualidade (BOVESPA<sup>5</sup>).

#### 2.4.1 Dividendos

Dentre outros direitos e proventos de uma ação, destacamos a distribuição de parte dos lucros da empresa aos seus acionistas, em moeda, que é denominada dividendos. Por lei, deve ser de no mínimo 25% do lucro líquido (FORTUNA, 2005).

Segundo BOVESPA, as empresas podem optar pelo pagamento de juros sobre o capital próprio ao invés de distribuir dividendos, seguindo condições estabelecidas dentro de uma regulamentação específica.

#### 2.4.2 Compra e Venda

No mercado à vista, pode-se negociar no mercado de lote-padrão ou no mercado fracionário, onde o primeiro a quantidade de compra ou venda envolve um lote ou seus múltiplos (cada lote é formado por 100 ações) e o segundo caso a quantidade de compra ou venda é inferior ao lote padrão. (BOVESPA<sup>6</sup>).

#### 2.4.3 Formação de preço

O preço de uma ação é formado em pregão, através da dinâmica de oferta e demanda de cada ação, ou seja, através das ordens de compra e venda que são enviadas pelos investidores. Esta dinâmica está diretamente relacionada ao comportamento histórico dos preços e às perspectivas da empresa emissora, onde, neste caso, avaliam-se a política de dividendos, a previsão de expansão de seu mercado e dos seus lucros, a influência política e econômica sobre as atividades da empresa, dentre outros fatores (BOVESPA<sup>7</sup>).

#### 2.4.4 Probabilidade do preço de uma ação no futuro

Segundo PFÜTZENREUTER, para estimar o preço de uma ação no futuro, usa-se a seguinte fórmula:

$$F = S \cdot e^{t \cdot (\mu - \frac{\sigma^2}{2})} \quad (1)$$

Onde,

F = preço futuro

S = preço atual da ação

t = horizonte de tempo, em anos

$\mu$  = taxa-base de juros da economia em % ao ano.

$\sigma$  = volatilidade em % ao ano.

A volatilidade refere-se ao retorno do investimento (aos dividendos e lucros pagos) e presume-se que estes retornos estão distribuídos segundo uma curva normal (Distribuição Normal de Probabilidade). Nesta curva, os retornos giram em torno de uma média. Os retornos proporcionados por um ativo são mais bem modelados por uma distribuição normal.

PFÜTZENREUTER afirma que *“a distribuição normal é um modelo muito bom, pois admite por si só que o futuro é aleatório, dentro de certos parâmetros. Ela concorda com a teoria do random walk: que os investimentos são completamente imprevisíveis, como um bêbado andando na rua, ou o movimento browniano de partículas”*.

Para o cálculo da distribuição normal, são necessários dois parâmetros: a média e o desvio padrão (volatilidade).

Se uma ação que hoje vale \$100, com volatilidade de 30% ao ano e taxa base de juros de 12%, o seu provável valor para daqui um ano será de \$107,79. A volatilidade tira uma parte do rendimento futuro, pois ao invés de render 12%, esta ação valorizou apenas 7,79%. Este é o preço médio, e não o exato, pois é apenas uma estimativa. O preço futuro tem 50% de chance de ficar acima e 50% de ficar abaixo deste valor. Os preços médios futuros sempre tendem para cima, salvo em situações onde a volatilidade esteja muito alta (momentos de crise econômica, por exemplo). A Bolsa tem de subir no mínimo 12% ao ano só para empatar com a renda fixa (PFÜTZENREUTER, 2008).

Segundo PFÜTZENREUTER a probabilidade de uma ação ficar abaixo de certo patamar é:

$$p = N\left(\frac{\ln(F/S) - (\mu - \sigma^2/2).t}{\sigma\sqrt{t}}\right) \quad (2)$$

$$p' = 1 - p$$

Onde,

p = probabilidade de o preço futuro ficar abaixo de F.

p' = probabilidade de o preço futuro ficar acima de F.

F = preço futuro da ação.

S = preço atual da ação.

$\mu$  = taxa-base de juros da economia.

$\sigma$  = volatilidade anual.

$t$  = tempo futuro, em anos, para o qual estamos estimando  $F$ .

$\ln(x)$  = logaritmo natural ou neperiano.

$N(x)$  = distribuição normal cumulativa, que tem a seguinte fórmula:

$$N(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-u^2/2} du \quad (3)$$

Qual a chance de uma ação que hoje vale \$100,00, com volatilidade de 30% ao ano e taxa de juros de 12%, ter preço acima de \$150,00 daqui um ano?

$$p = N\left(\frac{\ln(150/100) - (0,12 - 0,30^2/2) \cdot 1}{0,30\sqrt{1}}\right)$$

$$p = N(1,10155036) = 0,864$$

A chance de o preço ficar abaixo de \$150,00 é de 86,4%, então a chance do preço ficar acima deste valor é

$$p' = 1 - 0,864 = 0,136$$

Ou seja, 13,6%.

Para o cálculo da probabilidade de uma ação cair dentro de uma faixa de preço, por exemplo,  $F_1$  e  $F_2$ , calculam-se a probabilidade do preço ficar abaixo de  $F_1$ , a probabilidade de o preço ficar abaixo de  $F_2$  e enfim, a diferença entre as probabilidades encontradas em  $F_1$  e  $F_2$ , é a probabilidade da ação ficar entre estes valores.

### 3 OPÇÕES

#### 3.1 HISTÓRICO

A primeira documentação sobre o uso de opções ocorreu na Holanda, em 1634, com a venda de tulipas a futuro, onde, para limitar o risco e assegurar uma margem de lucro, muitos mercadores compravam opções dos plantadores. Estas opções asseguravam um direito, mas não uma obrigação, de comprar tulipas a um preço predeterminado, até o término de um período de tempo. Dessa forma, era fixado um preço máximo de pagamento pelas tulipas, sendo que, se as tulipas passassem a custar mais que o preço máximo, os mercadores iriam exigir dos plantadores que as mesmas fossem vendidas pelo preço predeterminado, garantindo uma margem de lucro. Caso contrário, a opção perderia o seu valor, o mercador ainda poderia ter lucro, comprando tulipas por um preço baixo, e revendendo-as posteriormente (BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS, 2007).

A negociação padronizada em uma bolsa nacional teve início na *Chicago Board Options Exchange* - CBOE, em 1973. Os volumes de negociação subiram fortemente e este mercado difundiu-se pelo mundo, sendo hoje negociado em várias bolsas (BODIE, 2002).

#### 3.2 DEFINIÇÕES

Uma opção é um derivativo, ou seja, o seu valor e suas características na negociação estão vinculados ao ativo adjacente, que no nosso caso em estudo, será a ação, mas os seus conceitos se estendem a outros valores mobiliários (HISSA, 2007).

A opção é um tipo de contrato futuro, que fixa um acordo, e não uma obrigação, para comprar ou vender um ativo (ação) em determinada data no futuro a um preço previamente estabelecido. (HULL, 2005).

Segundo CBOE, temos dois tipos de opções: opções de compra (*calls*) e opções de venda (*puts*).

Uma opção de compra / venda dá ao seu titular o direito de comprar / vender um ativo por certo preço em uma determinada data (HULL, 2005). Segundo PFÜTZENREUTER, no Brasil, as opções de venda são pouco negociadas, devido à

sua baixa liquidez e as opções de compra mais negociadas estão concentradas em três *blue chips* que são responsáveis pelo maior número de negócios na BOVESPA: Petrobrás (PETR4), Vale do Rio Doce (VALE5) e Telemar Participações (TLNP4). Devido a isso, o trabalho estará voltado apenas às opções de compra, e ao mencionar qualquer operação envolvendo opções, fica implícito que estamos referindo a opções de compra.

### 3.2.1 Titular e Lançador.

Existem nomes específicos para quem opera com opções. Quando um investidor compra uma opção, recebe o nome de titular da opção, e tem o direito de exercer a sua opção se lhe for conveniente. Quando um investidor vende uma opção, recebe o nome de lançador e ele assume uma posição de que se for exercido pelo titular da opção, terá a obrigação de vender a ação pelo preço de exercício pré-determinado (BOVESPA<sup>1</sup>, 2007).

### 3.2.2 Prêmio (C)

Quando se compra uma opção, o preço que se paga por ela é chamado de prêmio. Se esta opção não for exercida, o custo da operação para o titular será o prêmio pago pela opção. Para o lançador, se a opção não for exercida, este receberá o prêmio da opção (CBOE).

### 3.2.3 Preço de exercício (X)

O preço de exercício (*strike price*) é o valor pelo qual o titular pode exercer o seu direito.

Uma observação importante é que os preços de exercício podem sofrer alterações nos seus valores, quando uma empresa paga aos seus acionistas dividendos, não alterando o código da opção, mas o valor quando a mesma for exercida (HISSA, 2007). Dessa forma os *strikes* de todas as opções negociadas sofrem reduções no mesmo montante e pode-se dizer que as opções da BOVESPA são protegidas de dividendos e esta proteção evita uma oscilação brusca da opção nestas ocasiões (PFÜTZENREUTER, 2008).

O preço de exercício serve para avaliar a posição da opção em relação ao preço da ação:

- ***In the Money – ITM*** (dentro do dinheiro), preço da ação é superior ao preço de exercício.
- ***At the Money- ATM*** (no dinheiro), preço da ação é igual ou próximo ao preço de exercício.
- ***Out of the Money – OTM*** (fora do dinheiro), preço da ação é inferior ao preço de exercício (HISSA, 2007).

Uma opção ITM sempre será exercida na data de vencimento se não tiver sido exercida anteriormente (HULL, 2005).

#### 3.2.4 Data de Exercício (T)

É a data limite para o exercício da opção, após esta data, a opção deixa de existir, e o seu titular perde o seu direito.

No Brasil, a data de exercício da opção ocorre sempre na terceira segunda-feira do mês, e caso seja feriado, no primeiro dia útil a seguir.

Temos dois tipos de opções:

- **Americanas:** podem ser exercidas a qualquer momento até a data de exercício;
- **Européias:** só podem ser exercidas na data de exercício.

As opções negociadas no Brasil são as do tipo americanas, e na prática, se comportam como as européias, pois não vale à pena exercer uma opção antes da data de exercício. Dessa forma, PFÜTZENREUTER afirma que as opções americanas podem ser avaliadas como se fossem européias.

As opções mais líquidas são as ATM ou quase ATM e a liquidez das opções de modo geral aumenta quando se chega perto da data de exercício (PFÜTZENREUTER, 2008).

#### 3.2.5 Código da opção

Na BOVESPA, toda opção possui um código de negociação. Este código é formado por quatro letras que representam a empresa ao qual a opção se refere seguido por uma letra do alfabeto que indica o mês de vencimento da opção e logo após, um número, que é o preço de exercício da opção. Segundo PFÜTZENREUTER, o código é representado da seguinte forma:



$$AAAA + M + KK$$

Onde,

*AAAA* = prefixo da ação subjacente

*M* = letra que identifica a série conforme o Quadro 1.

*KK* = número de dois dígitos que identifica o valor garantido (strike).

Vencimento	Opção de Compra
Janeiro	A
Fevereiro	B
Março	C
Abril	D
Maio	E
Junho	F
Julho	G
Agosto	H
Setembro	I
Outubro	J
Novembro	K
Dezembro	L

QUADRO 1 - SÉRIES DE OPÇÕES DA BOVESPA COM SEUS RESPECTIVOS VENCIMENTOS

FONTE: HISSA (2007)

O conjunto de opções com preço de exercício variado, porém com a mesma data de vencimento, forma uma série de opções. Esta identificação da série é funcional, pois na BOVESPA não existem opções com prazo de vencimento maior que 11 meses (PFÜTZENREUTER, 2008).

Por exemplo, o código *PETRG40* significa negociar a opção da empresa Petrobras (PETR), que tem data de vencimento em Julho (G) com preço de exercício R\$40,00 (40), quando não há pagamento de dividendos ou juros sobre capital da empresa, do contrário, o preço de exercício necessita ser consultado, pois não indica necessariamente que valerá o que está indicado na série. (HISSA, 2007).

A identificação das séries autorizadas e seus respectivos preços de exercício são divulgados diariamente pela BOVESPA (BOVESPA<sup>1</sup>).

### 3.2.6 Componentes do preço da ação

O Valor Intrínseco (VI) de uma opção é a sua porção *in-the-money* do seu prêmio (HISSA, 2007).

Seja S o preço de uma ação e X o preço de exercício de uma opção, então

$$VI = \max(S - X, 0)$$

Uma opção ITM deve valer no mínimo o seu valor intrínseco, pois o titular pode obter lucro igual ao valor intrínseco se exercê-la imediatamente. Na maioria das vezes, para o titular de uma opção ITM, o melhor é esperar até a data de vencimento do que exercer a opção imediatamente (HULL, 2005).

Na data do vencimento, a opção não tem o valor do tempo, que é denominado Valor Extrínseco (VE) e está além do VI. (HISSA, 2007). O VE é a diferença entre o prêmio da opção e o seu VI, ou seja:

$$VE = \max(C - VI, 0)$$

## 3.3 PRECIFICAÇÃO DE OPÇÕES

O prêmio de uma opção é definido por vários parâmetros que podemos resumir no Quadro 2:

Parâmetro	Descrição
Spot (S)	Preço atual do ativo subjacente à opção.
Strike (X)	Preço do ativo subjacente que a opção garante a seu detentor.
Data de vencimento (T)	Data-limite para o exercício da opção.
Estilo	Define em que datas ou faixas de tempo a opção pode ser exercida.
Direito garantido	Opção de compra / venda.
Taxa-base de juros	Taxa SELIC (Sistema Especial de Liquidação e Custódia) - no Brasil.
Volatilidade	Oscilação dos rendimentos pagos pela ação subjacente.

QUADRO 2 - PARÂMETROS QUE DEFINEM O PREÇO DA OPÇÃO

FONTE: PFÜTZENREUTER (2008)

Segundo HULL, seis fatores influenciam o preço de uma opção, sendo que a análise é feita enquanto acontece a mudança em um fator e os demais permanecem constantes.

- Preço da ação (S) e preço de exercício (X).

No momento que uma opção é exercida, o valor a ser recebido é a diferença  $S - X$ . Dessa forma, à medida que o preço da ação aumenta, seu prêmio fica valorizado, e se o preço de exercício aumenta, o prêmio sofre uma desvalorização (HULL, 2007).

- Prazo até a data de vencimento (T).

O titular de uma opção que possui um prazo maior de vencimento terá mais oportunidades de negociação do que outro titular com uma opção de tempo de vencimento mais curto. Portanto, quanto maior o prazo até o vencimento, maior o valor do seu prêmio (HULL, 2007).

- Taxa de juro livre de risco (r).

Segundo HISSA, as taxas de juros têm pouco efeito sobre o preço das opções e atualmente, com as pequenas variações, esta influência será pequena, mas se a taxa aumenta o prêmio da opção também aumenta, pois os juros de mercado estão incluídos nos prêmios das opções.

- Dividendos.

Teoricamente, o pagamento de dividendos não influenciam o preço das opções, pois o mesmo valor que é distribuído de dividendos é subtraído do preço de exercício das opções. Mas na prática, muitas vezes isso leva à valorização das opções, quando a ação tende a recuperar o preço subtraído pela distribuição de dividendos (HISSA, 2007)

- Volatilidade ( $\sigma$ ).

A volatilidade mede a incerteza do mercado referente aos movimentos de preço futuros de uma ação. Se a volatilidade aumentar, o prêmio de uma opção também aumentará (HULL, 2007).

BODIE resume a influência destes fatores no Quadro 3, mostrando o impacto que causa no valor de uma opção de compra:

Se esta variável aumentar	O valor da opção de compra
Preço da Ação, S	Aumenta
Preço de Exercício, X	Diminui
Volatilidade, $\sigma$	Aumenta
Prazo até o Vencimento, T	Aumenta
Taxa de Juros, r	Aumenta
Pagamento de dividendos	Diminui

QUADRO 3 - DETERMINANTES DOS VALORES PARA OPÇÕES DE COMPRA

FONTE: HULL (2007)

### 3.3.1 Modelo de Black-Sholes

Segundo BODIE (2002), este modelo é muito usado pelos participantes no mercado de opções, e sua fórmula de precificação para uma opção de compra é:

$$C_0 = S_0 N(d_1) - X e^{-rT} N(d_2) \quad (4)$$

Onde,

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

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

$C_0$  = Prêmio atual da opção.

$S_0$  = Preço atual da ação.

$N(d_i)$  = área sob a curva normal padrão à esquerda de  $d_i$  ( $i = 1,2$ ).

X = Preço de exercício.

r = taxa de juros livre de risco

T = tempo até o vencimento da opção em anos

$\sigma$  = volatilidade anualizada dos retornos (desvio padrão da taxa de retorno anualizada continuamente composta da ação).

Esta versão da fórmula de Black-Sholes é baseada na suposição de que a ação não paga dividendos.

Para um entendimento intuitivo da fórmula, observamos os termos  $N(d)$  como probabilidades ajustadas pelo risco de que a opção irá vencer dentro do dinheiro. Observando a fórmula (4) e supondo que os termos  $N(d)$  estão próximos de

1, ou seja, quando há uma alta probabilidade de que a opção seja exercida, o valor do prêmio da opção ( $C_0$ ) é igual a  $S_0 - Xe^{-rT}$ , que é o valor intrínseco ajustado,  $S_0 - PV(X)$  (preço da ação menos o valor presente do preço de exercício). Por outro lado, se os termos  $N(d)$  estão próximos de zero, significando que a opção certamente não será exercida, a equação confirma que o prêmio da opção é quase sem valor.

Quando os termos  $N(d)$  possuem valores intermediários entre 0 e 1, a equação nos informa o valor presente do pagamento em potencial da opção, ajustando para a probabilidade do vencimento dentro do dinheiro (BODIE, 2002).

É necessário tratar com cuidado os parâmetros utilizados na fórmula 4.  $S_0$ ,  $X$  e  $T$  são prontamente determinados;  $r$  é a taxa do mercado monetário para um vencimento igual àquele da opção e a última entrada,  $\sigma$ , não é diretamente observável (BODIE, 2002). A volatilidade é o desvio padrão dos movimentos no preço do ativo, expressa em percentual e podemos calculá-la de duas maneiras: usando a volatilidade histórica ou a volatilidade implícita (HULL, 2007).

O registro dos movimentos de preço das ações pode ser usado para estimar a volatilidade histórica observando o preço da ação em intervalos fixos, como expectativa para a volatilidade futura (HULL, 2007).

Segundo HULL, uma estimativa  $s$  do desvio padrão é calculada através da fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (5)$$

Onde,

$n$  = número de observações coletadas (preços diários da ação).

$Y_i = \ln(S_i/S_{i-1})$ , onde  $S_i$  é o valor do ativo atual no período  $i$  e  $S_{i-1}$  o valor do ativo no período  $i$  imediatamente anterior.

$\bar{Y}$  = média de  $Y_i$

A volatilidade histórica  $\sigma$  pode ser estimada como  $\hat{\sigma}$  e  $\hat{\sigma} = \frac{s}{\sqrt{\tau}}$ , onde  $\tau$  é a extensão do intervalo de tempo em anos. Assumem-se 252 dias úteis de negociação por ano, logo  $\tau = 1/252$ .

A volatilidade implícita é o valor de  $\sigma$  que quando substituído na fórmula (4), resulta o valor do prêmio da opção. Não é possível inverter esta fórmula de modo que  $\sigma$  fique em função dos demais parâmetros (HULL, 2007).

Conhecendo o valor do prêmio, podemos utilizar um processo de procura iterativa para achar o valor de  $\sigma$ , aplicando o Método da Bisseção, com um valor inicial, estreitando o intervalo para cada  $\sigma$  em cada iteração até encontrar o valor correto de  $\sigma$ , estipulando uma margem de erro (HULL, 2007).

Calcular a volatilidade implícita para opções muito ITM ou OTM não é confiável, pois estas opções não têm tanta liquidez. O cálculo da  $\sigma$  deve ser feito para as opções ativamente negociadas (HULL, 2007).

### 3.4 OPERAÇÕES COM OPÇÕES

As opções têm como finalidade primária proteger o titular de um futuro incerto, e o seu VE só existe por conta disto, sendo que quanto mais distante estiver o vencimento de uma opção, mais ela vale. Na medida em que o vencimento se aproxima, o VE de uma opção vai se declinando e a mesma vai ficando mais barata, contendo apenas o seu VI se for ITM ou valendo zero ou quase zero, se for OTM (PFÜTZENREUTER, 2008).

Negociar uma opção implica em correr riscos, mais altos do que ao comprar uma ação, devido ao fato da alta volatilidade do seu prêmio. É comum uma opção que ontem valia \$0,50 hoje pode valer \$5,00, ou seja, uma valorização de 900%. Por outro lado, uma opção pode sofrer uma grande desvalorização, e até virar pó (valer zero) no dia de seu vencimento (PFÜTZENREUTER, 2008).

Para que os riscos sejam limitados, o investidor de opções opera travas (diferença entre os preços das opções) e não cada opção separadamente, pois ao fazer isso, sabe o quanto pode perder e o quanto pode ganhar nesta operação (HISSA, 2007).

Existem várias maneiras de operar com opções como as operações que serão descritas abaixo. Em todos os exemplos, será usada a compra unitária para a venda ou compra de uma opção ou de uma ação, para facilitar os cálculos e o entendimento, não levando em conta a corretagem. Mas, no mercado de opções, estas compras ocorrem em lotes padronizados, cada um contendo 100 opções ou 100 ações e com a aplicação das devidas taxas de corretagem.

### 3.4.1 Comprar uma opção de compra (*Long Call*)

Um investidor, por exemplo, adquire uma opção com preço de exercício igual a \$100,00 pagando pelo seu prêmio o valor de \$10,00, tornando-se titular desta opção. O Gráfico 1 mostra esta posição, onde no eixo das abscissas temos o valor da ação e no eixo das ordenadas o retorno esperado. Enquanto a opção for OTM ou ATM, ou seja, o valor da ação está abaixo ou igual a \$100,00, o titular terá um prejuízo fixo de \$10,00. A partir do momento que a opção passa a ser ITM, com o valor da ação superior a \$100, o titular minimiza o seu prejuízo até a ação atingir \$110,00, que é o preço da ação somado ao prêmio da opção. Quando a ação valer mais do que \$110,00, o titular passa a ter o lucro real e ilimitado, pois cobrirá o valor investido inicialmente no momento da compra desta opção (BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS).

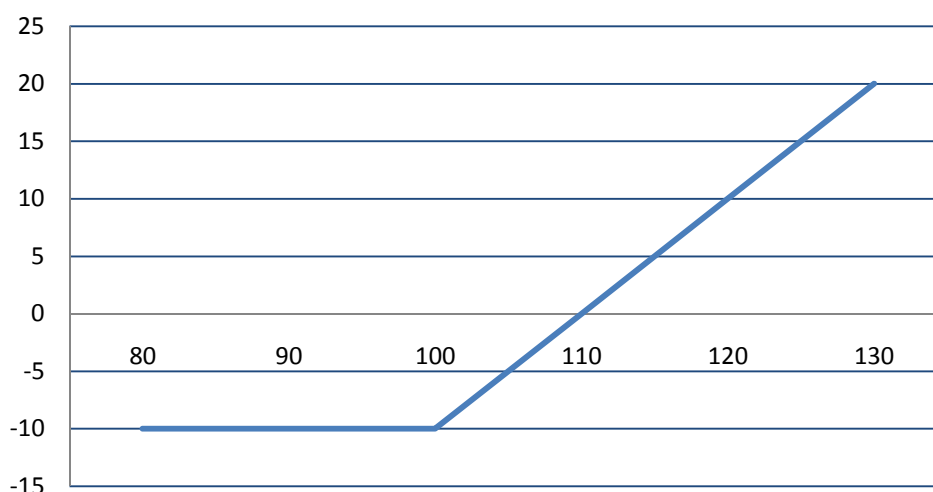


GRÁFICO 1 – RESULTADO DO EXERCÍCIO PARA O TITULAR DA OPÇÃO DE COMPRA

FONTE: A autora (2009)

Normalmente esta operação é utilizada acreditando-se no movimento de alta do preço da ação. O prejuízo é limitado ao prêmio pago pelo titular da opção e o lucro é ilimitado (BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS).

### 3.4.2 Vender uma opção de compra (*Short Call*)

Acontece quando um investidor vende uma opção com preço de exercício igual a \$100,00 e recebe do titular o valor do prêmio igual a \$10,00, tornando o lançador desta opção. O Gráfico 2 mostra esta posição, onde no eixo das abscissas temos o valor da ação e no eixo das ordenadas o retorno esperado. Enquanto a opção for OTM ou ATM, ou seja, o valor da ação está abaixo ou igual a \$100,00, o

lançador garante o seu lucro fixo em \$10,00. A partir do momento que a opção passa a ser ITM, com o valor da ação superior a \$100,00, o lançador fica com seu lucro limitado entre \$10,00 e \$0,00 até a ação atingir \$110,00. Quando a ação valer mais do que \$110,00 o lançador passa a ter prejuízo ilimitado, entrando na região de perda (BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS)

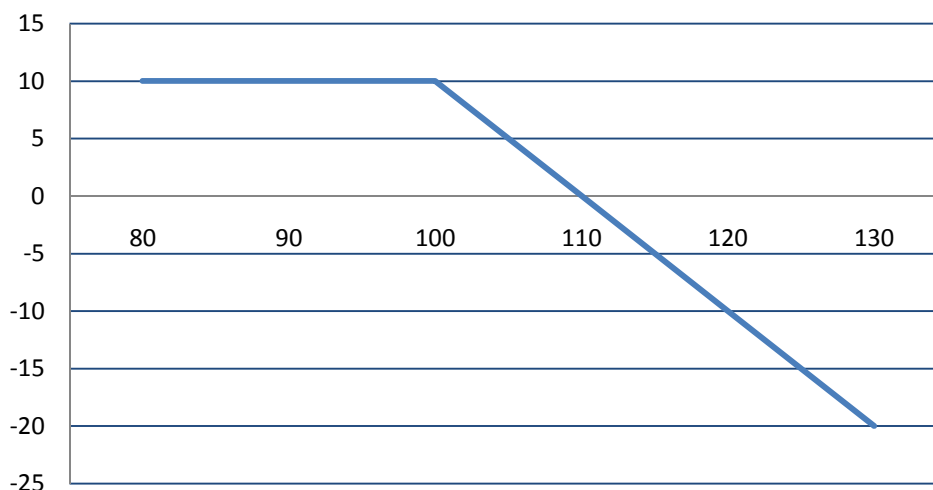


GRÁFICO 2 – RESULTADO DO EXERCÍCIO PARA O LANÇADOR DA OPÇÃO DE COMPRA

FONTE: A autora (2009)

Um lançador conta com um movimento de queda para o preço da ação. Seu lucro fica limitado ao valor que recebeu do titular pelo prêmio da opção, já o prejuízo é ilimitado (BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS).

### 3.4.3 Venda coberta de uma opção de compra

Ao combinar operações com opções de compra ou de venda com o ativo subjacente, o investidor pode construir diversas estratégias de investimento, que podem gerar novas distribuições de rentabilidade (FERNANDES, 2001) e é uma forma mais segura de investimento, pois estas combinações podem ser realizadas de tal modo que os riscos cancelem-se mutuamente (PFÜTZENREUTER, 2008).

A venda coberta de uma opção de compra é uma operação que consiste na compra de uma quantidade de uma ação (ativo subjacente) e venda da mesma quantidade de opções. A opção deve ter um bom VE. A venda coberta tem risco, caso o preço da ação caia, e um retorno limitado (HISSA, 2007).

Um investidor, por exemplo, compra uma ação por \$40,00 e vende uma opção com *strike* \$42,00, recebendo \$1,50 de prêmio por cada opção. Se o investidor for exercido em \$42,00, terá o lucro do prêmio ao vender a opção de



compra (\$1,50) mais a diferença entre o *strike* \$42,00 e o valor pago pela ação, \$40,00 ( $\$42,00 - \$40,00 = \$2,00$ ), ou seja, \$3,50. O Gráfico 3 mostra os possíveis resultados desta operação:

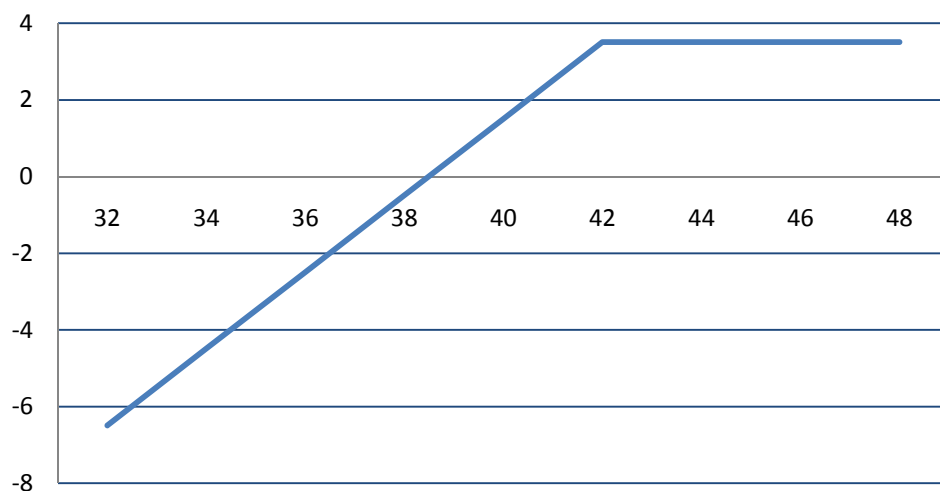


GRÁFICO 3 – RESULTADO DO EXERCÍCIO PARA O LANÇADOR DA OPÇÃO DE COMPRA

FONTE: A autora (2009)

Caso o preço da ação caia, e fique abaixo do valor do *strike* da opção, o investidor não será exercido, mas ainda assim terá um lucro de \$1,50, que foi o valor recebido ao vender a opção de compra com *strike* igual a \$42,00.

PFÜTZENREUTER mostra as principais características desta operação, como podemos ver no Quadro 4:

Parâmetro	Característica
Risco Máximo	A desvalorização da ação.
Lucro Máximo	Prêmio da opção mais a diferença entre o valor do <i>strike</i> e o custo da ação.
Spot de empate	Custo da ação, menos o prêmio recebido.
Melhor caso	Vender opção ATM, com <i>strike</i> igual ou maior que o custo da ação, e opção expirar sem valor (virar pó).
Pior caso	Vender opção OTM com <i>strike</i> abaixo do custo, e ainda por cima ser exercido.

QUADRO 4 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DA OPERAÇÃO DE VENDA DE UMA OPÇÃO DE COMPRA

FONTE: PFÜTZENREUTER (2008)

### 3.4.4 Spreads

Segundo HULL, uma estratégia *spread* envolve tomar posição em duas ou mais opções do mesmo tipo, ou seja, duas ou mais *calls* ou duas ou mais *puts*.

Posições opostas em opções de compra constituem posição de *spread* em opções. Envolve simultaneamente a compra e a venda de opções do mesmo tipo, mesmo ativo subjacente, mas com séries diferentes (esta diferença pode estar no valor do *strike* ou no prazo de vencimento) (BESSADA, 1995).

Podemos classificar os *spreads* como:

- **Spread Vertical ou de dinheiro:** envolve a compra de uma opção e a venda simultânea de outra com um preço de exercício diferente.
- **Spread Horizontal ou de tempo:** envolve a compra de uma opção e a venda simultânea de outra com datas diferentes de vencimento (BODIE, 2002), também conhecido como *Calendar Spread* (PFÜTZENREUTER, 2008).

PFÜTZENREUTER, ainda traz outras duas classificações para os *spreads*:

Classificação Ortogonal:

- **Debit Spread:** onde existe um desembolso líquido do prêmio ao montar a operação.
- **Credit Spread:** onde existe um recebimento líquido do prêmio.

Classificação conforme a visão de mercado:

- **Bull:** máximo lucro quando o mercado opera em alta
- **Bear:** máximo lucro quando o mercado opera em baixa.

Algumas dessas posições se tornaram mais comuns e receberam o nome de “travas”, referente às posições que tem o intuito de limitar o risco, seja na limitação do custo ou da possibilidade de ganho (SILVA NETO, 1996).

A) Trava de Alta (*Bull Call Spread, Call Debit Spread*)

Também conhecida como financiamento, a trava de alta é um *spread* vertical e consiste na compra de uma opção e venda de uma opção, de *strike* superior, na mesma quantidade (HISSA, 2007).

Seja um investidor que compra uma opção com *strike* \$44,00 ( $X_1$ ) e vende uma opção de *strike* \$46,00 ( $X_2$ ).

O direito de comprar a ação por \$44,00 é mais caro do que o de comprar por \$46,00, logo, ao montar este *spread*, o investidor terá que pagar um prêmio líquido.

Esta operação fornecerá lucro quando a diferença entre os prêmios aumentarem (PFÜTZENREUTER, 2008).

Esta trava pode valer no máximo, a diferença entre os *strikes* das opções que a compõem. Se a ação ultrapassar o valor de \$46,00, o investidor irá exercer o direito de comprar a ação por \$44,00, mas por outro lado, será exercido pelo titular e terá que vender a ação por \$46,00 (HISSA, 2007).

As principais características desta operação podem ser observadas no Quadro 5, segundo PFÜTZENREUTER:

Parâmetro	Característica
Risco Máximo	Prêmio líquido pago.
Lucro Máximo	$(X_2 - X_1) - \text{Prêmio líquido pago}$
Spot de empate	$X_2$ menos o prêmio líquido pago.
Melhor caso	Operação bem ITM e/ou mercado em alta.
Pior caso	Operação OTM e/ou mercado em baixa.

QUADRO 5 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DA TRAVA DE ALTA

FONTE: PFÜTZENREUTER (2008)

Seja o prêmio de  $X_1$  no momento de montar a operação \$2,60 ( $x_1$ ) e de  $X_2$  \$1,00 ( $x_2$ ). Sendo assim, o custo para montar a trava de alta será de \$1,60 ( $x_2 - x_1$ ).

O lucro real desta operação é o lucro máximo (\$2,00) menos o custo de montagem (\$1,60), ou seja, \$0,40.

O limite da operação é o ponto a partir do qual uma venda passa a ter prejuízo ou uma compra passa a ter lucro (HISSA, 2007). Neste caso, o limite é \$46,00 menos o lucro real, \$0,40. Ou seja, quando a ação vale \$45,60.

Situações que podem acontecer no dia do vencimento:

- **Ação < \$44,00:** A trava virou pó, pois as opções que a compõem estão OTM. Não exerce o direito de comprar a \$44,00 e nem será exercido em vender por \$46,00. O investidor tem o prejuízo de \$1,60.
- **Ação entre \$44,00 e \$45,60:** O investidor tem prejuízo, porém minimizado em relação ao investimento inicial. Por exemplo, se a ação vale \$45,00, exerce o direito de comprar a \$44,00, revende a ação por \$45,00, lucrando \$1,00, que é abatido do seu investimento ao montar a trava (\$1,60), ficando com um prejuízo de \$0,60.
- **Ação entre \$45,60 e \$46:** O investidor realiza lucro, porém não é o lucro máximo. Por exemplo, se a ação vale \$45,80, exerce o direito de

comprar a \$44,00, revende a ação por \$45,80, lucrando \$1,80, e retirando o seu investimento ao montar a trava (\$1,60), realiza um lucro de \$0,20.

- **Ação > \$46:** Ocorre o lucro máximo, pois as opções estão ITM. O investidor exerce o direito de comprar a ação por \$44,00, é exercido e a vende por \$46,00, lucrando \$2,00. Abatendo o investimento inicial de \$1,60, nesta operação realiza o lucro máximo de \$0,40.

O Gráfico 4 ilustra estas situações. Na abscissa temos o valor da ação no dia do vencimento e na ordenada, os valores de lucro/prejuízo.

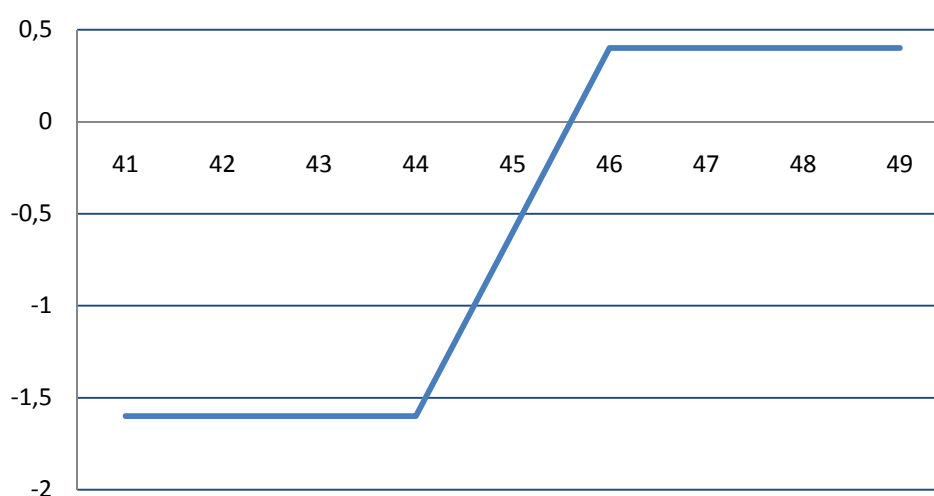


GRÁFICO 4 – RESULTADO DO EXERCÍCIO PARA O INVESTIDOR QUE MONTOU UMA TRAVA DE ALTA.

FONTE: A autora (2009)

#### B) Trava de Baixa (*Bear Call Spread, Call Credit Spread*)

Também conhecida como reversão, a trava de baixa é um *spread* vertical e consiste na venda de uma opção e compra de uma opção de *strike* superior, na mesma quantidade (HISSA, 2007).

Seja um investidor que vende uma opção com *strike* \$48,00 ( $X_1$ ) e compra uma opção de *strike* \$50,00 ( $X_2$ ).

Neste caso, ocorre o contrário em relação à operação de trava de alta, pois ao montar a trava de baixa, o investidor recebe um prêmio líquido, isto porque o prêmio de  $X_2$  será sempre mais barato que  $X_1$ . Este valor recebido ao fazer a trava de baixa, é o máximo lucro que se pode obter nesta operação, que é vencedora quando a diferença entre os prêmios  $x_1$  e  $x_2$  diminuem. (PFÜTZENREUTER, 2008).

Esta trava, como no financiamento, pode valer no máximo, a diferença entre os *strikes* das opções que a compõem. Neste caso, se a ação ultrapassar o valor de \$50,00, o investidor será exercido pelo titular para vender a ação por \$50,00, mas por outro lado poderá exercer o direito de comprar a ação por \$48,00 dessa forma o prejuízo será de \$2,00 menos o valor recebido para montar a reversão (HISSA, 2007).

As principais características desta operação podem ser observadas no Quadro 6, segundo PFÜTZENREUTER:

Parâmetro	Característica
Risco Máximo	$(X_2 - X_1)$ menos o prêmio líquido recebido.
Lucro Máximo	O prêmio líquido recebido.
Spot de empate	$X_1$ mais o prêmio líquido recebido.
Melhor caso	Operação bem OTM e/ou mercado em baixa.
Pior caso	Operação ITM e/ou mercado em alta.

QUADRO 6 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DA TRAVA DE BAIXA

FONTE: PFÜTZENREUTER (2008)

Seja o prêmio de  $X_1$  no momento de montar a operação \$2,10 ( $x_1$ ) e de  $X_2$  \$1,20 ( $x_2$ ). Sendo assim, o investidor ao montar a trava de baixa recebe um prêmio líquido de \$0,90 que é o lucro máximo desta operação ( $x_1 - x_2$ ).

O risco máximo será  $[(X_2 - X_1) - \$0,90]$ , ou seja, \$1,10 e o valor de limite é  $X_1 + \$0,90$ , ou seja, quando a ação vale \$48,90.

Situações que podem acontecer no dia do vencimento:

- **Ação < \$48,00:** Ocorre a situação esperada ao montar a trava, pois o investidor não irá exercer o direito de comprar a ação por \$50,00 e nem será exercido na obrigação de vendê-la a \$48,00, obtendo o lucro máximo, recebido ao montar a trava (\$0,90).
- **Ação entre \$48,00 e \$48,90:** O investidor ainda assim terá lucro, porém menor do que o esperado. Por exemplo, se a ação vale \$48,50, será exercido e terá que vender a ação por \$48,00, tendo um prejuízo de \$0,50. Porém, como recebeu \$0,90 ao montar a trava, seu lucro fica reduzido a \$0,40.
- **Ação entre \$48,90 e \$50,00:** O investidor está numa área onde realiza prejuízo, mas ainda não é o seu risco máximo. Por exemplo, se a ação vale \$49,60, será exercido em vendê-la por \$48,00, tendo

um prejuízo de \$1,60. Porém, como recebeu 0,90 ao montar a trava, o prejuízo fica minimizado em \$0,70.

- **Ação > \$50,00:** Ocorre o risco máximo. O investidor será exercido em vender a ação por \$48,00, mas por outro lado, poderá exercer o direito de comprá-la a \$50. Dessa forma, seu prejuízo fica limitado na diferença entre os *strikes* (\$48 - \$50) mais o valor recebido ao montar a trava, ou seja, fica restrito em \$1,10.

O Gráfico 5 ilustra estas situações. Na abscissa temos o valor da ação no dia do vencimento e na ordenada, os valores de lucro/prejuízo.

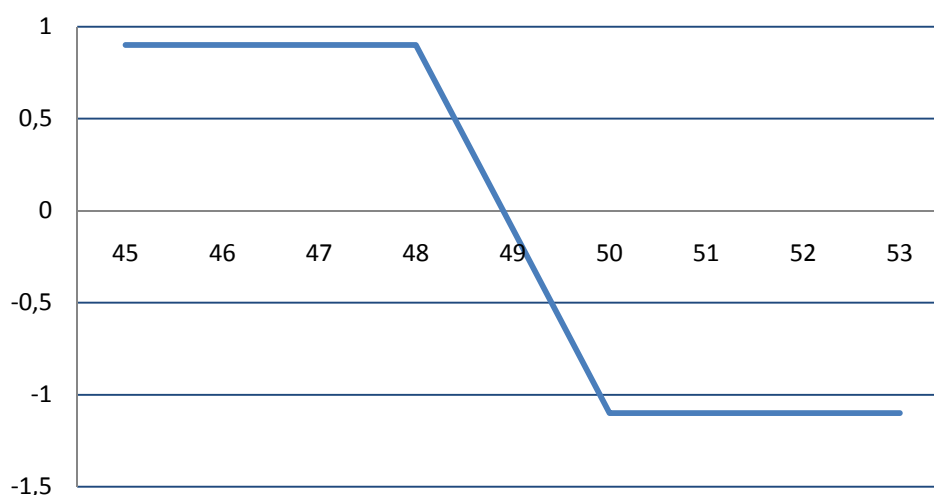


GRÁFICO 5 - RESULTADO DO EXERCÍCIO PARA O INVESTIDOR QUE MONTOU UMA TRAVA DE BAIXA.

FONTE: A autora (2009)

Tanto na trava de alta, como na trava de baixa, a diferença entre os *strikes*  $X_1$  e  $X_2$  pode ser ampliada, mas os riscos e retornos também serão ampliados.

#### 3.4.4.1 Operações-Alvo

Nestas operações define-se um alvo, ou seja, uma faixa de preço onde esta a operação será vencedora, e fora desta faixa, perde o seu valor.

Normalmente, se ganha no mercado pouco volátil, mas mesmo quando temos uma alta volatilidade, a operação será vencedora se retornar à faixa de ganho próximo do dia de vencimento (HISSA, 2007).

##### A) *Spread Borboleta (Butterfly Spread)*

O *spread borboleta* envolve posições em opções com três diferentes preços de exercício ( $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ) (HULL, 2007).

A expectativa associada ao *spread* borboleta é de que, no vencimento as cotações do ativo tenham mantido estáveis (para a compra) ou voláteis (para a venda). O ganho do investidor ocorrerá num intervalo de valores em torno do ponto do seu ganho máximo, neste caso o valor do *strike*  $X_2$  (BESSADA, 1995).

- Compra do *spread* borboleta:

A compra do *spread* borboleta é criada com a compra de uma opção com preço de exercício  $X_1$ , a compra de uma opção com preço de exercício  $X_3$ , e a venda de duas opções com preço de exercício  $X_2$ , equidistante de  $X_1$  e  $X_3$ . Normalmente,  $X_2$  tem o seu valor próximo ao preço à vista da ação (HULL, 2007).

Nesta operação, o investidor paga um prêmio líquido ao montar a operação.

Por exemplo, um investidor compra uma opção com *strike* \$50,00 ( $X_1$ ) e outra com *strike* \$54,00 ( $X_3$ ) e vende duas opções de *strike* \$52,00 ( $X_2$ ).

Seja o prêmio de  $X_1$ ,  $X_2$  e  $X_3$  no momento de montar a operação, respectivamente,  $x_1$ ,  $x_2$  e  $x_3$  iguais a \$4,20, \$2,90 e \$1,90. Sendo assim, o custo para montar o *spread* borboleta será  $[2x_2 - (x_1 + x_3)]$ , ou seja, o investidor pagará um prêmio líquido no valor de \$0,30.

O risco máximo está limitado ao valor pago para montar o *spread* borboleta, ou seja, \$0,30 e o retorno máximo é de \$2,00 menos o custo inicial, ou seja, \$1,70.

Situações que podem acontecer no dia do vencimento:

- **Ação < \$50,00:** O investidor realiza o prejuízo que foi limitado ao custo no momento de montar a operação, ou seja, \$0,30. Todas as opções estão OTM e não serão exercidas.
- **Ação entre \$50,00 e \$50,30:** O investidor estará na faixa do prejuízo que está limitado entre \$0 e \$0,30, que foi o custo de montagem da operação. Por exemplo, se a ação vale \$50,20, poderá exercer o direito de comprar por \$50,00, obtendo um lucro de \$0,20. Abatendo este lucro do custo inicial, o prejuízo fica minimizado em \$0,10.
- **Ação entre \$50,30 e \$52,00:** O investidor está dentro da faixa onde realiza lucro. Por exemplo, se a ação vale \$51,50, poderá exercer o direito de comprar por \$50,00, obtendo um lucro de \$1,50. As opções dos *strikes* de  $X_2$  e  $X_3$  viram pó. Abatendo este lucro do custo inicial, o lucro real será de \$1,20.

- **Ação igual a \$52,00:** O investidor está no alvo, onde realiza o lucro máximo.
- **Ação entre \$52,00 e \$53,70:** O investidor está dentro da faixa onde realiza lucro, porém também será exercido e terá que vender duas ações por \$52,00. Por exemplo, se a ação vale \$52,80, poderá exercer o direito de comprar uma ação por \$50,00, e no mercado à vista, comprará outra por \$52,80, totalizando \$102,80. Será exercido e venderá duas ações por \$104,00 (venda de duas opções de compra com *strike* \$52,00). O lucro será a diferença, ou seja, o valor de \$1,20. A opção do *strike* de  $X_3$  virou pó. Abatendo este lucro do custo inicial, o lucro real será de \$0,90.
- **Ação entre \$53,70 e \$54,00:** O investidor estará na faixa do prejuízo que está limitado entre \$0,00 e \$0,30, que foi o custo de montagem da operação, tendo que exercer o direito de comprar uma ação por \$50,00 e vender duas ações por \$52.
- **Ação > \$54,00:** O investidor realiza o prejuízo que foi limitado ao custo no momento de montar a operação, ou seja, \$0,30, porém todas as opções estão ITM, e terá que exercer o direito de comprar uma ação por \$50,00, outra por \$54,00 e será obrigado a vender as duas por \$52,00.

O Gráfico 6 ilustra estas situações. Na abscissa temos o valor da ação no dia do vencimento e na ordenada, os valores de lucro/prejuízo.

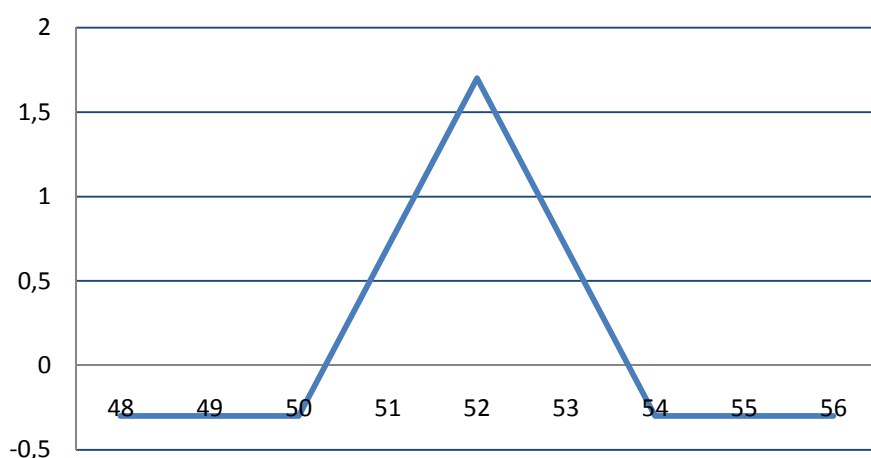


GRÁFICO 6 – RESULTADO DO EXERCÍCIO PARA O INVESTIDOR QUE MONTOU UMA COMPRA DE SPREAD BORBOLETA

FONTE: A autora (2009)



- Venda do *spread* borboleta:

A venda do *spread* borboleta é similar à operação de compra, basta inverter as operações, ou seja, vender uma opção com preço de exercício  $X_1$ , vender uma opção com preço de exercício  $X_3$ , e comprar duas opções com preço de exercício  $X_2$ , eqüidistante de  $X_1$  e  $X_3$  (HULL, 2007).

Ao contrário da compra, na venda do *spread* borboleta o investidor recebe um prêmio líquido ao montar a operação.

Nesta operação, espera-se que a volatilidade aumente, para atingir a área de lucro (BESSADA, 1995).

Usando o mesmo exemplo da compra, mas agora para a venda do *spread* borboleta, onde o investidor vende uma opção com *strike* \$50,00 ( $X_1$ ) e outra com *strike* \$54,00 ( $X_3$ ) e compra duas opções de *strike* \$52,00 ( $X_2$ ).

Sendo assim, ao montar o *spread* borboleta, o investidor recebe um prêmio líquido de  $[(x_1 + x_3) - 2x_2]$ , ou seja, \$0,30.

O risco máximo está limitado na diferença dos *strikes*, \$2,00, menos o valor recebido, ou seja, \$1,70 e o retorno máximo é o prêmio recebido ao montar a operação, ou seja, \$0,30.

O Gráfico 7 ilustra esta operação, e as análises são similares à operação de compra do *spread* borboleta. Na abscissa temos o valor da ação no dia do vencimento e na ordenada, os valores de lucro/prejuízo.

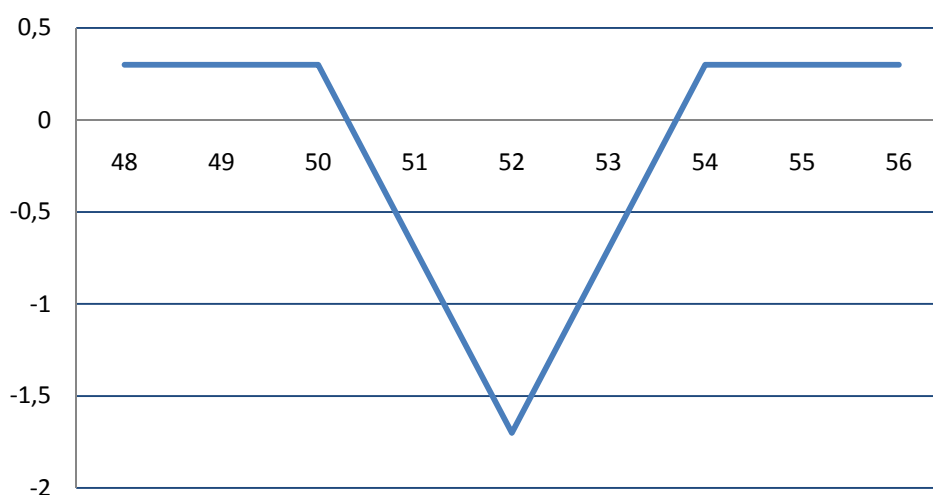


GRÁFICO 7 - RESULTADO DO EXERCÍCIO PARA O INVESTIDOR QUE MONTOU UMA VENDA DE *SPREAD* BORBOLETA

FONTE: A autora (2009)

## B) Condor

O Condor é a soma de uma trava de alta e uma trava de baixa, mas sem interseção nas opções vendidas, o que o diferencia de um *spread* borboleta. Na operação, temos a venda de duas opções ATM ( $X_2$  e  $X_3$ ) de *strikes* diferentes e a compra de uma opção ITM ( $X_1$ ) e outra OTM ( $X_4$ ) (HISSA, 2007).

É uma operação indicada para o mercado de baixa volatilidade, o risco é limitado ao que se paga ao montar a estratégia e o retorno também é limitado (HISSA, 2007).

Para realizar esta operação, seja um investidor que compra uma opção de *strike* \$50,00 ( $X_1$ ), vende uma opção de *strike* \$52,00 ( $X_2$ ) e outra de \$54,00 ( $X_3$ ), e compra uma opção de *strike* \$56,00 ( $X_4$ ), com os seus prêmios apreçados em \$4,20, \$2,90, \$1,90 e \$1,15 respectivamente ( $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  e  $x_4$ ).

O risco máximo está limitado ao valor pago para montar a operação, ou seja, \$0,55  $[(x_1 + x_4) - (x_2 + x_3)]$  e o retorno máximo é de \$2 menos o custo inicial, ou seja, \$1,45.

Situações que podem acontecer no dia do vencimento:

- **Ação < \$50,00:** O investidor realiza o prejuízo que foi limitado ao custo no momento de montar a operação, ou seja, \$0,55. Todas as opções estão OTM e não serão exercidas.
- **Ação entre \$50,00 e \$50,55:** O investidor está na faixa do prejuízo limitado entre \$0 e \$0,55, que foi o custo de montagem da operação. Por exemplo, se a ação vale \$50,30, poderá exercer o direito de comprar por \$50,00, obtendo um lucro de \$0,30. Abatendo este lucro no custo inicial, o prejuízo fica minimizado em \$0,25.
- **Ação entre \$50,55 e \$52,00:** O investidor está dentro da faixa onde realiza lucro, e pode exercer o direito de comprar a ação por \$50. Por exemplo, se a ação vale \$51,30, poderá exercer o direito de comprar uma ação por \$50,00, obtendo um lucro de \$1,30, que descontando o investimento inicial, o lucro líquido é de 0,75.
- **Ação entre \$52,00 e \$54,00:** O investidor está no alvo, onde realiza o lucro máximo e qualquer valor da ação nesta faixa de preço lhe dá esta garantia. Por exemplo, se a ação vale \$53,00, poderá exercer o direito de comprar por \$50 e será exercido para vender a ação por

\$52,00, lucrando \$2,00, menos o investimento inicial, tem-se o lucro líquido igual a \$1,45.

- **Ação entre \$54,00 e \$55,45:** O investidor está dentro da faixa onde realiza lucro. Por exemplo, se a ação vale \$54,80, poderá exercer o direito de comprar uma ação por \$50,00 e no mercado à vista, comprará outra por \$54,80, totalizando \$104,80. Será exercido e venderá duas ações por \$106,00 (*strike* \$52,00 e \$54,00). O lucro é a diferença desta compra e venda, ou seja, \$1,20. O lucro real será abatido o valor do custo, sendo \$0,65.
- **Ação entre \$55,45 e \$56,00:** O investidor estará na faixa do prejuízo que está limitado entre \$0,00 e \$0,55, que foi o custo de montagem da operação, tendo que exercer o direito de comprar uma ação por \$50,00 e vender duas ações, uma por \$52,00 e outra por \$54,00.
- **Ação > \$56,00:** O investidor realiza o prejuízo que foi limitado ao custo no momento de montar a operação, ou seja, \$0,55. Todas as opções estão ITM e deve exercer e ser exercido.

O Gráfico 8 ilustra estas situações. Na abscissa temos o valor da ação no dia do vencimento e na ordenada, os valores de lucro/prejuízo.

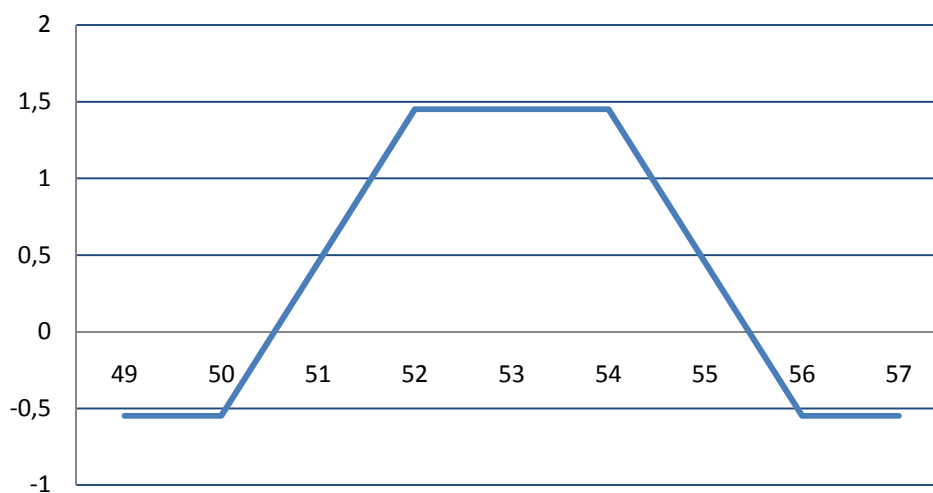


GRÁFICO 8 – RESULTADO DO EXERCÍCIO PARA O INVESTIDOR QUE MONTOU UMA COMPRA DE CONDOR

FONTE: A autora (2009)

Mostrou-se acima um exemplo de uma operação comprada do Condor, mas a operação vendida pode ser analisada de modo análogo, onde o investidor compra duas opções ATM ( $X_2$  e  $X_3$ ) de *strikes* diferentes e vende uma opção ITM ( $X_1$ ) e outra OTM ( $X_4$ ).

## **4 PROGRAMAÇÃO DINÂMICA**

### **4.1 INTRODUÇÃO**

A Programação Dinâmica - PD tem sido aplicada em muitas áreas da matemática, ciências, engenharia, negócios, medicina, sistemas de informação, biomatemática, inteligência artificial, entre outros. As aplicações com o uso da PD têm aumentado bem como os recentes avanços em áreas como redes neurais, mineração de dados, computação suave e outras áreas da inteligência computacional (LEW, 2007).

Desenvolvida por Richard Bellman, a PD é um método para resolver problemas de otimização que possui a característica de dividir este problema em um número maior de problemas simples. A solução destes subproblemas leva à solução do problema original (LUSS, 2000).

Otimizar um problema consiste em determinar o maior ou menor valor de acordo com o objetivo. Por exemplo, se o objetivo é buscar um benefício econômico, então se devem escolher as condições para que este seja maximizado. Por outro lado, se o objetivo for a redução de custos, deve-se escolher as condições para que este seja minimizado (LUSS, 2000).

A otimização de problemas ao longo do tempo surge em muitos ambientes, onde se pode citar como exemplos a aquisição de novos equipamentos, gestão de frotas de veículos, venda de ativos, investimento em carteiras ou até mesmo um simples jogo de gamão. Para estes problemas, as diferentes áreas tendem a descobrir que certas equações descrevem o seu comportamento (POWELL, 2005).

### **4.2 DEFINIÇÃO**

A PD é uma técnica matemática bastante útil para a tomada de uma sequência de decisões inter-relacionadas, já que oferece um procedimento sistemático para determinar a combinação ótima de decisões. O que a diferencia da Programação Linear é o fato de não possuir uma formulação matemática padronizada, ou seja, as equações que descrevem o comportamento de um problema são desenvolvidas para se adequar a cada situação particular.

Desta forma, a aplicação deste método implica num certo grau de compreensão da estrutura geral dos problemas de PD para que se possa reconhecer quando é que um problema pode ser resolvido por PD e como é que isso pode ser feito (NUNES, 2005).

A PD pode ser determinística ou probabilística, sendo que a diferença entre uma e outra é que na primeira, o estado no estágio seguinte é determinado completamente pelo estado e decisão sobre a política a ser adotada do estágio atual, e na segunda existe uma distribuição probabilística que influencia a tomada de decisão para o estado seguinte (HILLIER, 2006).

### 4.3 CARACTERÍSTICAS

Segundo NUNES e HILLIER, um problema pode ser abordado utilizando a PD se forem identificadas nele algumas características.

#### 4.3.1 Estágios

Os problemas que são tratados através da PD podem ser divididos em estágios(etapas seqüenciais), em que cada um possui uma decisão sobre a política a ser adotada. É criada uma seqüência de decisões inter-relacionadas, onde cada uma está correspondendo a um estágio do problema (HILLIER, 2006).

Analisar estes processos é determinar uma política ótima que resulta no melhor retorno total (BRONSON, 1985).

#### 4.3.2 Estados

Em cada estágio tem-se um número de estados associados a ele. Geralmente, os estados são as condições possíveis nas quais o sistema poderia se encontrar naquele estágio do problema, podendo ser um número finito ou infinito, ou seja, o estado é um ponto de situação onde se pode estar como consequência da decisão tomada no estágio anterior (HILLIER, 2006).

Nos estágios de decisão é possível definir o estado da solução, que é a condição do processo em um determinado estágio. Cada decisão efetua uma transição do estado corrente para o estado associado ao estágio seguinte.

#### 4.3.3 Política

A consequência da decisão sobre a política a ser adotada em cada estágio é a transformação do estado atual em um estado associado ao início do estágio seguinte.

O procedimento de resolução tem o objetivo de encontrar uma política ótima para o problema, estendendo a fórmula de decisão sobre a política ótima em cada estágio para cada um dos estados possíveis. Dessa forma estabelece-se uma linha de conduta que liga a melhor seqüência de decisões (HILLIER, 2006).

#### 4.3.4 Princípio de Bellman

Determinar uma política ótima para um problema de PD está embasado na teoria do princípio da otimalidade de Bellman, que pode ser enunciado da seguinte forma:

“Uma política ótima apresenta a propriedade segundo o qual, a despeito das decisões tomadas para assumir um estado particular num certo estágio, as decisões restantes a partir deste estado devem constituir uma política ótima” (GOLDBARG, 2005).

Os problemas que não apresentam esta propriedade não podem ser formulados como um problema de PD (HILLIER, 2006).

#### 4.3.5 Implementação da PD

O procedimento de resolução tem início encontrando a política ótima para o último estágio, que prescreve a decisão sobre a política ótima para cada um dos seus estados (HILLIER, 2006) e os demais são calculados de forma recursiva (GOLDBARG, 2005).

Dessa forma, a implementação do princípio de Bellman é feita partindo-se do último estágio de um processo com  $n$  estágios, determinando a melhor política para abandonar aquele estágio e completar o processo. O deslocamento é feito, do fim até o início do processo, estágio após estágio, com o mesmo raciocínio. Em cada estágio, para cada estado, determina-se a melhor política para deixar o estágio e completar o processo, supondo-se sempre que os estágios anteriores foram completados de forma ótima. Os cálculos são sempre aproveitados de um estágio para o outro (GOLDBARG, 2005).

Resumindo este princípio, dado o estado atual, uma política ótima para os estágios restantes é independente das decisões sobre as políticas adotadas nos estágios anteriores. A decisão imediata ótima depende somente do estado atual e não de como se chegou lá. (HILLIER, 2006).

A fórmula de recorrência, como já foi mencionada, depende de cada problema, e deve ser obtida para cada tipo de processo multiestágio.

#### 4.3.6 Exemplo prático de aplicação da PD

HILLIER apresenta um problema de diligência, que também pode ser formulado como um problema do caminho mais curto, para mostrar os conceitos da PD, que tem como objetivo minimizar o custo total do caminho, saindo do ponto A até o ponto J, como mostra a Figura 2.

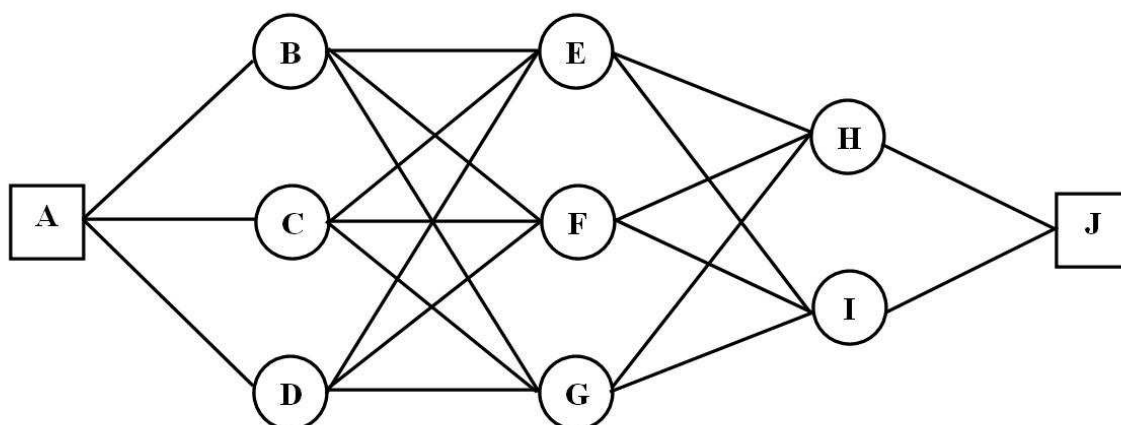


FIGURA 2 – ROTAS E CUSTOS PARA O PROBLEMA DO CAMINHO MAIS CURTO

FONTE: HILLIER (2006)

Os custos de deslocamento estão apresentados nas matrizes abaixo, conforme a Figura 3:

	B	C	D
A	2	4	3

	E	F	G
B	7	4	6
C	3	2	4
D	4	1	5

	H	I
E	1	4
F	6	3
G	3	3

	J
H	3
I	4

FIGURA 3 – MATRIZES DE CUSTOS DE DESLOCAMENTO

FONTE: HILLIER (2006)



Analisar este problema através de tentativa e erro tem-se 18 rotas possíveis (3x3x2) e o cálculo do custo de cada uma torna-se exaustivo. A PD oferece uma solução com menor esforço e os ganhos em termos de processamento são enormes para problemas com dimensões maiores que esse.

Realizar uma seqüência de decisões inter-relacionadas utilizando a PD é uma técnica muito útil, que resulta em grandes economias em termos de processamento quando comparada ao emprego de enumeração exaustiva para encontrar a melhor combinação de decisões (HILLIER, 2006).

O ponto de partida é A e o ponto de chegada J. As variáveis de decisão são  $x_n$  ( $n = 1,2,3,4$ ) onde temos o destino imediato no estágio  $n$  e a rota selecionada será  $A \rightarrow x_1 \rightarrow x_2 \rightarrow x_3 \rightarrow x_4$ , em que  $x_4 = J$ . O custo total do melhor caminho será definido por  $f_n(s, x_n)$ , dado que se está no estado  $s$ , pronto para iniciar o estágio  $n$  e selecionar  $x_n$  como destino imediato. A variável  $x_n^*$  representará qualquer valor de  $x_n$  que minimize  $f_n(s, x_n)$  e fará com que  $f_n^*(s)$  seja o valor mínimo correspondente a  $f_n(s, x_n)$ . Então,

$$f_n^*(s) = \min_{x_n} f_n(s, x_n) = f_n(s, x_n^*), \text{ em que}$$

$f_n(s, x_n)$  = custo imediato (estágio  $n$ ) + custo futuro mínimo (estágio  $n + 1$  em diante) =  $c_{sx_n} + f_{n+1}^*(x_n)$ .

A variável  $c_{sx_n}$  é o custo de deslocamento apresentado anteriormente na figura 3 onde  $s$  é o estado atual e  $x_n$  o destino imediato. J é o ponto final e dessa forma faz-se  $f_5^*(J) = 0$ .

Deseja-se encontrar  $f_1^*(A)$  e a rota correspondente. A PD a encontra localizando sucessivamente  $f_4^*(s), f_3^*(s), f_2^*(s)$  em cada um dos estados possíveis  $s$  e depois usa-se  $f_2^*(s)$  para encontrar  $f_1^*(A)$  (HILLIER, 2006).

#### 4.4 PROGRAMAÇÃO DINÂMICA PROBABILÍSTICA

A Programação Dinâmica Probabilística – PDP, apresenta as mesmas características da Programação Dinâmica Determinística, porém existe uma distribuição de probabilidade que influencia na tomada de decisão para o estágio seguinte, que é totalmente determinada pelo estado e pela decisão sobre a política ótima a ser adotada no estágio atual (HILLIER, 2006).

De acordo com HILLIER, a Figura 4 mostra a estrutura da PDP, onde  $S$  representa o número de estados  $1, 2, \dots, S$  possíveis no estágio  $n + 1$ . O sistema vai para o estado  $i$  com probabilidade  $p_i$  ( $i = 1, 2, \dots, S$ ) dado o estado  $s_n$  e a decisão  $x_n$  no estágio  $n$ . Se o sistema for para o estado  $i$  e  $C_i$  será a contribuição do estágio  $n$  à função objetivo.

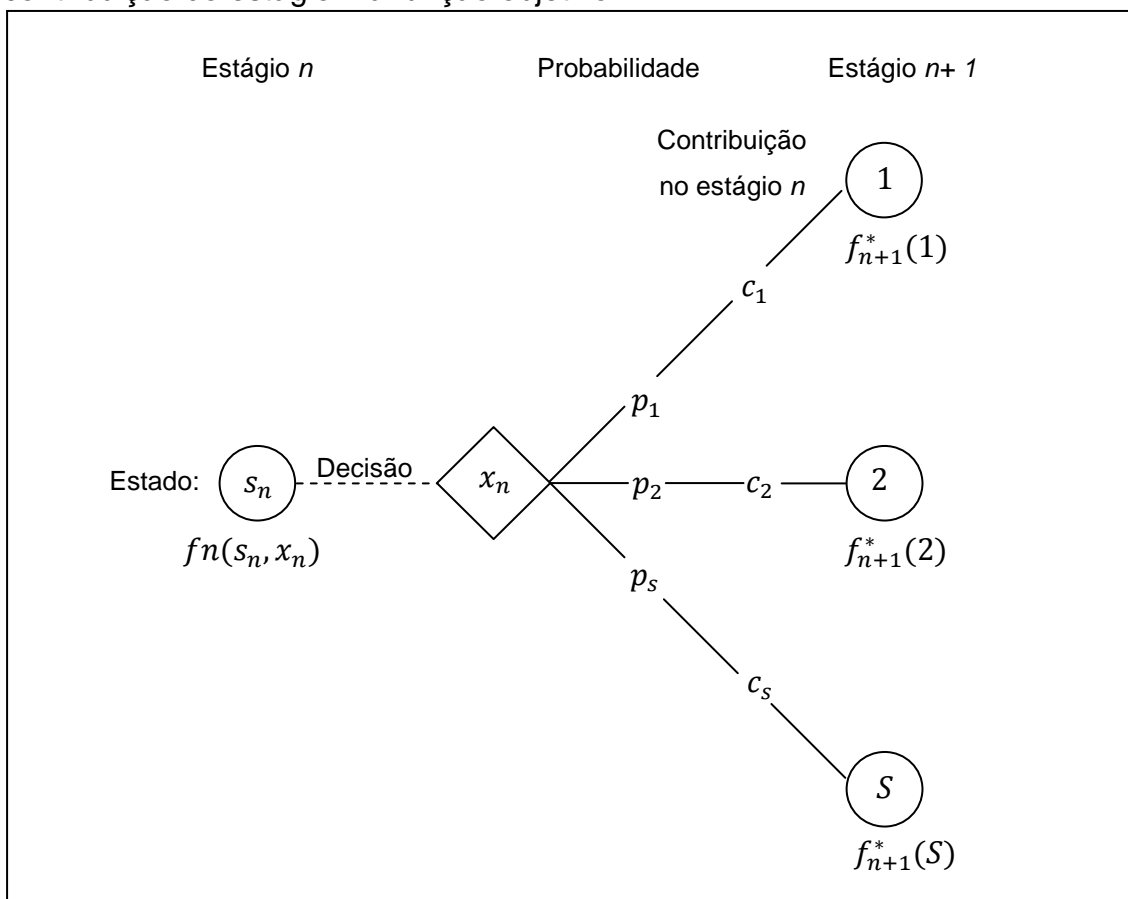


FIGURA 4 – ESTRUTURA BÁSICA DA PDP

FONTE: HILLIER (2006)

Ao expandir a figura 4 incluindo todos os estados e decisões possíveis em todos os estágios, temos a árvore de decisões, e caso não seja muito grande, fornece um modo útil de sintetizar e visualizar as diversas possibilidades (HILLIER, 2006).

Para facilitar o entendimento, suponha-se que se tem o objetivo de minimizar a soma esperada de cada um dos estágios. Nesse caso,  $fn(s_n, x_n)$  representa a soma mínima esperada do estágio  $n$  em diante, dado que o estado e a decisão sobre a política ótima a ser adotada no estágio  $n$  sejam, respectivamente,  $s_n$  e  $x_n$ . Por consequência,

$$fn(s_n, x_n) = \sum_{i=1}^s p_i [C_i + f_{n+1}^*(i)] \quad (6)$$

com

$$f_{n+1}^*(i) = \min_{x_{n+1}} f_{n+1}(i, x_{n+1})$$

Em que esta minimização é extraída dos valores das variáveis de  $x_{n+1}$ .

#### 4.4.1 Aplicações

A PDP é um método muito útil e aplicado em análise de investimentos, pois a PD em geral, além de flexível, permite gerar soluções de forma rápida e otimizada dentro de um leque maior de opções (MARQUES, 2005).

A vasta gama de aplicações de gestão de ativos pode ser dividida em alguns problemas clássicos, como a compra e a venda de um ativo, onde o processo pára quando se quer comprar um ativo quando parece suficientemente atraente ou vender um ativo quando as condições do mercado o justificar. Para esses problemas, que tendem a concentrar-se no preço (de aquisição ou de venda), o sucesso depende entre outros fatores, do valor atual com expectativas de preço no futuro (POWELL, 2005).

Segundo POWELL, um problema particularmente importante na precificação de ativos é o problema da parada ótima, onde o investidor possui um bem que pode vender por um preço que oscila aleatoriamente.

Seja o preço futuro  $p_t$  revelado no período  $t$ , onde o investidor deve tomar uma decisão

$$x_t = \begin{cases} 1, & \text{para vender} \\ 0, & \text{para não vender} \end{cases}$$

Onde o sistema terá dois estados:

$$s_t = \begin{cases} 1, & \text{Não vender o ativo} \\ 0, & \text{Vender o ativo} \end{cases}$$

O objetivo é maximizar o preço que se deseja receber quando o investidor vender o seu ativo no tempo  $t$ , e esse momento é o tempo de paragem.

## 5 MÉTODO

Baseado no estudo feito sobre o Mercado de Opções e a Programação Dinâmica Probabilística, desenvolveu-se um método com aplicação da teoria descrita nos capítulos anteriores, com o objetivo de escolher inicialmente a melhor operação para a tomada de decisão, e dia a dia, com a evolução do mercado financeiro, manter ou alterar esta posição.

### 5.1 DADOS DE ENTRADA

As informações fornecidas pelo usuário e utilizadas pelo modelo são:

- **Data para a tomada de decisão;**
- **Decisão do mês de operação;**
- **Decisão do tipo de corretagem;**

Neste caso, existe a possibilidade de operar através da utilização do *Home Broker* ou Mesa de Operações e em cada um existe uma tabela específica de taxa de corretagem.

- **Decisão se a operação será do tipo *Day Trade*;**

Esta escolha também influencia nos valores de taxa de corretagem.

- **Decisão da quantidade de lote a ser operado;**

Ao informar este dado, podem-se formar as possíveis operações, lembrando que os lotes são múltiplos de 100.

- **Cotações diárias das ações do ativo subjacente a ser negociado;**

A data para tomada de decisão é localizada em um banco de dados, com as cotações diárias do ativo da Petrobrás<sup>1</sup>, no *Intraday*, com intervalos de 15 minutos<sup>2</sup>.

- **Decisão da Posição;**

Informar se estará iniciando uma nova posição ou se irá continuar uma decisão tomada anteriormente.

- **Precificação das opções até o dia de vencimento;**

---

<sup>1</sup> O ativo da Petrobrás foi escolhido por ser um dos tipos de ações classificadas como de primeira linha, ou seja, possuem maior liquidez.

<sup>2</sup> Cotação diária, que mostra a variação do valor do ativo no dia a cada 15 minutos, sendo que este intervalo de tempo pode escolhido entre 60, 30, 15, 10, 5 ou 1 minuto.

O investidor informa o valor do ativo para a precificação das opções até o dia do vencimento: se será usado o valor do ativo localizado no banco de dados conforme o dia da decisão informado ou se será calculada a probabilidade do ativo atingir um determinado preço no futuro, dia a dia, até o dia de vencimento da opção.

## 5.2 CRITÉRIOS DO MODELO

Alguns critérios foram adotados para a implementação do modelo.

- **Operações com opções:**

Foram escolhidos quatro tipos de operações sendo elas a Trava de Alta, Trava de Baixa, Condor e Borboleta, todas com posição comprada ou vendida. Na Tabela 3 observam-se os tipos de operações formadas, para um lote informado de valor igual a 100.

TABELA 3 – OPERAÇÕES COM OPÇÕES PARA O MODELO PROPOSTO

Operação	Ordem	Tipo
-	0	(0,0,0,0)
TRAVA DE ALTA	1	(-100,100,0,0)
	2	(0,-100,100,0)
	3	(0,0,-100,100)
	4	(-100,0,100,0)
	5	(0,-100,0,100)
	6	(-100,0,0,100)
TRAVA DE BAIXA	7	(100,-100,0,0)
	8	(0,100,-100,0)
	9	(0,0,100,-100)
	10	(100,0,-100,0)
	11	(0,100,0,-100)
	12	(100,0,0,-100)
CONDOR	13	(-100,100,100,-100)
	14	(100,-100,-100,100)
BORBOLETA	15	(-100,200,-100,0)
	16	(0,-100,200,-100)
	17	(100,-200,100,0)
	18	(0,100,-200,100)

FONTE: A autora (2009)

No mercado, ao realizar uma operação, a compra e venda não acontece simultaneamente, ao mesmo tempo. Pode-se comprar uma quantidade de opções de um determinado *strike* e vender a mesma quantidade de *strike* superior ou inferior em horários diferentes. Para este estudo, desconsidera-se isso, fazendo os cálculos de compra e venda de opções, acontecendo ao mesmo tempo.

- **Análise das cotações do ativo:**

A análise das cotações diárias do ativo subjacente é feita 22 dias antes da tomada de decisão. A literatura sugere esta quantidade de dias, pois abrange um mês corrido, já que se contam apenas os dias úteis.

- **Dados**

As cotações diárias são baseadas em dados obtidos através do programa *CMA Advanced Web* versão 3.2.

- **Criação de *strikes* próximos ao valor do ativo:**

Nas operações com opções trabalha-se com *strikes* próximos ao seu valor atual, dessa forma, ao ser informado o dia para a tomada de decisão, busca-se o valor de fechamento da ação no dia anterior, e baseado nele, criam-se quatro *strikes* próximos a este valor de fechamento para montar as possíveis operações.

- **Parâmetro para avaliar possíveis valores do ativo:**

Baseado na cotação atual do ativo cria-se um vetor com 20 valores para mais e para menos, para que a probabilidade desses valores seja analisada.

O Gráfico 9 mostra o histograma dos valores de probabilidade para os ativos (variando entre \$2,00 e \$45,00, quando o preço da ação num determinado dia estava \$24,84), e a sua probabilidade acumulada.

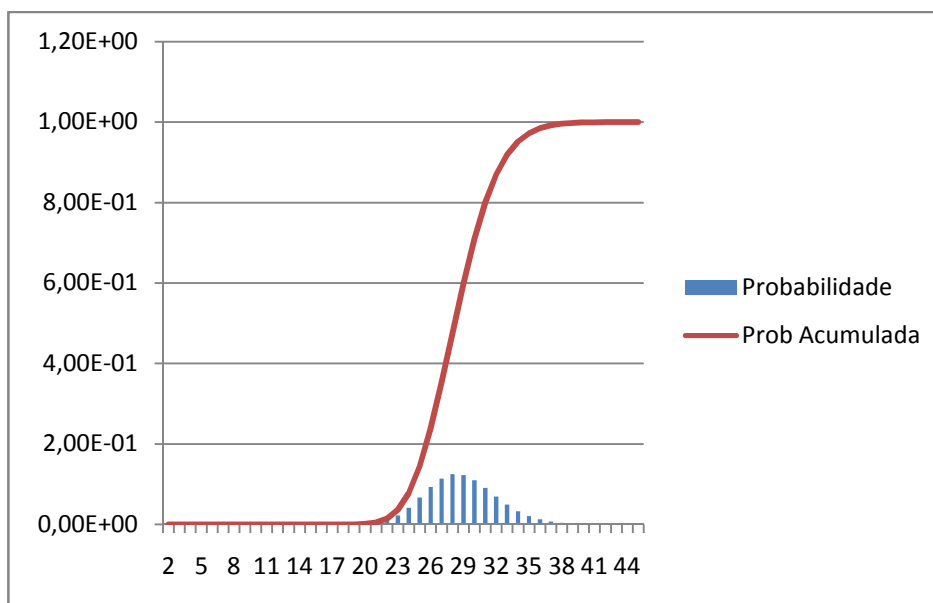


GRÁFICO 9 – HISTOGRAMA E CURVA DA PROBABILIDADE ACUMULADA PARA OS POSSÍVEIS VALORES DO ATIVO

FONTE: A autora (2009)

- **Período analisado:**

O período estudado neste trabalho é referente a cinco meses, onde o investidor irá tomar uma primeira decisão faltando dez dias para o vencimento da opção, durante os meses de janeiro a maio de 2009. Esta escolha baseia-se no fato de ser um período mais atual e com mais facilidade para obtenção de dados tanto no que se refere ao ativo, quanto aos dados das opções. No Quadro 7 foi listado cada mês, com a data de decisão escolhida e o dia de vencimento da opção:

Mês	Data Decisão	Vencimento da Opção
Janeiro/2009	05/01/2009	19/01/2009
Fevereiro/2009	02/02/2009	16/02/2009
Março/2009	02/03/2009	16/03/2009
Abril/2009	03/04/2009	20/04/2009
Maio/2009	04/05/2009	18/05/2009

QUADRO 7 – PERÍODO ANALISADO E SUAS RESPECTIVAS DATAS PARA TOMADA DE DECISÃO E VENCIMENTO DA OPÇÃO

FONTE: A autora (2009)

- **Estratégias:**

Tendo em vista que as taxas de corretagem em operações com lotes pequenos fazem com o que lucro que o investidor poderia ter, seja usado para este fim; e a opção de escolha do valor do ativo para a precificação das opções

influenciaram nos resultados obtidos durante a implementação do método, criou-se estratégias que ao fim deste trabalho será avaliado o resultado para cada uma delas.

As estratégias utilizadas estão descritas através de códigos no Quadro 8:

Estratégias	Descrição
A	O usuário deve seguir o caminho proposto pelo método, sem atualizações, desde o dia de tomada de decisão, até o vencimento da opção.
B	O usuário toma uma decisão, e a atualiza dia a dia, até o vencimento da opção.
C	O usuário toma uma decisão, e a atualiza uma semana depois, antes do vencimento da opção
1	Precificação das opções com base no valor do ativo informado no dia da decisão.
2	Precificação do ativo com base na probabilidade do seu preço atingir um valor no futuro.

QUADRO 8 – ESTRATÉGIAS DO MÉTODO

FONTE: A autora (2009)

Dessa forma temos seis estratégias para serem analisadas: A1, A2, B1, B2, C1 e C2.

### 5.3 MODELO

#### 5.3.1 Probabilidade do ativo

O modelo tem início a partir da data de escolha para a tomada de decisão, procurando no banco de dados o valor de fechamento da ação no dia anterior, e assim criando os possíveis valores para o ativo, conforme descrito nos critérios do modelo.

Calcula-se a probabilidade para cada um desses valores, usando a fórmula (2) citada no capítulo 2, e que segue abaixo novamente:

$$p = N\left(\frac{\ln(F/S) - (\mu - \sigma^2/2) \cdot t}{\sigma\sqrt{t}}\right) \quad (2)$$

$$p' = 1 - p$$

Onde,

p = probabilidade de o preço futuro ficar abaixo de F.

p' = probabilidade de o preço futuro ficar acima de F.



$F$  = preço futuro da ação (possíveis valores que a ação pode atingir que se calcula a partir do valor de  $S$ )

$S$  = preço atual da ação baseado no fechamento do dia anterior

$\mu$  = taxa-base de juros da economia - SELIC

$t$  = tempo futuro, em anos, para o qual estamos estimando  $F$  e que aqui é o tempo para o vencimento da opção, baseado no dia e mês escolhidos para a tomada de decisão.

$\ln(x)$  = logaritmo natural ou neperiano.

$N(x)$  = distribuição normal cumulativa, segundo fórmula (3) apresentada no capítulo 2.

$\sigma$  = volatilidade anual, que é calculada através da fórmula (5) apresentada no capítulo 3, baseada na volatilidade histórica, onde se analisam 22 dias anteriores à data escolhida.

A Figura 5 mostra a estrutura para o cálculo da probabilidade do valor futuro da ação, para o dia de vencimento da opção, a partir da escolha de uma data para a tomada de decisão.

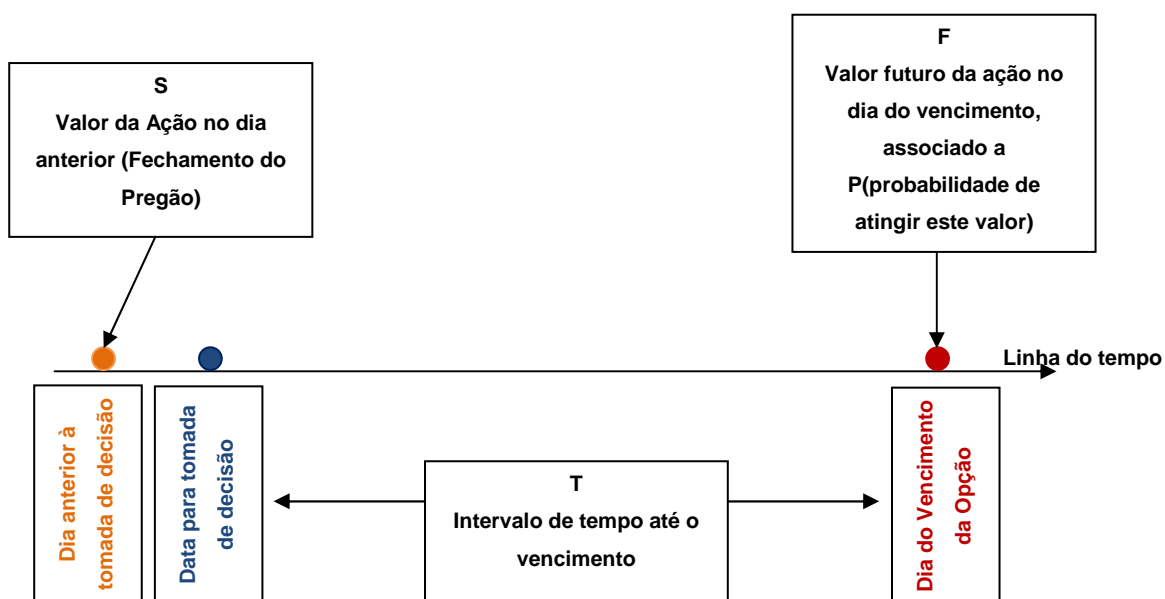


FIGURA 5 – CÁLCULO DA PROBABILIDADE DO VALOR FUTURO DA AÇÃO NO DIA DE VENCIMENTO DA OPÇÃO.

FONTE: A autora (2009)

### 5.3.2 Valor do prêmio da opção

A partir do momento em que se tem o valor de  $S$ , criam-se quatro valores de *strikes* próximos a  $S$ , que é o valor  $X$ , ou seja, o preço de exercício da opção. Para cada *strike*  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  e  $X_4$ , calculam-se o prêmio da opção,  $C$ , associado a cada *strike*, ou seja,  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  e  $C_4$ . Os valores de cada prêmio são calculados usando a fórmula (4) de Black & Sholes, apresentada no capítulo 3, para cada dia, a partir do dia escolhido para a tomada de decisão até a data de vencimento da opção.

Para este modelo foi visto que são necessárias cinco variáveis, sendo elas:

- **Preço atual da ação ( $S$ ):** usa-se o último valor negociado do ativo, no dia anterior da data atual informada.
- **Strike price ( $X$ ):** calcula-se o prêmio para cada um dos quatros *strikes prices* gerados próximos ao valor do ativo.
- **Dias para o vencimento da opção ( $T$ ):** calculado no momento que o usuário decide em que mês irá operar.
- **Taxa livre de juros ( $\mu$  ou  $r$ ):** taxa SELIC, conforme a Tabela 4:

TABELA 4 – TAXA SELIC REFERENTE AO PERÍODO EM ESTUDO

Período de vigência	Taxa Selic - % a.a.
30/04/2009 - 10/06/2009	10,16%
12/03/2009 - 29/04/2009	11,16%
22/01/2009 - 11/03/2009	12,66%
11/12/2008 - 21/01/2009	13,66%

FONTE: Adaptado de BANCO CENTRAL (2009)

- **Volatilidade ( $\sigma$ ):** baseada na volatilidade histórica.

A Figura 6 mostra que para cada dia, desde o dia escolhido até a data de vencimento da opção, calcula-se o valor do prêmio da opção para os *strikes*, já que à medida que o dia do vencimento se aproxima, perde-se o VE, o valor do tempo, e o prêmio da opção começa a perder valor, sendo que no dia do vencimento, as opções que estão OTM valem \$0,00 (viram pó) e as ITM valem simplesmente a diferença entre o preço atual da ação  $S$  e o *strike*  $X$ .

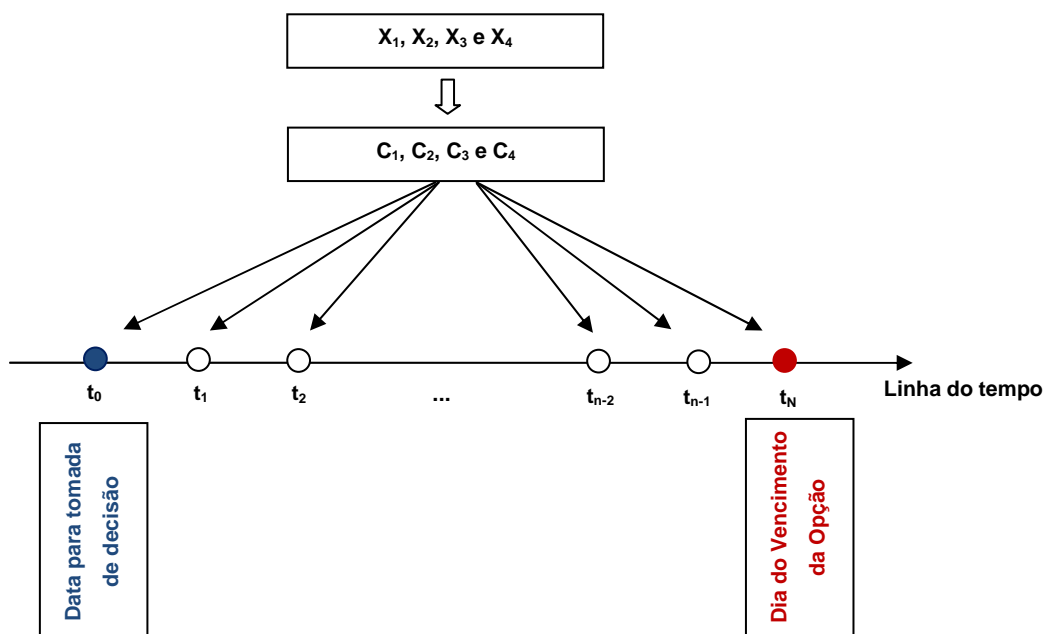


FIGURA 6 – ESTRUTURA PARA CALCULAR O PRÊMIO DAS OPÇÕES

FONTE: A autora (2009)

### 5.3.3 Programação Dinâmica Probabilística – Estágios e Estados

Utilizando a teoria da PDP e os dados obtidos nos cálculos acima descritos, é possível calcular os valores de operação em cada estágio (dias até o vencimento) para cada estado (tipo de operação formada).

Por exemplo, se o usuário escolhe a data de 10/11/2008 para tomar uma decisão para o vencimento da série de opções K (que vencem no mês novembro), com data de vencimento para o dia 17/11/2008. Faltam cinco dias úteis para o vencimento, e os estágios formados são mostrados na Tabela 5:

TABELA 5 – ESTÁGIOS FORMADOS (DIAS ATÉ O VENCIMENTO)

Estágio	Data	Dias para vencimento:
0	10/11	5
1	11/11	4
2	12/11	3
3	13/11	2
4	14/11	1
5	17/11	0

FONTE: A autora (2009)

Para cada dia até o vencimento, após ser informada a quantidade do lote a ser operado, formam-se todos os tipos de operações com opções dentre as selecionadas para este trabalho (mostrado anteriormente na Tabela 9). Para cada operação formada a quantidade de compra é igual à quantidade de venda.

A quantidade de operações formadas é  $k$ , ou seja, temos  $k$  estados para cada dia até o vencimento. A Figura 7 mostra a estrutura de estágios e estados, baseados na quantidade de estágios do exemplo anterior.

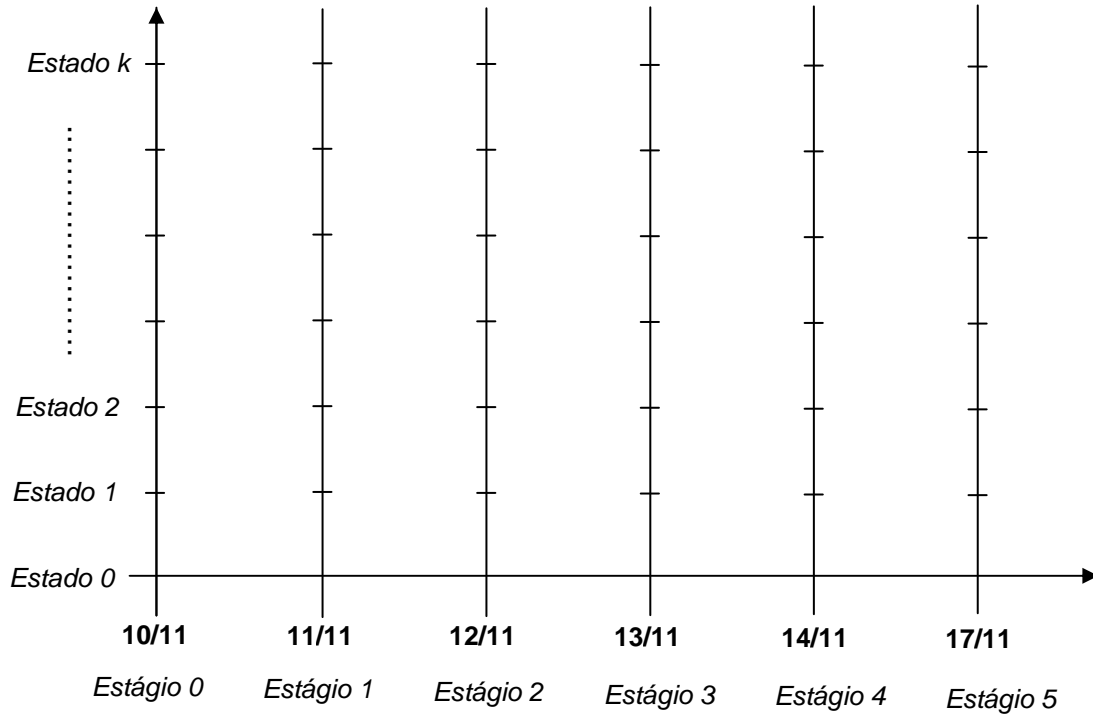


FIGURA 7 – ESTRUTURA DA PD (ESTÁGIOS E ESTADOS)

FONTE: A autora (2009)

#### 5.3.4 Valor da operação

O valor da operação é o cálculo da melhor decisão para cada estado ( $k$ ) no estágio( $n$ ).

No dia do vencimento da opção, ou seja, para  $n = N$ , o valor esperado da operação  $V_{(k,N)}$  é a soma do valor para montar uma operação no dia de decisão e o valor para destravar essa operação, ou seja, sair da posição, e é calculado para todo  $k$  variando de 0 até  $K$ :

$$V_{(k,N)} = \sum_{i=1}^4 Y_i^k * C_i^0 + \left( \sum_{i=1}^4 Y_i^k \sum_{j=1}^M (A_j - X_i) * PA_j \right); \forall j/A_j > X_i \quad (7)$$

Onde  $Y_i^k$  é a quantidade de opções negociadas no campo  $i$  da trava  $k$  (estado),  $C_i^0$  é o prêmio da opção no dia de decisão,  $A_j$  é o vetor que armazena os possíveis valores de ativos, e  $PA_j$  é a probabilidade de o ativo atingir este valor. O valor de  $j$  varia de 1 até o último valor do ativo ( $M$ ).

Se

$Y_i^k > 0$ , indica venda e se

- $(A_j - X_i) > 0$ , o investidor é exercido, obrigado a vender.
- $(A_j - X_i) < 0$ , o investidor não é exercido.

$Y_i^k < 0$ , indica compra e se

- $(A_j - X_i) > 0$ , o investidor exerce o direito de compra.
- $(A_j - X_i) < 0$ , o investidor não exerce o direito de compra.

Quando o investidor é exercido ou exerce o direito de compra, realizamos o cálculo, caso contrário,  $(A_j - X_i)$  vale zero.

As operações formadas constituem-se de quatro campos, podendo variar entre compra e venda de uma opção associada ao seu respectivo *strike*,  $(X_1, X_2, X_3, X_4)$ , ou seja, tem-se a operação do tipo  $(Y_1, Y_2, Y_3, Y_4)_k$  onde  $Y_1^k$  está associado ao *strike*  $X_1$  e assim sucessivamente.

Para o valor da operação  $V_{(k,n)}$  compreendido nos estágios entre  $n = 0$  até  $N - 1$ , calcula-se a melhor decisão para cada estado, onde  $k$  varia de 0 até  $K$ .

Para cada estágio  $n$ , fixa-se um estado  $k$ , e calcula-se qual é o valor necessário para fazer a mudança entre o estado  $k,n$  e o estado associado  $l,n+1$ . O valor armazenado da operação é o máximo entre estes valores e o estado  $l$ . O estado onde o valor máximo foi obtido, indica a posição no estado associado.

$$V_{(k,n)} = \max \left[ \sum_{i=1}^4 (Y_i^l - Y_i^k) * C_i^n + V_{(l,n+1)} \right] \forall l = 1 \rightarrow K$$

Onde:

$Y_i^k$  = quantidade de compra/venda de opções de *strike*  $X_i$  no estado  $k$ .

$Y_i^l$  = quantidade de compra/venda de opções de *strike*  $X_i$  no estado  $l$

$C_i^n$  = preço da opção de *strike*  $X_i$  no estágio  $n$ .

$V_{(l,n+1)}$  = valor esperado do estado  $l$  no estágio  $n + 1$

$k, l$  = estado.

$n$  = estágio a ser analisado.

Por exemplo, sejam os estados com  $k = 4$  e  $l = 16$  e as operações nestes estados sendo respectivamente  $(-100, 0, 100, 0)$  e  $(100, 0, -100, 0)$ . A operação com  $k = 4$ , é o estado que está fixado, e a operação com  $l = 16$ , é o estado no estágio posterior que está sendo comparado. A posição  $Y_1^4$  na primeira operação é a compra

de 100 opções e na segunda,  $Y_1^{16}$ , a venda de 100 opções. Deve-se vender 200 opções  $X_1$ , para que a posição  $Y_1$  da primeira operação fique igual à segunda, e na posição  $Y_3$ , deve-se comprar 200 opções  $X_3$ . Em  $Y_2$  e  $Y_4$  nada precisa ser feito, pois as posições são iguais.

A tomada de decisão (TD) no momento  $n = 0$  é o estado de maior valor de operação obtido. O estado  $k$ , indica a trava a ser efetuada, ou seja, é a tomada de decisão no dia.

$$TD = \max \forall k = 0 \rightarrow K$$

No momento em que já se está posicionado em uma operação, e deseja-se avaliar se deve mudar ou não, o custo para sair dessa posição é calculado e inserido no valor de operação para todos os estados do estágio 0, exceto para aquele estado cuja operação é a mesma da que o investidor está posicionado.

#### 5.3.5 Fluxograma do método

De acordo com os dados de entrada, critérios adotados e com a formulação de um modelo para avaliar uma operação no Mercado de Opções, fazendo o uso da PDP, pode-se mostrar através de um fluxograma as principais características do método proposto, conforme Figura 8.

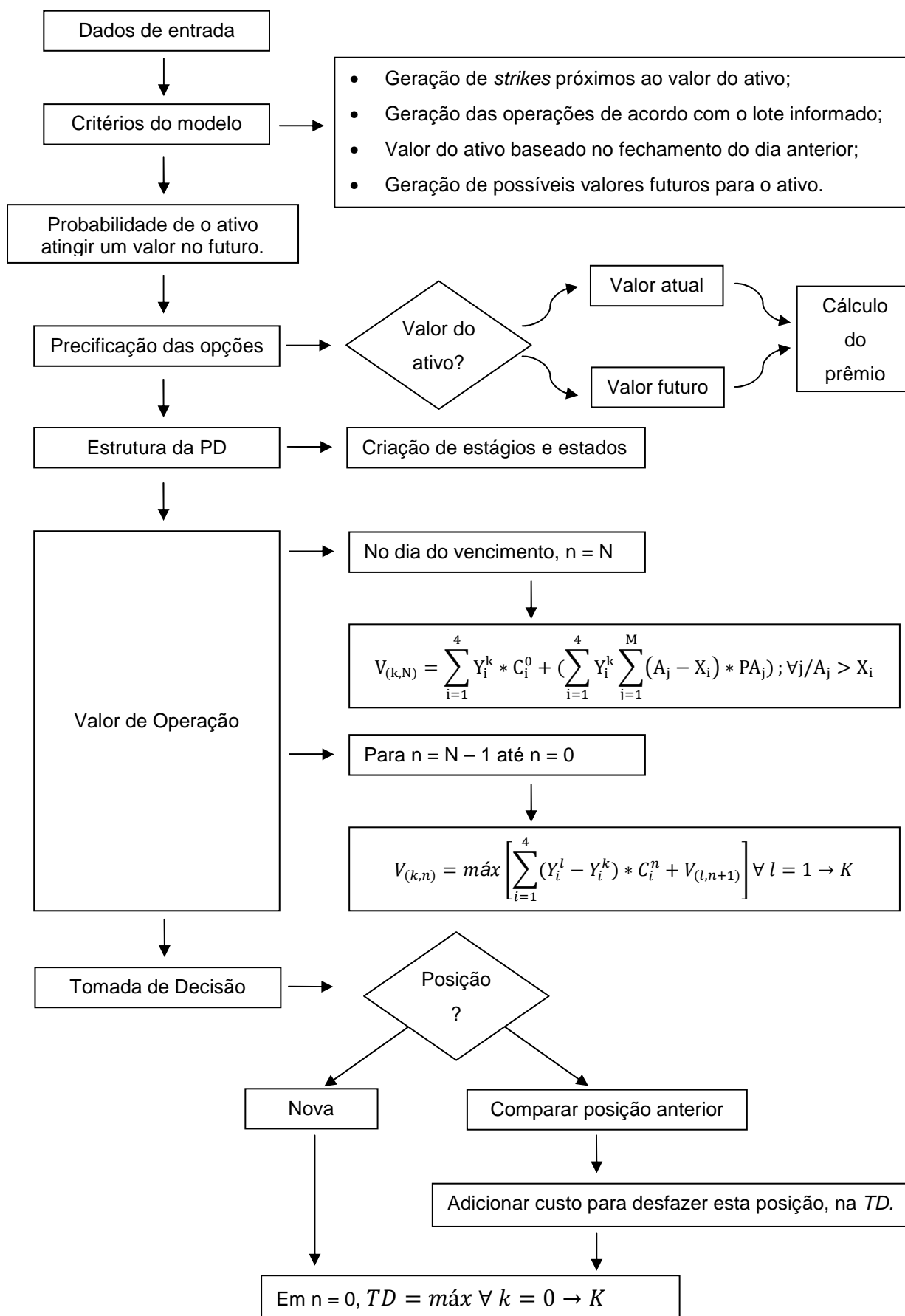


FIGURA 8 – FLUXOGRAMA DO M TOD

FONTE: A autora (2009)

## 6 RESULTADOS

### 6.1 PROBABILIDADE DO ATIVO

O cálculo da probabilidade do valor do ativo atingir um preço no futuro é feito usando a fórmula 2, mencionada anteriormente e para escolher a variação de valores futuros a serem analisados, analisa-se o arquivo de cotações diárias do ativo, referente à 22 dias anteriores à data informada e busca-se o valor inteiro máximo e mínimo que o ativo teve neste período. Ao valor mínimo subtraímos \$20,00 e ao valor máximo, somamos \$20,00. Caso o valor mínimo do ativo fique negativo ao efetuar esta operação, ele passa a valer \$1,00. Este parâmetro com valor igual a \$20,00 foi usado, pois garante abranger a maioria das possibilidades de preço para o ativo em questão e que terá somatório das probabilidades muito próximo ou igual a 100%. A Tabela 6 mostra os parâmetros usados e qual foi a soma das probabilidades dos ativos analisados<sup>3</sup>:

TABELA 6 – ESCOLHA DO PARÂMETRO PARA CALCULAR OS VALORES POSSÍVEIS DO ATIVO NO FUTURO

Parâmetro	Soma das Probabilidades
5	70,0009%
10	96,5899%
15	99,84%
20	100%

FONTE: A autora (2009)

A Tabela 7 mostra as probabilidades dos possíveis valores para um ativo ficar dentro de uma faixa de preço. No dia 02/02/2009 o ativo teve preço de fechamento referente ao dia útil anterior igual a \$24,84 e os valores inteiros de mínimo e máximo em 22 dias úteis anteriores à data de decisão foram \$22,00 e \$25,00 respectivamente. Ao usar o parâmetro igual a 20, estes valores vão para \$2,00 e \$45,00, ou seja, pretende-se calcular a probabilidade do ativo chegar a \$2,00 até \$45,00 com variação de \$1,00.

---

<sup>3</sup> Data para decisão: 30/01/2009.



TABELA 7 – PROBABILIDADE DE O ATIVO FICAR EM UMA DETERMINADA FAIXA DE PREÇO NO DIA DE VENCIMENTO DA OPÇÃO

Valor Ativo	Probabilidade
[1,50 – 2,50[	2,7117E-107
[2,50 – 3,50[	2,5846E-80
[3,50 – 4,50[	9,3307E-63
[4,50 – 5,50[	2,50149999999907E-50
[5,50 – 6,50[	4,6534999974985E-41
[6,50 – 7,50[	6,77809953465E-34
[7,50 – 8,50[	3,2307932219E-28
[8,50 – 9,50[	1,247367692E-23
[9,50 – 10,50[	7,1517526E-20
[10,50 – 11,50[	9,288847E-17
[11,50 – 12,50[	3,704804E-14
[12,50 – 13,50[	5,682459E-12
[13,50 – 14,50[	3,973504E-10
[14,50 – 15,50[	0,00000001444393
[15,50 – 16,50[	0,000000302573
[16,50 – 17,50[	0,00000396588
[17,50 – 18,50[	0,0000347647
[18,50 – 19,50[	0,000215262
[19,50 – 20,50[	0,00094569
[20,50 – 21,50[	0,0035
[21,50 – 22,50[	0,0096
[22,50 – 23,50[	0,0219
[23,50 – 24,50[	0,0415
[24,50 – 25,50[	0,0667
[25,50 – 26,50[	0,0931
[26,50 – 27,50[	0,1141
[27,50 – 28,50[	0,1248
[28,50 – 29,50[	0,1228
[29,50 – 30,50[	0,1101
[30,50 – 31,50[	0,0908
[31,50 – 32,50[	6,91999999999999E-02
[32,50 – 33,50[	0,0494
[33,50 – 34,50[	0,0329
[34,50 – 35,50[	0,0209
[35,50 – 36,50[	0,0124
[36,50 – 37,50[	7,19999999999998E-03
[37,50 – 38,50[	3,90000000000001E-03
[38,50 – 39,50[	0,002
[39,50 – 40,50[	0,001
[40,50 – 41,50[	6,00000000000045E-04
[41,50 – 42,50[	1,99999999999978E-04
[42,50 – 43,50[	9,9999999999989E-05
[43,50 – 44,50[	9,9999999999989E-05
[44,50 – 45,50[	0
<b>Soma Prob.</b>	<b>1</b>

FONTE: A autora (2009)

## 6.2 ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS

Todas as estratégias propostas pelo método foram avaliadas posteriormente com os valores reais do mercado das opções de compra referentes aos *strikes* criados para analisar os resultados obtidos, e utilizou-se a menor taxa de corretagem (Mesa de Operações ou *Home Broker*) observada para cada operação, já deduzida do valor final de cada operação.

Na seção de anexos, podem-se consultar os valores reais das opções de compra para os meses de janeiro a maio de 2009, bem como os cálculos realizados para cada mês.

### 6.2.1 Estratégia A1

Neste caso, o investidor toma uma decisão e a mantém até o dia do vencimento da opção.

Os resultados obtidos para uma decisão faltando 10 dias para o vencimento da opção, durante os meses de janeiro a maio de 2009, e baseado no valor do ativo no dia de decisão para o cálculo da precificação de opções podem ser observados nas Tabelas 8 e 9:

TABELA 8 – RESULTADOS DA ESTRATÉGIA A1 PARA LOTE 100

Mês	Lote 100			
	Valor Inicial	Valor Final	Lucro/Prejuízo	%
Jan.	-R\$ 561,79	R\$ 629,29	<b>R\$ 67,50</b>	<b>12,02%</b>
Fev.	-R\$ 481,45	R\$ 386,18	<b>-R\$ 95,27</b>	<b>-19,79%</b>
Mar.	-R\$ 466,90	R\$ 465,60	<b>-R\$ 1,29</b>	<b>-0,28%</b>
Abr.	-R\$ 857,80	R\$ 859,85	<b>R\$ 2,06</b>	<b>0,24%</b>
Mai.	-R\$ 511,58	R\$ 460,08	<b>-R\$ 51,50</b>	<b>-10,07%</b>
Totais	-R\$ 2.879,51	R\$ 2.801,00	<b>-R\$ 78,51</b>	<b>-2,73%</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 9 - RESULTADOS DA ESTRATÉGIA A1 PARA LOTE 1000

Mês	Lote 1000			
	Valor Inicial	Valor Final	Lucro/Prejuízo	%
Jan.	-R\$ 5.340,54	R\$ 6.491,54	<b>R\$ 1.151,00</b>	<b>21,55%</b>
Fev.	-R\$ 4.687,45	R\$ 4.065,76	<b>-R\$ 621,68</b>	<b>-13,26%</b>
Mar.	-R\$ 4.565,06	R\$ 4.807,17	<b>R\$ 242,11</b>	<b>5,30%</b>
Abr.	-R\$ 8.396,68	R\$ 8.697,55	<b>R\$ 300,88</b>	<b>3,58%</b>
Mai.	-R\$ 4.775,92	R\$ 4.881,20	<b>R\$ 105,28</b>	<b>2,20%</b>
Totais	-R\$ 27.765,64	R\$ 28.943,22	<b>R\$ 1.177,58</b>	<b>4,24%</b>

FONTE: A autora (2009)

Estes resultados mostram que adotando a estratégia A1, de janeiro a maio de 2009, o investidor terá um prejuízo de 2,73% (Tabela 10) sobre o valor total investido, e com lote igual a 1000, um lucro de 4,24% (Tabela 11).

### 6.2.2 Estratégia A2

Os resultados obtidos para uma decisão faltando 10 dias para o vencimento da opção, baseado no valor do ativo atingir um preço no futuro, dia a dia, até a data de vencimento da opção, para o cálculo da precificação de opções podem ser observados nas Tabelas 10 e 11:

TABELA 10 - RESULTADOS DA ESTRATÉGIA A2 PARA LOTE 100

Mês	Lote 100			
	Valor Inicial	Valor Final	Lucro/Prejuízo	%
Jan.	-R\$ 474,51	R\$ 487,81	<b>R\$ 13,30</b>	<b>2,80%</b>
Fev.	-R\$ 359,58	R\$ 580,14	<b>R\$ 220,56</b>	<b>61,34%</b>
Mar.	-R\$ 398,35	R\$ 561,95	<b>R\$ 163,59</b>	<b>41,07%</b>
Abr.	-R\$ 421,52	R\$ 318,51	<b>-R\$ 103,01</b>	<b>-24,44%</b>
Mai.	-R\$ 322,45	R\$ 392,40	<b>R\$ 69,94</b>	<b>21,69%</b>
Totais	-R\$ 1.976,41	R\$ 2.340,81	<b>R\$ 364,39</b>	<b>18,44%</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 11 - RESULTADOS DA ESTRATÉGIA A2 PARA LOTE 1000

Mês	Lote 1000			
	\$ Inicial	\$ Final	L/P	%
Jan.	-R\$ 4.649,70	R\$ 4.947,63	<b>R\$ 297,93</b>	<b>6,41%</b>
Fev.	-R\$ 3.546,03	R\$ 5.890,84	<b>R\$ 2.344,81</b>	<b>66,13%</b>
Mar.	-R\$ 3.912,51	R\$ 5.710,68	<b>R\$ 1.798,17</b>	<b>45,96%</b>
Abr.	-R\$ 4.147,23	R\$ 3.219,98	<b>-R\$ 927,25</b>	<b>-22,36%</b>
Mai.	-R\$ 3.185,31	R\$ 3.973,96	<b>R\$ 788,65</b>	<b>24,76%</b>
Totais	-R\$ 19.440,77	R\$ 23.743,09	<b>R\$ 4.302,32</b>	<b>22,13%</b>

FONTE: A autora (2009)

Estes resultados mostram que para a estratégia A2, no geral, o investidor obtém lucro sobre o valor total investido, tanto ao operar com lote igual a 100 ou igual a 1000 (18,44% - Tabela 10; e 22,13% - Tabela 11; respectivamente).

### 6.2.3 Estratégia B1 e B2

As estratégias B1 e B2 mostraram o mesmo resultado, ao fazer a precificação das opções tanto com o valor do ativo do dia da decisão quanto com o

cálculo da probabilidade de o ativo atingir um valor no futuro até o dia do vencimento.

Ao tomar uma decisão 10 dias antes do vencimento da opção, para os meses de janeiro a maio de 2009, e atualizar esta decisão, dia a dia, até o prazo final, o método resultou nos valores mostrados nas Tabelas 12 e 13:

TABELA 12 – RESULTADOS DA ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA LOTE 100

Mês	Lote 100			
	Valor Inicial	Valor Final	Lucro/Prejuízo	%
Jan.	-R\$ 3.764,99	R\$ 3.656,48	<b>-R\$ 108,51</b>	<b>-2,88%</b>
Fev.	-R\$ 3.900,30	R\$ 3.861,60	<b>-R\$ 38,70</b>	<b>-0,99%</b>
Mar.	-R\$ 3.849,80	R\$ 3.817,79	<b>-R\$ 32,01</b>	<b>-0,83%</b>
Abr.	-R\$ 3.302,09	R\$ 2.998,97	<b>-R\$ 303,12</b>	<b>-9,18%</b>
Mai.	-R\$ 3.256,57	R\$ 3.141,11	<b>-R\$ 115,46</b>	<b>-3,55%</b>
Totais	-R\$ 18.073,75	R\$ 17.475,95	<b>-R\$ 597,80</b>	<b>-3,31%</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 13 – RESULTADOS DA ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA LOTE 1000

Mês	Lote 1000			
	Valor Inicial	Valor Final	Lucro/Prejuízo	%
Jan.	-R\$ 36.928,60	R\$ 37.249,78	<b>R\$ 321,18</b>	<b>0,87%</b>
Fev.	-R\$ 38.305,67	R\$ 39.355,35	<b>R\$ 1.049,68</b>	<b>2,74%</b>
Mar.	-R\$ 37.772,79	R\$ 38.934,65	<b>R\$ 1.161,86</b>	<b>3,08%</b>
Abr.	-R\$ 32.548,73	R\$ 30.441,29	<b>-R\$ 2.107,44</b>	<b>-6,47%</b>
Mai.	-R\$ 32.126,57	R\$ 31.866,91	<b>-R\$ 259,66</b>	<b>-0,81%</b>
Totais	-R\$ 177.682,36	R\$ 177.847,98	<b>R\$ 165,61</b>	<b>0,09%</b>

FONTE: A autora (2009)

Os resultados das estratégias B1 e B2 para lote igual a 100 resultaram em prejuízo devido à incidência diária da taxa de corretagem nas operações e para lote igual a 1000, entre lucro e prejuízo obtidos durante estes meses, no montante final o investidor teve um lucro, porém muito baixo, para um valor de investimento muito alto.

#### 6.2.4 Estratégia C1

Durante os meses de janeiro a maio de 2009, ao tomar uma decisão 10 dias antes do vencimento da opção, o investidor se posiciona na estratégia sugerida pelo método e, uma semana depois, verifica se o método propõe uma mudança de posição de estratégia. Os resultados obtidos mês a mês são mostrados nas Tabelas

14 e 15, para lote igual a 100 e 1000, respectivamente, e a precificação das opções estão baseadas no valor do ativo no dia de decisão:

TABELA 14 - RESULTADOS DA ESTRATÉGIA C1 PARA LOTE 100

Mês	Lote 100			
	Valor Inicial	Valor Final	Lucro/Prejuízo	%
Jan.	-R\$ 759,21	R\$ 735,00	<b>-R\$ 24,21</b>	<b>-3,19%</b>
Fev.	-R\$ 775,31	R\$ 956,82	<b>R\$ 181,51</b>	<b>23,41%</b>
Mar.	-R\$ 648,04	R\$ 833,62	<b>R\$ 185,59</b>	<b>28,64%</b>
Abr.	-R\$ 707,87	R\$ 589,76	<b>-R\$ 118,11</b>	<b>-16,68%</b>
Mai.	-R\$ 594,99	R\$ 646,59	<b>R\$ 51,60</b>	<b>8,67%</b>
Totais	-R\$ 3.485,42	R\$ 3.761,79	<b>R\$ 276,37</b>	<b>7,93%</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 15 – RESULTADOS DA ESTRATÉGIA C1 PARA LOTE 1000

Mês	Lote 1000			
	Valor Inicial	Valor Final	Lucro/Prejuízo	%
Jan.	-R\$ 7.445,43	R\$ 7.457,19	<b>R\$ 11,76</b>	<b>0,16%</b>
Fev.	-R\$ 7.578,39	R\$ 9.783,41	<b>R\$ 2.205,02</b>	<b>29,10%</b>
Mar.	-R\$ 6.386,66	R\$ 8.461,22	<b>R\$ 2.074,57</b>	<b>32,48%</b>
Abr.	-R\$ 6.972,50	R\$ 5.978,25	<b>-R\$ 994,25</b>	<b>-14,26%</b>
Mai.	-R\$ 5.875,36	R\$ 6.548,97	<b>R\$ 673,61</b>	<b>11,47%</b>
Totais	-R\$ 34.258,33	R\$ 38.229,04	<b>R\$ 3.970,71</b>	<b>11,59%</b>

FONTE: A autora (2009)

## 6.2.5 Estratégia C2

Para a precificação das opções baseado na probabilidade de atingir um valor futuro até o dia do vencimento, as Tabelas 16 e 17 mostram os resultados obtidos, operando com lote igual a 100 e 1000 respectivamente.

TABELA 16 – RESULTADOS DA ESTRATÉGIA C2 PARA LOTE 100

Mês	Lote 100			
	Valor Inicial	Valor Final	Lucro/Prejuízo	%
Jan.	-R\$ 759,21	R\$ 735,00	<b>-R\$ 24,21</b>	<b>-3,19%</b>
Fev.	-R\$ 775,31	R\$ 956,82	<b>R\$ 181,51</b>	<b>23,41%</b>
Mar.	-R\$ 620,08	R\$ 798,39	<b>R\$ 178,31</b>	<b>28,76%</b>
Abr.	-R\$ 707,87	R\$ 589,76	<b>-R\$ 118,11</b>	<b>-16,68%</b>
Mai.	-R\$ 594,99	R\$ 646,59	<b>R\$ 51,60</b>	<b>8,67%</b>
Totais	-R\$ 3.457,46	R\$ 3.726,56	<b>R\$ 269,10</b>	<b>7,78%</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 17 – RESULTADOS DA ESTRATÉGIA C2 PARA LOTE 1000

Mês	Lote 1000			
	Valor Inicial	Valor Final	Lucro/Prejuízo	%
Jan.	-R\$ 7.445,43	R\$ 7.457,19	<b>R\$ 11,76</b>	<b>0,16%</b>
Fev.	-R\$ 7.578,39	R\$ 9.783,41	<b>R\$ 2.205,02</b>	<b>29,10%</b>
Mar.	-R\$ 6.102,04	R\$ 8.115,76	<b>R\$ 2.013,72</b>	<b>33,00%</b>
Abr.	-R\$ 6.972,50	R\$ 5.978,25	<b>-R\$ 994,25</b>	<b>-14,26%</b>
Mai.	-R\$ 5.875,36	R\$ 6.548,97	<b>R\$ 673,61</b>	<b>11,47%</b>
Totais	-R\$ 33.973,72	R\$ 37.883,58	<b>R\$ 3.909,86</b>	<b>11,51%</b>

FONTE: A autora (2009)

A atualização semanal de uma estratégia mostra que tanto para a precificação das opções com base no valor do ativo no dia de decisão ou no valor futuro do ativo até o dia do vencimento, ou seja, estratégias C1 e C2, o investidor obtém lucros tanto operando com lote igual a 100 (7,93% - Tabela 14; e 7,78% - Tabela 16) ou com lote igual a 1000 (11,59% - Tabela 15; 11,51% - Tabela 17).

## 7 CONCLUSÕES

Definir uma estratégia, através da escolha de uma operação no mercado de opções, é uma tarefa que nem sempre leva o investidor a obter lucro, devido à instabilidade do Mercado Financeiro, no que se refere à Bolsa de Valores, e principalmente ao Mercado de Opções, pois uma variação dita como pequena no valor do ativo, tem uma variação grande no valor de sua opção.

Dessa forma, para avaliar o método proposto, algumas estratégias foram criadas, tanto para a precificação das opções baseada no valor do ativo no dia de decisão e baseada na probabilidade do valor do ativo chegar a um preço no futuro: A1, A2, B1, B2, C1 e C2.

De acordo com os resultados obtidos verifica-se que a estratégia B1 e B2 não são indicadas, pois gera um prejuízo ou um lucro muito pequeno porque as taxas de corretagem ao mudar de posição diariamente vão incidir sobre o lucro final do investidor, deixando-o no prejuízo ou com lucro pouco expressivo, observando também que para o lote igual a 1000, o valor investido é muito alto para um lucro muito pequeno. Outro fato importante, é que normalmente, no Mercado de opções não é comum ficar mudando a todo o momento de posição.

Por outro lado, as estratégias C1 e C2, ao analisar o total investido durante os meses de janeiro a maio de 2009 mostram que o investidor obtém lucros satisfatórios, superiores a investimentos como a poupança ou um título de renda fixa, tanto operando com lotes iguais a 100 ou a 1000.

Para a estratégia A1, para lotes iguais a 100, observa-se um prejuízo ao final do período estudado e para lotes iguais a 1000, um lucro satisfatório e para a estratégia A2, tanto para lotes iguais a 100 ou 1000 os resultados são bem melhores e com lucros mais expressivos do que ao utilizar a estratégia A1.

Dessa forma, pode-se concluir que as melhores taxas percentuais de lucro foram obtidas ao utilizar o método proposto, dentro das estratégias A2, C1 e C2, tanto para lotes iguais a 100 ou a 1000, mas lembrando que, o valor investido em cada um é diferente, ou seja, para lotes iguais a 100 o risco é menor do que lotes iguais a 1000, apesar de ambos terem mostrado lucros.

A média de tempo computacional após o usuário dar entrada nos dados do programa desenvolvido (que pode ser visto na seção de anexos) leva em torno de 25 segundos, tempo no qual o método proposto é calculado para qualquer uma das estratégias propostas, verificados em um notebook HP Pavilion, modelo dv6920us Core 2 Duo com 2.0GHz e 3GB de memória RAM.

Como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se:

- Precificar as opções utilizando a simulação através do Método do Monte Carlo, Modelo Binomial (MONTEIRO, 2003) e o modelo de *Support Vector Regression*, este que recentemente, apresentou melhores resultados do que o modelo de *Black-Sholes* (BELTRAMI, 2009), para que os resultados obtidos sejam comparados com os deste trabalho.
- Estudar uma distribuição de probabilidade diferente da utilizada neste trabalho para o cálculo do valor futuro de um ativo, para comparar os resultados.
- Ampliar os tipos de operações, aumentando as operações formadas.
- Ampliar o período estudado, estendendo para os demais meses do ano de 2009, e se possível fazer comparações com os anos anteriores.



## REFERÊNCIAS

BELTRAMI, M. **Precificações de opções no Mercado Brasileiro utilizando modelos de *Support Vector Regression***. 120 f. Dissertação (Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia) – Setores de Tecnologia e Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

BESSADA, O. **O mercado futuro e de opções: os fundamentos teóricos-operacionais para a montagem de estratégias de investimento no mercado de derivativos**. Rio de Janeiro: Record, 3ª edição, 1995.

BODIE, Z; KANE, A; MARCUS, A. J. **Fundamentos de Investimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2002. 3ª edição. Capítulos 1 e 16.

BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS. **Mercados Derivativos**. Disponível em <[http://lojavirtual.bmf.com.br/LojaIE/Portal/Pages/publicacoes/SerieIntrodutoria/Serie\\_Introdutoria\\_Derivativos.pdf](http://lojavirtual.bmf.com.br/LojaIE/Portal/Pages/publicacoes/SerieIntrodutoria/Serie_Introdutoria_Derivativos.pdf)>. Acesso em 29/11/2008.

BOVESPA<sup>1</sup>. **Como atuar no Mercado de Opções**. Disponível em <<http://www.bovespa.com.br/pdf/opcoes.pdf>>. Acesso em 29/11/2008.

BOVESPA<sup>2</sup>. **Introdução ao Mercado de Capitais**. Disponível em <<http://www.bovespa.com.br/Pdf/merccap.pdf>>. Acesso em 29/11/2008.

BOVESPA<sup>3</sup>. **Mercado à vista: Comprar e vender ações**. Disponível em <<http://www.bovespa.com.br/pdf/mercqvist080604.pdf>>. Acesso em 29/11/2008.

BOVESPA<sup>4</sup>. **Home Broker**. Disponível em: <<http://www.bovespa.com.br/home/redirect.asp?end=/Mercado/RendaVariavel/Homebroker/HomeBroker.asp>>. Acesso em 29/11/2008.

BOVESPA<sup>5</sup>. **Porque seus sonhos precisam de ação**. Disponível em <[http://www.bovespa.com.br/pdf/fs\\_publicacao.pdf](http://www.bovespa.com.br/pdf/fs_publicacao.pdf)>. Acesso em 29/11/2008.

BOVESPA<sup>6</sup>. **Dicionário de Finanças**. Disponível em <[http://www.bovespa.com.br/home/Redirect.asp?end=/Bovespa/Publicacoes/publ\\_gra.asp](http://www.bovespa.com.br/home/Redirect.asp?end=/Bovespa/Publicacoes/publ_gra.asp)>. Acesso em 29/11/2008.

BOVESPA<sup>7</sup>. **Curso Básico: Mercado de ações.** Disponível em <[http://www.bovespa.com.br/Investidor/CursoBasico/fra\\_cur\\_acoes.htm](http://www.bovespa.com.br/Investidor/CursoBasico/fra_cur_acoes.htm)>. Acesso em 29/11/2008.

BRONSON, R. **Pesquisa Operacional.** São Paulo: McGraw-Hill, 1985.

CBOE<sup>1</sup>. **Options Overview.** Disponível em <[http://www.cboe.com/LearnCenter/cboeeducation/Course\\_01\\_01/mod\\_01\\_01.aspx](http://www.cboe.com/LearnCenter/cboeeducation/Course_01_01/mod_01_01.aspx)>. Acesso em 01/12/2008.

FERNANDES, A. C; SANTOS, C.M. **Avaliação de Estratégias de investimento com opções.** Porto: Faculdade de Economia do Porto, 2001. Disponível em <<http://www.fep.up.pt/investigacao/workingpapers/wp113.pdf>>. Acesso em 12/12/2008.

FORTUNA, E. **Mercado Financeiro: Produtos e Serviços.** Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2005, 16ª edição. Capítulos 3 e 10.

GITMAN, L. J; JOEHNK, M. D. **Princípios de Investimentos.** São Paulo: Person Addison Wesley, 8ª edição, 2005.

GOLDBARG, M.C; LUNA, H.P.L. **Otimização Combinatória e Programação Linear: modelos e algoritmos.** Rio de Janeiro: Elsevier, 8ª edição, 2005.

HILLIER, F.S; LIEBERMAN, G.J. **Introdução à Pesquisa Operacional.** São Paulo: McGraw-Hill, 8ª edição, 2006.

HISSA, M. **Investindo em Opções: como aumentar seu capital operando com segurança.** Rio de Janeiro: Elsevier, 3ª edição, 2007.

HULL, J. C. **Fundamentos dos Mercados de Futuros e de Opções.** São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 4ª edição, 2005.

LEW, A; MAUCH, H. **Dynamic Programming: a Computational Tool.** Berlin: Springer, 2007.

LUSS, R. **Iterative Dynamic Programming: a Computational Tool.** Monographs and surveys in pure and applied mathematics; 110. Chapman & Hall/CRC Berlin, 2000.

MARQUES, G.M; ET.all. **Aplicação da Programação Dinâmica na Substituição de Equipamentos**. Sociedade de Investigações Florestais, Revista Árvore, Viçosa: 2005. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v29n5/a10v29n5.pdf> (acesso em agosto/2009).

MONTEIRO, R.C. **Contribuições da abordagem de avaliação de opções reais em ambientes econômicos de grande volatilidade – uma ênfase no cenário latino-americano**. 200f. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade) – Departamento de Contabilidade e Atuária, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

NUNES, P. **Programação Dinâmica: temas complementares em Investigação Operacional**. Mestrado em Matemática Aplicada, Investigação Operacional – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2005.

PFÜTZENREUTER, E. **Investindo no Mercado de Opções: aprenda a operar opções na Bolsa com segurança e controle dos riscos**. São Paulo: Novatec Editora, 2008.

POWELL, W.B. **Approximate Dynamic Programming for Operations Research: Solving the curses of dimensionality**. 449f. Departamento of Operations Research and Financial Engineering – Princeton University, Princeton, New Jersey, 2005.

SILVA NETO, L. A. **Opções: do tradicional ao exótico**. São Paulo: Atlas, 2ª edição, 1996.

#### DOCUMENTOS CONSULTADOS:

TAXA SELIC – BANCO CENTRAL DO BRASIL, disponível em: <http://www.bcb.gov.br/?COPOMJUROS>. Acesso em julho/2009.

## APÊNDICE 1

### ESTRUTURA DO PROGRAMA

O programa desenvolvido tem o layout que pode ser visto na Figura 9, e sua interface com o usuário é descrita em seguida.

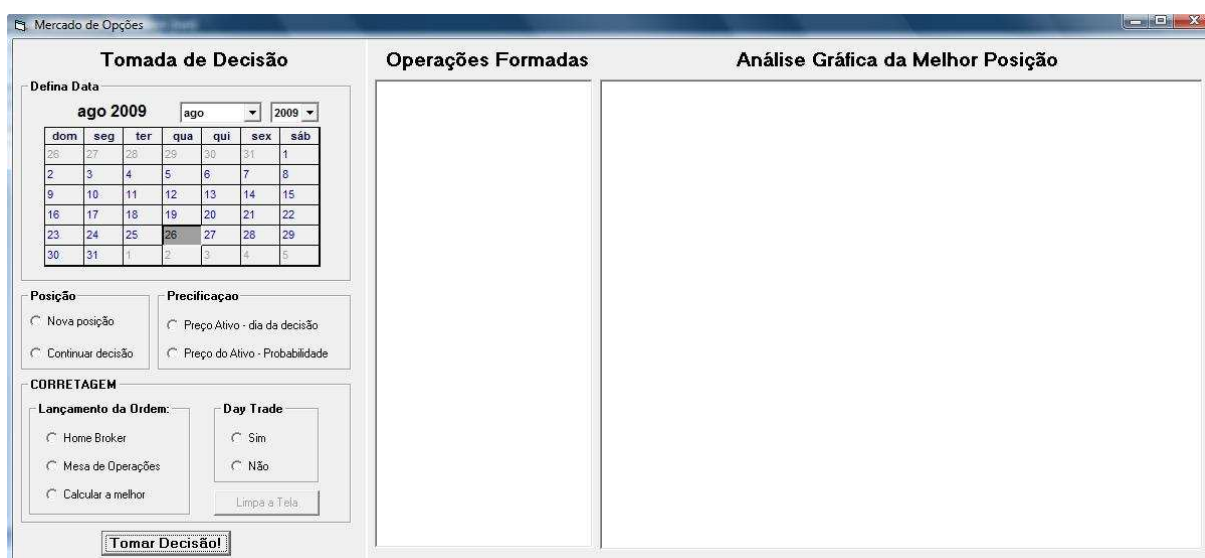


FIGURA 9 – INTERFACE DO PROGRAMA

FONTE: A autora (2009)

A entrada de dados no programa consiste em informar:

- **Data para a tomada de decisão:** o usuário dispõe de um calendário para a escolha da data (Figura 10).

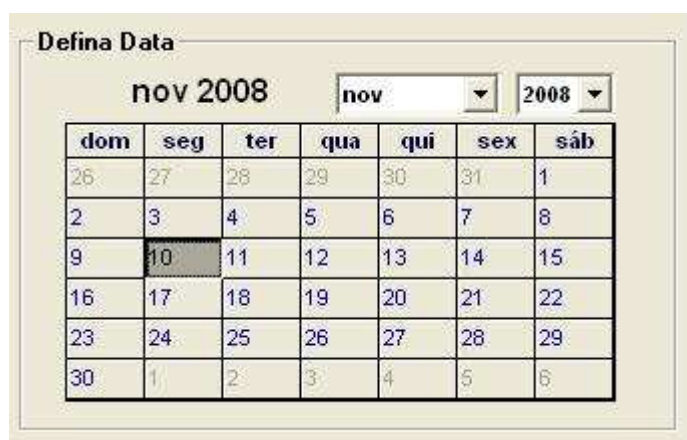


FIGURA 10 – CALENDÁRIO PARA INFORMAÇÃO DA DATA PARA TOMADA DE DECISÃO

FONTE: A autora (2009)

Ao localizar a data informada, o programa localiza a data de vencimento da opção para o mês informado.

Se a data informada for anterior ao vencimento da opção, o usuário pode escolher entre operar neste mês ou no próximo (Figura 11), caso contrário, as operações serão realizadas para o próximo mês (Figura 12).

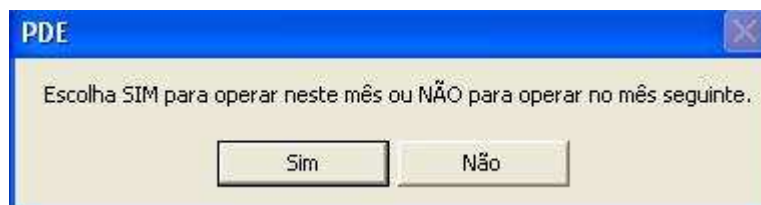


FIGURA 11 – DATA INFORMADA ANTERIOR AO VENCIMENTO DA OPÇÃO

FONTE: A autora (2009)

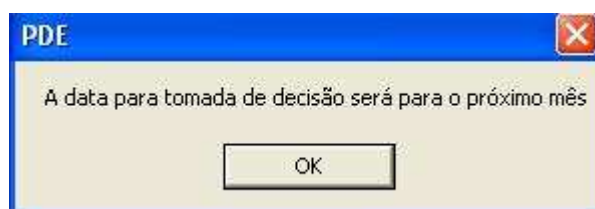


FIGURA 12 – DATA INFORMADA POSTERIOR AO VENCIMENTO DA OPÇÃO

FONTE : A AUTORA (2009).

- **Tipo de Corretagem:** nesta opção, o usuário informa se estará operando através de uma Corretora pelo acesso ao *HomeBroker* ou pela Mesa de Operações e se ainda preferir, poderá optar para que o programa informe em qual das duas terá o menor custo. Além disso, deve informar se a operação será do tipo *Day Trade* (Figura 13).



FIGURA 13 – OPÇÃO PARA ESCOLHA DO TIPO DE CORRETAGEM

FONTE: A autora (2009)

- **Precificação:** O usuário informa se o valor do ativo utilizado no cálculo da precificação de opções será baseado no valor informado no dia da decisão ou baseado no valor do ativo atingir um preço no futuro dia a dia até o vencimento da opção (Figura 14).

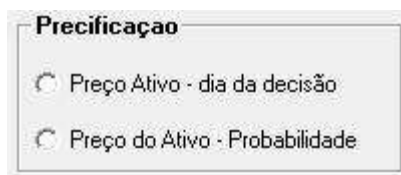


FIGURA 14 – ESCOLHA DO VALOR DO ATIVO PARA A PRECIFICAÇÃO DE OPÇÕES

FONTE: A autora (2009)

- **Posição:** Quando a opção selecionada for para continuar uma decisão (Figura 15), o programa fará a leitura em um arquivo o qual terá a gravação das informações sobre esta posição.



FIGURA 15 – DEFINIÇÃO DA POSIÇÃO

FONTE: A autora (2009)

- **Quantidade do lote a ser operado:** Dado que indica a quantidade do lote a ser operado na compra e venda de opções (Figura 16).

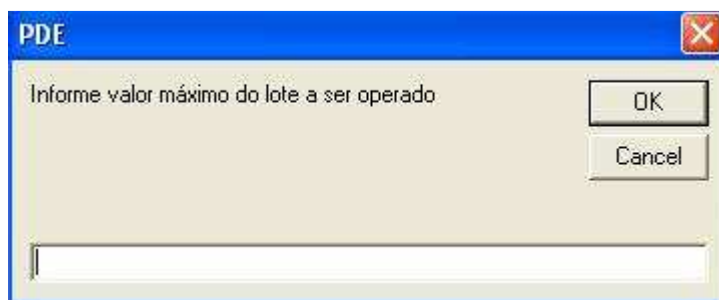


FIGURA 16 – INFORMAÇÃO DO VALOR DO LOTE A SER OPERADO

FONTE: A autora (2009)

As operações possíveis de acordo com o lote máximo informado são formadas. Todas as possíveis operações são mostradas na tela para o usuário.

Cada operação formada é composta de quatro campos. Cada campo está associado a um *strike price*  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  e  $X_4$  da série de opção a ser negociada. O sinal negativo indica compra (paga-se o prêmio da opção) e o positivo venda (recebe-se o prêmio da opção).

Logo em seguida o usuário clica no botão “Tomar decisão” e o programa faz os cálculos baseado nos dados informados e de acordo com o método proposto, gerando a tela final, onde a posição de saída no dia de decisão é a operação que o usuário deve realizar neste momento, como pode ser visto na Figura 17.

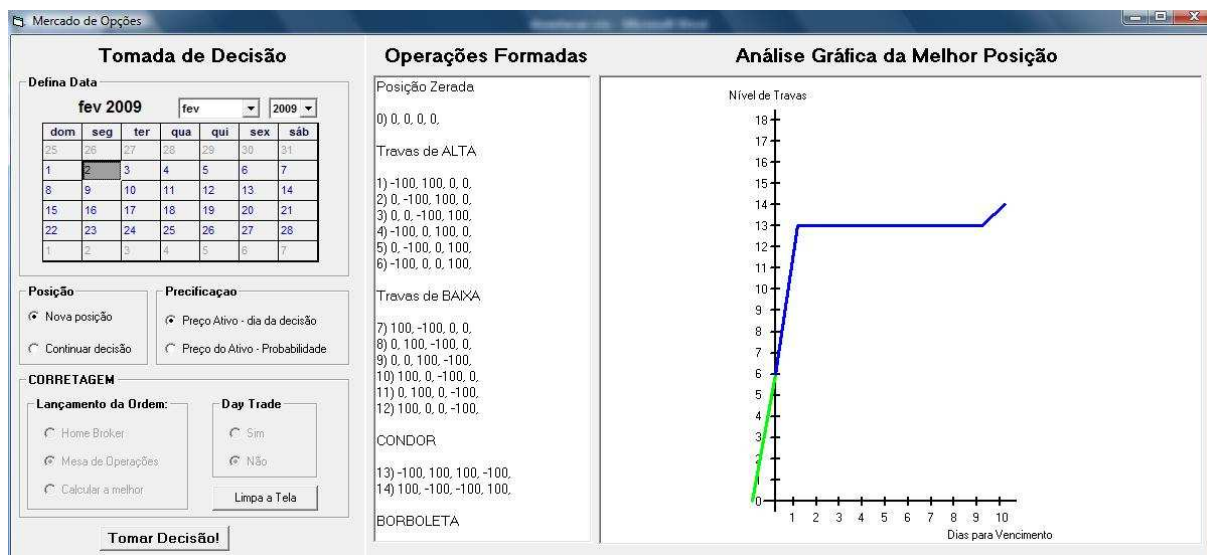


FIGURA 17 – TELA FINAL, COM A POSIÇÃO A SER TOMADA NO DIA DE DECISÃO

FONTE: A autora (2009)

Ressalta-se que o programa desenvolvido, não possui conexão direta ou *on-line* com nenhum *home-broker*, sendo que seu uso pode ser feito a parte, normalmente após o fechamento do pregão, ou antes, da sua abertura no dia seguinte.

## APÊNDICE 2

### VALORES (EM R\$) DAS OPÇÕES PARA OS MESES DE JANEIRO A MAIO, PARA OS *STRIKES* GERADOS PELO PROGRAMA<sup>4</sup>

TABELA 18 – VALORES REAIS DAS OPÇÕES PARA O MÊS DE JANEIRO/2009

DATA	Strike 20	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28
05/01/2009	5,675	3,815	2,19	1,065	0,42
06/01/2009	6,31	4,365	2,605	1,27	0,515
07/01/2009	5,425	3,495	1,895	0,78	0,295
08/01/2009	5,5	3,695	2,035	0,835	0,285
09/01/2009	6,325	4,35	2,63	1,15	0,435
12/01/2009	5,18	3,28	1,535	0,52	0,17
13/01/2009	4,715	2,815	1,23	0,325	0,1
14/01/2009	4,475	2,58	0,995	0,245	0,055
15/01/2009	4,095	2,185	0,635	0,095	0,02
16/01/2009	5	2,905	0,955	0,125	0,02
19/01/2009	5	2,885	0,565	0,015	0,01

FONTE: CMA ADVANCED WEB (2009)

TABELA 19 - VALORES REAIS DAS OPÇÕES PARA O MÊS DE FEVEREIRO/2009

DATA	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Strike 30
02/02/2009	3,765	2,015	0,845	0,255	0,08
03/02/2009	4,06	2,325	0,925	0,26	0,075
04/02/2009	4,81	2,935	1,265	0,365	0,11
05/02/2009	4,635	2,705	1,13	0,295	0,08
06/02/2009	5,495	3,485	1,67	0,55	0,15
09/02/2009	6,35	4,3	2,36	0,845	0,215
10/02/2009	6,26	4,305	2,365	0,83	0,2
11/02/2009	5,945	3,845	1,94	0,55	0,12
12/02/2009	5,375	3,395	1,525	0,35	0,045
13/02/2009	6,25	4,11	2,11	0,46	0,035
16/02/2009	6,135	4,185	1,775	0,205	0,01

FONTE: CMA ADVANCED WEB (2009)

<sup>4</sup> Estes valores foram calculados fazendo uma média do valor mínimo e máximo em cada dia.



TABELA 20 - VALORES REAIS DAS OPÇÕES PARA O MÊS DE MARÇO/2009

DATA	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Strike 30
02/03/2009	4,495	2,97	1,47	0,62	0,22
03/03/2009	3,845	2,245	1,03	0,4	0,15
04/03/2009	4,895	3,075	1,555	0,57	0,195
05/03/2009	4,95	3,165	1,55	0,565	0,155
06/03/2009	4,765	2,975	1,475	0,545	0,16
09/03/2009	4,625	2,535	1,19	0,38	0,095
10/03/2009	5,425	3,48	1,67	0,485	0,09
11/03/2009	5,85	3,905	2,02	0,565	0,085
12/03/2009	5,96	4	2,05	0,475	0,065
13/03/2009	6,465	4,525	2,505	0,625	0,05
16/03/2009	6,105	4,3	1,6	0,355	0,01

FONTE: CMA ADVANCED WEB (2009)

TABELA 21 - VALORES REAIS DAS OPÇÕES PARA O MÊS DE ABRIL/2009

DATA	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Strike 32	Strike 34
03/04/2009	4,51	2,73	1,245	0,4	0,11
06/04/2009	4,24	2,495	1,065	0,29	0,085
07/04/2009	4,295	2,49	1,005	0,275	0,08
08/04/2009	4,025	2,205	0,825	0,22	0,055
09/04/2009	4,95	3,045	1,3	0,305	0,065
13/04/2009	5,09	3,125	1,35	0,335	0,065
14/04/2009	5,17	3,265	1,45	0,335	0,055
15/04/2009	4,445	2,49	0,825	0,145	0,025
16/04/2009	4,48	2,51	0,65	0,055	0,015
17/04/2009	4,22	2,215	0,435	0,015	0,01
20/04/2009	3,265	1,295	0,02	0,01	0,001

FONTE: CMA ADVANCED WEB (2009)

TABELA 22 - VALORES REAIS DAS OPÇÕES PARA O MÊS DE MAIO/2009

DATA	Strike 28	Strike 30	Strike 32	Strike 34	Strike 36
04/05/2009	3,32	1,7	0,585	0,17	0,055
05/05/2009	4,285	2,4	0,95	0,255	0,07
06/05/2009	5,09	3,14	1,51	0,45	0,12
07/05/2009	4,9	2,9	1,32	0,435	0,12
08/05/2009	5,005	3,01	1,375	0,405	0,105
11/05/2009	4,92	2,975	1,295	0,32	0,06
12/05/2009	5,305	3,24	1,44	0,345	0,055
13/05/2009	4,08	2,115	0,61	0,09	0,02
14/05/2009	3,95	2,04	0,445	0,04	0,015
15/05/2009	3,73	1,83	0,23	0,02	0,01
18/05/2009	4,02	2,03	0,09	0,01	0,01

FONTE: CMA ADVANCED WEB (2009)

### APÊNDICE 3

#### CÁLCULO DO LUCRO/PREJUÍZO PARA CADA MÊS, DE JANEIRO A MAIO DE 2009, PARA CADA TIPO DE ESTRATÉGIA.

TABELA 23 – ESTRATÉGIA A1 PARA JANEIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 20	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Entrada	Saída	Valor Final
05/01	Op. 6	-100	0	0	100	-R\$ 474,51	-	-R\$ 474,51
06/01	Op. 13	-100	100	100	-100	-R\$ 87,28	R\$ 489,12	-R\$ 72,67
19/01							R\$ 140,17	<b>R\$ 67,50</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 24 – ESTRATÉGIA A1 PARA FEVEREIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Entrada	Saída	Valor Final
02/02	Op. 6	-100	0	0	100	-R\$ 359,58		-R\$ 359,58
03/02	Op. 13	-100	100	100	-100	-R\$ 121,87	R\$ 370,78	-R\$ 110,67
16/02							R\$ 15,40	<b>-R\$ 95,27</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 25 – ESTRATÉGIA A1 PARA MARÇO, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Entrada	Saída	Valor Final
02/03	Op. 6	-100	0	0	100	-R\$ 398,35		-R\$ 398,35
03/03	Op. 16	0	-100	200	-100	-R\$ 68,55	R\$ 335,44	-R\$ 131,46
16/03							R\$ 130,17	<b>-R\$ 1,29</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 26 – ESTRATÉGIA A1 PARA ABRIL, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Strike 32	Entrada	Saída	Valor Final
03/04	Op. 6	-100	0	0	100	-R\$ 421,48	-	-R\$ 421,48
06/04	Op. 4	-100	0	100	0	-R\$ 328,66	R\$ 385,33	-R\$ 364,82
15/04	Op.16	0	-100	200	-100	-R\$ 107,65	R\$ 350,89	-R\$ 121,57
20/04							R\$ 123,63	<b>R\$ 2,06</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 27 – ESTRATÉGIA A1 PARA MAIO, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 28	Strike 30	Strike 32	Strike 34	Entrada	Saída	Valor Final
04/05	Op. 6	-100	0	0	100	-R\$ 322,45		-R\$ 322,45
05/05	Op. 13	-100	100	100	-100	-R\$ 134,39	R\$ 393,31	-R\$ 63,53
12/05	Op.15	-100	200	-100	0	-R\$ 54,74	R\$ 77,62	-R\$ 40,65
18/05							-R\$ 10,85	<b>-R\$ 51,50</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 28 – ESTRATÉGIA A1 PARA JANEIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 20	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Entrada	Saída	Valor Final
05/01	Op. 6	-1000	0	0	1000	-R\$ 4.649,70		-R\$ 4.649,70
06/01	Op.13	-1000	1000	1000	-1000	-R\$ 690,84	R\$ 4.999,17	-R\$ 341,37
19/01							R\$ 1.492,37	<b>R\$ 1.151,00</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 29 – ESTRATÉGIA A1 PARA FEVEREIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Entrada	Saída	Valor Final
02/02	Op. 6	-1000	0	0	1000	-R\$ 3.546,03		-R\$ 3.546,03
03/02	Op. 13	-1000	1000	1000	-1000	-R\$ 1.141,42	R\$ 3.763,57	-R\$ 923,88
16/02							R\$ 302,20	<b>-R\$ 621,68</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 30 – ESTRATÉGIA A1 PARA MARÇO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Entrada	Saída	Valor Final
02/03	Op. 6	-1000	0	0	1000	-R\$ 3.912,51		-R\$ 3.912,51
03/03	Op. 16	0	-1000	2000	-1000	-R\$ 652,55	R\$ 3.408,67	-R\$ 1.156,39
16/03							R\$ 1.398,50	<b>R\$ 242,11</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 31 – ESTRATÉGIA A1 PARA ABRIL, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Strike 32	Entrada	Saída	Valor Final
03/04	Op. 6	-1000	0	0	1000	-R\$ 4.147,23		-R\$ 4.147,23
06/04	Op. 4	-1000	0	1000	0	-R\$ 3.212,76	R\$ 3.913,28	-R\$ 3.446,71
15/04	Op. 16	0	-1000	2000	-1000	-R\$ 1.036,68	R\$ 3.566,99	-R\$ 916,41
20/04							R\$ 1.217,28	<b>R\$ 300,88</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 32 – ESTRATÉGIA A1 PARA MAIO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 28	Strike 30	Strike 32	Strike 34	Entrada	Saída	Valor Final
04/05	Op. 6	-1000	0	0	1000	-R\$ 3.185,31		-R\$ 3.185,31
05/05	Op. 13	-1000	1000	1000	-1000	-R\$ 1.261,85	R\$ 3.993,27	-R\$ 453,89
12/05	Op. 15	-1000	2000	-1000	0	-R\$ 328,75	R\$ 894,85	R\$ 112,21
18/05							-R\$ 6,93	<b>R\$ 105,28</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 33 – ESTRATÉGIA A2 PARA JANEIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 20	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Entrada	Saída	Valor Final
05/01	Op. 6	-100	0	0	100	-R\$ 474,51		-R\$ 474,51
19/01							R\$ 487,81	<b>R\$ 13,30</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 34 – ESTRATÉGIA A2 PARA FEVEREIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Entrada	Saída	Valor Final
02/02	Op. 6	-100	0	0	100	-R\$ 359,58		-R\$ 359,58
16/02							R\$580,14	<b>R\$ 220,56</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 35 - ESTRATÉGIA A2 PARA MARÇO, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Entrada	Saída	Valor Final
02/03	Op. 6	-100	0	0	100	-R\$ 398,35		-R\$ 398,35
16/03							R\$ 561,95	<b>R\$ 163,59</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 36 - ESTRATÉGIA A2 PARA ABRIL, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Strike 32	Entrada	Saída	Valor Final
03/04	Op. 6	-100	0	0	100	-R\$ 421,52		-R\$ 421,52
20/04							R\$ 318,51	<b>-R\$ 103,01</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 37 – ESTRATÉGIA A2 PARA MAIO, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 28	Strike 30	Strike 32	Strike 34	Entrada	Saída	Valor Final
04/05	Op. 6	-100	0	0	100	-R\$ 322,45		-R\$ 322,45
18/05							R\$ 392,40	<b>R\$ 69,94</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 38 - ESTRATÉGIA A2 PARA JANEIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 20	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Entrada	Saída	Valor Final
05/01	Op. 6	-1000	0	0	1000	-R\$ 4.649,70		-R\$ 4.649,70
19/01							R\$ 4.947,63	<b>R\$ 297,93</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 39 – ESTRATÉGIA A2 PARA FEVEREIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Entrada	Saída	Valor Final
02/02	Op. 6	-1000	0	0	1000	-R\$ 3.546,03		-R\$ 3.546,03
16/02							R\$ 5.890,84	<b>R\$ 2.344,81</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 40 – ESTRATÉGIA A2 PARA MARÇO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Entrada	Saída	Valor Final
02/03	Op. 6	-1000	0	0	1000	-R\$ 3.912,51		-R\$ 3.912,51
16/03							R\$ 5.710,68	<b>R\$ 1.798,17</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 41 – ESTRATÉGIA A2 PARA ABRIL, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Strike 32	Entrada	Saída	Valor Final
03/04	Trava 6	-1000	0	0	1000	-R\$ 4.147,23	R\$ 3.913,28	-R\$ 4.147,23
20/04							R\$ 3.219,98	<b>-R\$ 927,25</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 42 – ESTRATÉGIA A2 PARA MAIO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 28	Strike 30	Strike 32	Strike 34	Entrada	Saída	Valor Final
04/05	Op. 6	-1000	0	0	1000	-R\$ 3.185,31		-R\$ 3.185,31
18/05							R\$ 3.973,96	<b>R\$ 788,65</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 43 – ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA JANEIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 20	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Entrada	Saída	Valor Final
05/01	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 474,51	-	-R\$ 474,51
06/01	Op. 4	-100	0	100	0		-R\$ 387,57	R\$ 489,12	-R\$ 372,96
07/01	Op. 6		-100	0	0	100	-R\$ 328,09	R\$ 338,54	-R\$ 362,51
08/01	Op. 4		-100	0	100	0	-R\$ 295,67	R\$ 332,50	-R\$ 325,68
09/01	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 532,21	R\$ 308,52	-R\$ 549,37
12/01	Op. 4		-100	0	100	0	-R\$ 284,11	R\$ 454,19	-R\$ 379,29
13/01	Op. 6		-100	0	0	100	-R\$ 277,72	R\$ 242,30	-R\$ 414,72
14/01	Op. 4	-100	0	100	0		-R\$ 359,43	R\$ 246,87	-R\$ 527,28
15/01	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 408,95	R\$ 335,90	-R\$ 600,33
16/01	Op. 4	-100	0	100	0		-R\$ 416,73	R\$ 476,63	-R\$ 540,42
19/01								R\$ 431,91	<b>-R\$ 108,51</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 44 – ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA FEVEREIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Entrada	Saída	Valor Final
02/02	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 359,58	-	-R\$ 359,58
03/02	Op. 4	-100	0	100	0		-R\$ 324,14	R\$ 370,78	-R\$ 312,95
04/02	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 455,45	R\$ 342,08	-R\$ 426,32
05/02	Op. 4	-100	0	100	0		-R\$ 362,42	R\$ 423,47	-R\$ 365,26
06/02	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 506,87	R\$ 368,30	-R\$ 503,84
09/02	Op. 4	-100	0	100	0	0	-R\$ 415,73	R\$ 536,25	-R\$ 383,33
10/02	Op. 6		-100	0	0	100	-R\$ 420,12	R\$ 372,91	-R\$ 430,54
11/02	Op. 4		-100	0	100	0	-R\$ 338,88	R\$ 364,03	-R\$ 405,39
12/02	Op. 6		-100	0	0	100	-R\$ 342,34	R\$ 296,50	-R\$ 451,23
13/02	Op. 4		-100	0	100	0	-R\$ 374,76	R\$ 398,65	-R\$ 427,33
16/02								R\$ 388,63	<b>-R\$ 38,70</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 45 – ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA MARÇO, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Entrada	Saída	Valor Final
02/03	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 398,35	-	-R\$ 398,35
03/03	Op. 4	-100	0	100	0		-R\$ 291,91	R\$ 335,44	-R\$ 354,82
04/03	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 443,93	R\$ 320,96	-R\$ 477,79
05/03	Op. 4	-100	0	100	0		-R\$ 353,12	R\$ 426,99	-R\$ 403,91
06/03	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 433,17	R\$ 316,31	-R\$ 520,77
09/03	Op. 4		-100	0	100	0	-R\$ 221,72	R\$ 413,83	-R\$ 328,67
10/03	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 506,15	R\$ 291,03	-R\$ 543,79
11/03	Op. 4	-100	0	100	0		-R\$ 398,36	R\$ 515,52	-R\$ 426,62
12/03	Op. 6		-100	0	0	100	-R\$ 402,18	R\$ 375,41	-R\$ 453,39
13/03	Op. 4		-100	0	100	0	-R\$ 400,91	R\$ 437,73	-R\$ 416,57
16/03								R\$ 384,56	<b>-R\$ 32,01</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 46 – ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA ABRIL, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Strike 32	Strike 34	Entrada	Saída	Valor Final
03/04	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 421,48	-	-R\$ 421,48
06/04	Op. 4	-100	0	100	0		-R\$ 328,66	R\$ 385,33	-R\$ 364,82
07/04	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 411,76	R\$ 317,84	-R\$ 458,73
08/04	Op. 4	-100	0	100	0		-R\$ 330,35	R\$ 371,44	-R\$ 417,65
09/04	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 475,58	R\$ 352,29	-R\$ 540,94
13/04	Op. 4		-100	0	100	0	-R\$ 286,39	R\$ 464,14	-R\$ 363,19
14/04	Op. 6		-100	0	0	100	-R\$ 328,09	R\$ 285,31	-R\$ 405,96
15/04	Op. 4		-100	0	100	0	-R\$ 240,13	R\$ 241,13	-R\$ 404,96
16/04	Op. 6		-100	0	0	100	-R\$ 254,89	R\$ 240,02	-R\$ 419,82
17/04	Op. 4		-100	0	100	0	-R\$ 224,76	R\$ 215,75	-R\$ 428,83
20/04								R\$ 125,71	<b>-R\$ 303,12</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 47 – ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA MAIO, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 28	Strike 30	Strike 32	Strike 34	Strike 36	Entrada	Saída	Valor Final
04/05	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 322,45	R\$ 393,31	-R\$ 322,45
05/05	Op. 4	-100	0	100	0		-R\$ 344,55	R\$ 344,72	-R\$ 273,69
06/05	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 475,55	R\$ 435,29	-R\$ 404,52
07/05	Op. 4		-100	0	100	0	-R\$ 253,62	R\$ 253,21	-R\$ 222,86
08/05	Op. 6		-100	0	0	100	-R\$ 297,15	R\$ 285,02	-R\$ 266,80
11/05	Op. 4		-100	0	100	0	-R\$ 272,53	R\$ 281,85	-R\$ 254,31
12/05	Op. 6		-100	0	0	100	-R\$ 325,53	R\$ 204,94	-R\$ 298,00
13/05	Op. 4		-100	0	100	0	-R\$ 207,21	R\$ 195,56	-R\$ 300,27
14/05	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 399,52	R\$ 362,99	-R\$ 504,23
15/05	Op. 4	-100	0	100	0		-R\$ 358,45	R\$ 384,23	-R\$ 499,69
18/05									<b>-R\$ 115,46</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 48 – ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA JANEIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 20	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Entrada	Saída	Valor Final
05/01	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 4.649,70	-	-R\$ 4.649,70
06/01	Op. 4	-1000	0	1000	0		-R\$ 3.747,64	R\$ 4.999,17	-R\$ 3.398,17
07/01	Op. 6		-1000	0	0	1000	-R\$ 3.235,72	R\$ 3.489,52	-R\$ 3.144,37
08/01	Op. 4		-1000	0	1000	0	-R\$ 2.896,72	R\$ 3.374,03	-R\$ 2.667,05
09/01	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 5.215,69	R\$ 3.161,98	-R\$ 4.720,77
12/01	Op. 4		-1000	0	1000	0	-R\$ 2.795,73	R\$ 4.621,71	-R\$ 2.894,80
13/01	Op. 6		-1000	0	0	1000	-R\$ 2.749,54	R\$ 2.455,16	-R\$ 3.189,17
14/01	Op. 4	-1000	0	1000	0		-R\$ 3.517,98	R\$ 2.490,84	-R\$ 4.216,31
15/01	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 4.036,26	R\$ 3.423,01	-R\$ 4.829,55
16/01	Op. 4	-1000	0	1000	0		-R\$ 4.083,64	R\$ 4.837,48	-R\$ 4.075,71
19/01								R\$ 4.396,89	<b>R\$ 321,18</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 49 – ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA FEVEREIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Entrada	Saída	Valor Final
02/02	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 3.546,03	-	-R\$ 3.546,03
03/02	Op. 4	-1000	0	1000	0		-R\$ 3.172,33	R\$ 3.763,57	-R\$ 2.954,79
04/02	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 4.482,59	R\$ 3.506,20	-R\$ 3.931,18
05/02	Op. 4	-1000	0	1000	0		-R\$ 3.543,38	R\$ 4.302,74	-R\$ 3.171,81
06/02	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 4.983,76	R\$ 3.784,73	-R\$ 4.370,85
09/02	Op. 4	-1000	0	1000	0	0	-R\$ 4.032,36	R\$ 5.464,69	-R\$ 2.938,52
10/02	Op. 6		-1000	0	0	1000	-R\$ 4.141,68	R\$ 3.852,76	-R\$ 3.227,45
11/02	Op. 4		-1000	0	1000	0	-R\$ 3.331,53	R\$ 3.689,05	-R\$ 2.869,93
12/02	Op. 6		-1000	0	0	1000	-R\$ 3.385,24	R\$ 3.009,34	-R\$ 3.245,83
13/02	Op. 4		-1000	0	1000	0	-R\$ 3.686,77	R\$ 4.038,80	-R\$ 2.893,80
16/02								R\$ 3.943,47	<b>R\$ 1.049,68</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 50 – ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA MARÇO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Entrada	Saída	Valor Final
02/03	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 3.912,51	-	-R\$ 3.912,51
03/03	Op. 4	-1000	0	1000	0		-R\$ 2.852,18	R\$ 3.408,67	-R\$ 3.356,02
04/03	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 4.362,98	R\$ 3.300,69	-R\$ 4.418,30
05/03	Op. 4	-1000	0	1000	0		-R\$ 3.439,38	R\$ 4.346,95	-R\$ 3.510,72
06/03	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 4.257,77	R\$ 3.250,98	-R\$ 4.517,52
09/03	Op. 4		-1000	0	1000	0	-R\$ 2.189,54	R\$ 4.207,64	-R\$ 2.499,41
10/03	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 4.978,58	R\$ 2.959,05	-R\$ 4.518,94
11/03	Op. 4	-1000	0	1000	0		-R\$ 3.871,22	R\$ 5.245,74	-R\$ 3.144,42
12/03	Op. 6		-1000	0	0	1000	-R\$ 3.971,09	R\$ 3.868,59	-R\$ 3.246,92
13/03	Op. 4		-1000	0	1000	0	-R\$ 3.937,55	R\$ 4.438,22	-R\$ 2.746,25
16/03								R\$ 3.908,12	<b>R\$ 1.161,86</b>

FONTE: A autora (2009)



TABELA 51 – ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA ABRIL, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Strike 32	Strike 34	Entrada	Saída	Valor Final
03/04	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 4.147,23	-	-R\$ 4.147,23
06/04	Op. 4	-1000	0	1000	0		-R\$ 3.212,76	R\$ 3.913,28	-R\$ 3.446,71
07/04	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 4.056,77	R\$ 3.252,25	-R\$ 4.251,23
08/04	Op. 4	-1000	0	1000	0		-R\$ 3.237,15	R\$ 3.768,67	-R\$ 3.719,71
09/04	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 4.682,69	R\$ 3.610,96	-R\$ 4.791,44
13/04	Op. 4		-1000	0	1000	0	-R\$ 2.825,27	R\$ 4.717,08	-R\$ 2.899,64
14/04	Op. 6		-1000	0	0	1000	-R\$ 3.245,08	R\$ 2.894,54	-R\$ 3.250,18
15/04	Op. 4		-1000	0	1000	0	-R\$ 2.379,16	R\$ 2.431,00	-R\$ 3.198,33
16/04	Op. 6		-1000	0	0	1000	-R\$ 2.529,01	R\$ 2.420,94	-R\$ 3.306,40
17/04	Op. 4		-1000	0	1000	0	-R\$ 2.233,61	R\$ 2.171,40	-R\$ 3.368,62
20/04								R\$ 1.261,17	<b>-R\$2.107,44</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 52 – ESTRATÉGIA B1 E B2 PARA MAIO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 28	Strike 30	Strike 32	Strike 34	Strike 36	Entrada	Saída	Valor Final
04/05	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 3.185,31	R\$ 3.993,27	-R\$ 3.185,31
05/05	Op. 4	-1000	0	1000	0		-R\$ 3.372,67	R\$ 3.540,49	-R\$ 2.564,71
06/05	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 4.678,08	R\$ 4.427,20	-R\$ 3.702,30
07/05	Op. 4		-1000	0	1000	0	-R\$ 2.500,10	R\$ 2.569,79	-R\$ 1.775,20
08/05	Op. 6		-1000	0	0	1000	-R\$ 2.939,81	R\$ 2.880,30	-R\$ 2.145,22
11/05	Op. 4		-1000	0	1000	0	-R\$ 2.690,05	R\$ 2.859,56	-R\$ 1.954,96
12/05	Op. 6		-1000	0	0	1000	-R\$ 3.220,05	R\$ 2.061,52	-R\$ 2.315,45
13/05	Op. 4		-1000	0	1000	0	-R\$ 2.058,58	R\$ 1.966,59	-R\$ 2.312,51
14/05	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 3.945,99	R\$ 3.674,34	-R\$ 4.291,90
15/05	Op. 4	-1000	0	1000	0		-R\$ 3.535,95	R\$ 3.893,85	-R\$ 4.153,51
18/05									<b>-R\$ 259,66</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 53 – ESTRATÉGIA C1 PARA JANEIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 20	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Entrada	Saída	Valor Final
05/01	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 474,51		-R\$ 474,51
12/01	Op. 4		-100	0	100	0	-R\$ 284,70	R\$ 454,19	-R\$ 305,02
								R\$ 280,81	<b>-R\$ 24,21</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 54 – ESTRATÉGIA C1 PARA FEVEREIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Entrada	Saída	Valor Final
02/02	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 359,58		-R\$ 359,58
09/02	Op. 4	-100	0	100	0		-R\$ 415,73	R\$ 536,25	-R\$ 239,07
16/02								R\$ 420,58	<b>R\$ 181,51</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 55 – ESTRATÉGIA C1 PARA MARÇO, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Entrada	Saída	Valor Final
02/03	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 398,42		-R\$ 398,42
09/03	Op. 6		-100	0	0	100	-R\$ 249,62	R\$ 413,83	-R\$ 234,21
16/03								R\$ 419,80	<b>R\$ 185,59</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 56 – ESTRATÉGIA C1 PARA ABRIL, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Strike 32	Strike 34	Entrada	Saída	Valor Final
03/04	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 421,48		-R\$ 421,48
13/04	Op. 4		-100	0	100	0	-R\$ 286,39	R\$ 464,14	-R\$ 243,73
20/04								R\$ 125,62	<b>-R\$ 118,11</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 57 – ESTRATÉGIA C1 PARA MAIO, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 28	Strike 30	Strike 32	Strike 34	Strike 36	Entrada	Saída	Valor Final
04/05	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 322,45	R\$ 393,31	-R\$ 322,45
11/05	Op. 4		-100	0	100	0	-R\$ 272,53	R\$ 448,94	-R\$ 146,04
18/05								R\$ 197,64	<b>R\$ 51,60</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 58 – ESTRATÉGIA C1 PARA JANEIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 20	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Entrada	Saída	Valor Final
05/01	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 4.649,70		-R\$ 4.649,70
12/01	Op. 4		-1000	0	1000	0	-R\$ 2.795,73	R\$ 4.621,71	-R\$ 2.823,72
19/01								R\$ 2.835,49	<b>R\$ 11,76</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 59 – ESTRATÉGIA C1 PARA FEVEREIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Entrada	Saída	Valor Final
02/02	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 3.546,03		-R\$ 3.546,03
09/02	Op. 4	-1000	0	1000	0		-R\$ 4.032,36	R\$ 5.464,69	-R\$ 2.113,70
16/02								R\$ 4.318,72	<b>R\$ 2.205,02</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 60 – ESTRATÉGIA C1 PARA MARÇO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Entrada	Saída	Valor Final
02/03	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 3.912,51	-	-R\$ 3.912,51
09/03	Op. 6		-1000	0	0	1000	-R\$ 2.474,15	R\$ 4.207,64	-R\$ 2.179,01
16/03								R\$ 4.253,58	<b>R\$ 2.074,57</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 61 – ESTRATÉGIA C1 PARA ABRIL, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Strike 32	Strike 34	Entrada	Saída	Valor Final
03/04	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 4.147,23		-R\$ 4.147,23
13/04	Op. 4		-1000	0	1000	0	-R\$ 2.825,27	R\$ 4.717,08	-R\$ 2.255,42
20/04								R\$ 1.261,17	<b>-R\$ 994,25</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 62 – ESTRATÉGIA C1 PARA MAIO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 28	Strike 30	Strike 32	Strike 34	Strike 36	Entrada	Saída	Valor Final
04/05	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 3.185,31	R\$ 3.993,27	-R\$ 3.185,31
11/05	Op. 4		-1000	0	1000	0	-R\$ 2.690,05	R\$ 4.562,33	-R\$ 1.313,03
18/05								R\$ 1.986,65	<b>R\$ 673,61</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 63 – ESTRATÉGIA C2 PARA JANEIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 20	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Entrada	Saída	Valor Final
05/01	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 474,51		-R\$ 474,51
12/01	Op. 4		-100	0	100	0	-R\$ 284,70	R\$ 454,19	-R\$ 305,02
								R\$ 280,81	<b>-R\$ 24,21</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 64 – ESTRATÉGIA C2 PARA FEVEREIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Entrada	Saída	Valor Final
02/02	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 359,58		-R\$ 359,58
09/02	Op. 4	-100	0	100	0		-R\$ 415,73	R\$ 536,25	-R\$ 239,07
16/02								R\$ 420,58	<b>R\$ 181,51</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 65 – ESTRATÉGIA C2 PARA MARÇO, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Entrada	Saída	Valor Final
02/03	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 398,35		-R\$ 398,35
09/03	Op. 4		-100	0	100	0	-R\$ 221,72	R\$ 413,83	-R\$ 206,25
16/03								R\$ 384,56	<b>R\$ 178,31</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 66 – ESTRATÉGIA C2 PARA ABRIL, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Strike 32	Strike 34	Entrada	Saída	Valor Final
03/04	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 421,48		-R\$ 421,48
13/04	Op. 4		-100	0	100	0	-R\$ 286,39	R\$ 464,14	-R\$ 243,73
20/04								R\$ 125,62	<b>-R\$ 118,11</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 67 – ESTRATÉGIA C2 PARA MAIO, LOTE OPERADO IGUAL A 100

DATA	FAZER:	Strike 28	Strike 30	Strike 32	Strike 34	Strike 36	Entrada	Saída	Valor Final
04/05	Op. 6	-100	0	0	100		-R\$ 322,45	R\$ 393,31	-R\$ 322,45
11/05	Op. 4		-100	0	100	0	-R\$ 272,53	R\$ 448,94	-R\$ 146,04
18/05								R\$ 197,64	<b>R\$ 51,60</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 68 – ESTRATÉGIA C2 PARA JANEIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 20	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Entrada	Saída	Valor Final
05/01	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 4.649,70		-R\$ 4.649,70
12/01	Op. 4		-1000	0	1000	0	-R\$ 2.795,73	R\$ 4.621,71	-R\$ 2.823,72
19/01								R\$ 2.835,49	<b>R\$ 11,76</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 69 – ESTRATÉGIA C2 PARA FEVEREIRO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Entrada	Saída	Valor Final
02/02	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 3.546,03		-R\$ 3.546,03
09/02	Op. 4	-1000	0	1000	0		-R\$ 4.032,36	R\$ 5.464,69	-R\$ 2.113,70
16/02								R\$ 4.318,72	<b>R\$ 2.205,02</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 70 – ESTRATÉGIA C2 PARA MARÇO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 22	Strike 24	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Entrada	Saída	Valor Final
02/03	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 3.912,51	-	-R\$ 3.912,51
09/03	Op. 4		-1000	0	0	1000	-R\$ 2.189,54	R\$ 4.207,64	-R\$ 1.894,40
16/03								R\$ 3.908,12	<b>R\$ 2.013,72</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 71 – ESTRATÉGIA C2 PARA ABRIL, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 26	Strike 28	Strike 30	Strike 32	Strike 34	Entrada	Saída	Valor Final
03/04	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 4.147,23		-R\$ 4.147,23
13/04	Op. 4		-1000	0	1000	0	-R\$ 2.825,27	R\$ 4.717,08	-R\$ 2.255,42
20/04								R\$ 1.261,17	<b>-R\$ 994,25</b>

FONTE: A autora (2009)

TABELA 72 – ESTRATÉGIA C2 PARA MAIO, LOTE OPERADO IGUAL A 1000

DATA	FAZER:	Strike 28	Strike 30	Strike 32	Strike 34	Strike 36	Entrada	Saída	Valor Final
04/05	Op. 6	-1000	0	0	1000		-R\$ 3.185,31		-R\$ 3.185,31
11/05	Op. 4		-1000	0	1000	0	-R\$ 2.690,05	R\$ 4.562,33	-R\$ 1.313,03
18/05								R\$ 1.986,65	<b>R\$ 673,61</b>

FONTE: A autora (2009)

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)