

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS  
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO - PPGA**

**JOÃO BATISTA GRAVINA**

**VALIDAÇÃO DE SISTEMA DE APOIO À DECISÃO  
DESENVOLVIDO PARA O MERCADO DE OPÇÕES**

Porto Alegre, setembro de 2002

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS**  
**ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO - PPGA**

JOÃO BATISTA GRAVINA

**VALIDAÇÃO DE SISTEMA DE APOIO À DECISÃO  
DESENVOLVIDO PARA O MERCADO DE OPÇÕES**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para obtenção do título de Mestre em Administração.

ORIENTADORES: PROF. DR. DENIS BORENSTEIN  
PROF. DR. JOÃO LUIZ BECKER

Porto Alegre, agosto de 2002

G777d Gravina, João Batista

Validação de sistema de apoio à decisão desenvolvido para o mercado de opções / João Batista Gravina. – Porto Alegre, 2002.

100 f.

Diss. (Mestrado) – UFRGS, Escola de Administração, 2002.

1. Sistemas de informação. 2. Validação de sistema. 3. Tomada de decisão. 4. Softwares. I. Título.

CDU: 681.3

Bibliotecária responsável: Tânia Marisa Abreu Fraga CRB 765/10

JOÃO BATISTA GRAVINA

VALIDAÇÃO DE SISTEMA DE APOIO À DECISÃO  
DESENVOLVIDO PARA O MERCADO DE OPÇÕES

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para obtenção do título de Mestre em Administração.

Conceito final ...

Aprovado em 30 de setembro de 2005

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Henrique Rodrigues Mello de Freitas – PPGA/UFRGS

---

Prof. Dr. Eduardo Ribas Santos – PPGA/UFRGS

---

Prof. Dr. Adolfo Vanti - UNISINOS

---

Co-Orientadores – Prof. Dr. Denis Borenstein – PPGA/UFRGS

Prof. Dr. João Luiz Becker Borenstein – PPGA/UFRGS

“Assuma riscos calculados. Isso é bem diferente de ser imprudente”.

**General Patton**

*Dedico este trabalho aos meus filhos:  
Henrique, Livia, Marcelo e Eduardo.*

## AGRADECIMENTOS

Nesta caminhada, muitas pessoas colaboraram para tornar possível este trabalho, assim agradeço em especial:

À Magda, minha companheira de vida, colega e incentivadora constante;

Aos meus filhos Henrique, Lívia, Marcelo e Eduardo, pela compreensão e pelo incentivo;

Aos pais e sogros, Agenor e Loiva, Hilário e Ires, respectivamente, pelo apoio e suporte durante nossas faltas em casa;

Ao meu irmão e sócio Luis Fernando Gravina, pela compreensão e colaboração;

Aos Professores Dr. Denis Borenstein e Dr. João Luiz Becker, orientadores, não apenas porque me propiciaram desenvolver este trabalho, mas porque com eles sempre pude contar. Seus apoios, críticas e sugestões foram fundamentais;

Ao Professor Dr. Henrique Mello Rodrigues de Freitas, nosso *mestre*, amigo e grande incentivador, sempre disponível;

Ao colega e amigo Luiz Fernando Andres, pelo incentivo, apoio e convívio, não só em horas de estudo, mas também em de lazer;

Em especial ao colega Luciano Brandão, incansável companheiro nesta caminhada final;

A Fernando Mühlbach, Débora de Souza Morsch, Matias Frederico Deitrich, Fernando Luiz de Souza Queiroz e David Pricladnitzki, por sua colaboração;

Aos amigos Délio Orlando Dhein e Paulo César Pozo de Mattos, da Adviser Consultoria e Gestão de Patrimônio, pelo apoio;

À Reitoria do Centro Universitário UNIVATES e à direção do PPGA - Programa de Pós-Graduação da Escola de Administração da UFRGS, por possibilitarem nossa participação no programa de Mestrado.

## **RESUMO**

A importância da validação de Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) cresce na medida em que o uso destes tem crescido a partir da facilidade de acesso das pessoas a computadores cada vez com maior capacidade de processamento e mais baratos. Este trabalho procura estabelecer um procedimento prático para um método de validação de SAD. Para tal, este procedimento foi aplicado na validação de um SAD financeiro na área de avaliação de opções. O método foi desenvolvido em três etapas básicas: validação conceitual, verificação e legitimidade, tendo apoio em uma metodologia desenvolvida por Borenstein e Becker (2001). As conclusões basearam-se em procedimentos qualitativos de validação, utilizando-se de testes de laboratório e de campo. Constatou-se que o método apresentou bons resultados, embora o caráter qualitativo da validação, demonstrando que este tem potencial para ser aplicado a outros sistemas, preenchendo uma lacuna na literatura de SAD.

## **ABSTRACT**

The importance of validating Decision Support Systems (DSS) grows as their use is increasing with more people having access to more powerful and cheaper computers. This study aims at establishing a practical procedure to a DSS validation method. The procedure was applied in the validation of a financial DSS in the option evaluation area. The method was carried out in three basic stages: conceptual validation, verification and substantiation, based on Borenstein and Becker's (2001) methodology. Conclusions were based on qualitative procedures of validation, by using laboratory and field tests. It was observed that the method showed good results despite the qualitative aspect of the validation, what indicates its potential for application to other systems. Therefore, this study brings a contribution to the literature of DSS.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	18
<b>3</b>	<b>VALIDAÇÃO DE SAD</b> .....	21
3.1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	21
3.2	<b>SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO</b> .....	21
3.3	<b>VALIDAÇÃO</b> .....	23
3.3.1	<b>Métodos e técnicas de validação</b> .....	24
3.4	<b>VALIDAÇÃO DE SAD</b> .....	25
3.4.1	<b>Validação conceitual</b> .....	27
3.4.2	<b>Verificação</b> .....	28
3.4.3	<b>Legitimidade</b> .....	29
3.4.4	<b>Técnicas de validação</b> .....	30
3.4.5	<b>Nível de credibilidade</b> .....	31
3.4.6	<b>Os atores</b> .....	31
3.4.7	<b>Restrições</b> .....	32
3.4.8	<b>Documentação</b> .....	32
<b>4</b>	<b>DESCRIÇÃO DO SISTEMA</b> .....	33
4.1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	33
4.2	<b>OPTE – SAD PARA O MERCADO DE OPÇÕES</b> .....	33
4.2.1	<b>A primeira versão do OPTE</b> .....	34
4.2.1	<b>A versão atual do OPTE</b> .....	35

4.3	<b>OPÇÕES – ASPECTOS GERAIS E PRECIFICAÇÃO</b> .....	40
4.3.1	<b>Definição de opção</b> .....	40
4.3.2	<b>Classificação das opções quanto ao vencimento</b> .....	40
4.3.3	<b>Classificação quanto à probabilidade de exercício da opção</b> .....	41
4.3.4	<b>Os participantes do mercado de opções</b> .....	42
4.3.5	<b>Valores que influenciam no preço de uma opção</b> .....	43
4.3.5.1	Valor do ativo-objeto .....	44
4.3.5.2	Preço de exercício .....	44
4.3.5.3	Taxa de juros .....	45
4.3.5.4	Volatilidade do ativo-objeto .....	45
4.3.5.5	Prazo de vencimento .....	46
4.3.6	<b>Determinação do valor de uma opção</b> .....	37
4.3.6.1	Paridade das opções de compra e venda .....	48
4.3.7	<b>Avaliação pelo processo binomial</b> .....	50
4.3.8	<b>Avaliação pelo processo de BLACK &amp; SCHOLES</b> .....	50
4.3.8.1	As simplificações do Modelo .....	50
4.3.8.2	Estimativas de uso do Modelo .....	52
4.3.8.3	Análise dos fatores de sensibilidade .....	54
5	<b>OBJETIVOS</b> .....	58
5.1	<b>OBJETIVO GERAL</b> .....	58
5.2	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	58
6	<b>MÉTODO</b> .....	59
6.1	<b>PASSO 1 – VALIDAÇÃO CONCEITUAL</b> .....	60
6.2	<b>PASSO 2 – VERIFICAÇÃO</b> .....	61
6.3	<b>PASSO 3 – LEGITIMIDADE</b> .....	62
6.4	<b>PASSO 4 – DOCUMENTAÇÃO FINAL</b> .....	63
7	<b>APLICAÇÃO DO MÉTODO</b> .....	65
7.1	<b>VALIDAÇÃO CONCEITUAL</b> .....	65
7.1.1	<b>Pesquisa de possíveis soluções</b> .....	66
7.1.2	<b>Pesquisa de sistemas similares</b> .....	66
7.1.3	<b>Validação de Face</b> .....	70
7.1.3.1	Avaliação das entrevistas .....	71
7.1.3.2	Interpretação dos dados das entrevistas .....	75

<b>7.2 VERIFICAÇÃO</b> .....	77
<b>7.2.1 Testes com o Sistema <i>Protótipo</i></b> .....	77
7.2.1.1 Teste 1 .....	78
7.2.1.2 Teste 2 .....	79
7.2.1.3 Teste geral .....	79
<b>7.2.2 Teste comparativo com outros programas</b> .....	81
<b>7.2.3 Comparativos gráficos</b> .....	82
<b>7.2.4 Interpretação da Verificação</b> .....	83
<b>7.3 LEGITIMIDADE</b> .....	85
<b>7.3.1 Entrevistas a respeito das capacidades, melhorias e disposição de uso do SAD</b> .....	85
<b>7.3.2 Interpretação dos dados das entrevistas</b> .....	88
<b>7.3.3 Testes</b> .....	88
7.3.3.1 Teste de Campo .....	88
7.3.3.2 Teste de Laboratório .....	89
7.3.3.3 Aplicação dos testes em laboratório .....	91
7.3.3.4 Aplicação dos testes com usuários .....	91
<b>7.3.4 Resultado dos testes</b> .....	92
<b>7.3.5 Restrições de uso</b> .....	93
<b>7.3.6 Dificuldades da Validação</b> .....	84
<b>7.3.7 Conclusão do Processo de Validação</b> .....	94
 <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	 95
 <b>REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO</b> .....	 98
 <b>ANEXOS</b> .....	 101

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b> – Classificação pelos entrevistados de aspectos do <i>software</i> (sistema) analisado .....	73
<b>TABELA 2</b> – Classificação pelos entrevistados de aspectos de apresentação das “gregas”(derivadas) no software (sistema) .....	75
<b>TABELA 3</b> – Comparativo de resultados do OPTE com outros sistemas .....	82
<b>TABELA 4</b> – Possíveis melhorias no sistema, visando a facilitar o processo de tomada de decisão .....	86
<b>TABELA 5</b> – Classificação do software (sistema) pelos entrevistados.....	88
<b>TABELA 6</b> – Resumo dos testes aplicados .....	92

## LISTA DE QUADROS

<b>QUADRO 1</b> - Sumário para a estrutura de validação de SAD .....	26
<b>QUADRO 2</b> - Classificação quanto ao exercício da opção .....	41
<b>QUADRO 3</b> – Efeito da variação dos parâmetros no preço das opções .....	47
<b>QUADRO 4</b> – Limites dos deltas da opção .....	55
<b>QUADRO 5</b> – Pesquisa de sistemas similares – fabricante, plataforma e documentação .....	68
<b>QUADRO 6</b> – Pesquisa de produtos similares – uso e custo .....	69

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> – Desenvolvimento e validação de SAD .....	27
<b>FIGURA 2</b> - Tela de apresentação do Sistema .....	36
<b>FIGURA 3</b> – Tela de introdução/ajuda .....	37
<b>FIGURA 4</b> – Tela de cálculo da volatilidade .....	38
<b>FIGURA 5</b> – Tela da planilha de avaliação .....	39
<b>FIGURA 6</b> – Diagrama de pagamento de opções de compra .....	47
<b>FIGURA 7</b> – Diagrama de pagamento de opções de venda .....	48
<b>FIGURA 8</b> – OPTE- opção de compra TELEMAR32, ativo-objeto tnlp4 .....	80
<b>FIGURA 9</b> – Protótipo- opção de compra TELEMAR32, ativo-objeto tnlp4 .....	80
<b>FIGURA 10</b> – Gráficos do preço de exercício da opção com o ativo objeto variando com relação ao seu valor atual e com: o prêmio da opção de compra ( <i>call</i> ), Delta, Gama, Teta, Vega e Rho .....	84

# 1 INTRODUÇÃO

Sob o termo de “Sistemas de Administração da Decisão” nos primórdios do século XX, os Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) começaram a ser citados na literatura e, logo, chamaram a atenção de pesquisadores. O desenvolvimento de SADs e seu uso como suporte à decisão vêm crescendo ao longo dos anos, principalmente nestes últimos trinta anos, pela facilidade de acesso das pessoas a computadores cada vez mais potentes e baratos.

Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) são sistemas computacionais que, a partir de problemas semi-estruturados, manipulando dados previamente introduzidos, permitem que seus resultados auxiliem os usuários nas suas tomadas de decisão. Os SAD não tomam a decisão. Eles, diferentemente de outros sistemas especialistas, não decidem, mas fornecem dados, que, interpretados, podem auxiliar e acelerar o processo de tomada da decisão.

O uso de SAD nas mais diversas áreas do conhecimento vem aumentando nestes últimos anos. De acordo com pesquisa realizada por Eom, *et al.* (1998), de 1988 a 1994, nos *Journals* especializados em sistemas de informação, foram publicados 271 artigos envolvendo aplicações de SAD nos mais diversos campos, como Produção, Marketing, Finanças, Saúde, Militar, Governamental, entre outros. Eles têm se tornado ferramentas importantes na manipulação e planificação de dados como apoio à decisão. A literatura cada vez mais encaminha os SADs a um processo de validação, antes de serem usados nas tomadas de decisão, para que se evitem erros de interpretação. O’Keefe, Balci e Smith (1987, p.81),

singularmente, a respeito do processo de validação de um sistema dizem que: “validar um sistema significa construir o sistema certo”.

O processo de validação de SAD torna-se importante na medida em que ele se propõe a investigar como o sistema reconhece os dados fornecidos, se ele reconhece parcialmente ou não reconhece os dados, se as respostas que ele fornece podem ser confiáveis, qual seu nível de credibilidade e quais suas restrições de uso. Assim sendo, a validação pode ser considerada como um passo fundamental, para o completo desenvolvimento de sistemas computacionais. Sistemas sem validação formal podem gerar erros de elevado custo.

Apesar da importância reconhecida na literatura de validar-se Sistemas de Apoio à Decisão, não existe um método efetivamente disponível para validar-se sistemas computacionais. Borenstein e Becker, em seu recente trabalho *Validating Decision Support Systems* (2001), propõem um roteiro para validar SADs.

O presente trabalho pretende, através da validação de um SAD, tomando como base as propostas de Borenstein e Becker (2001), contribuir na elaboração de um método prático de validação para SADs.

O Sistema a ser validado será o OPTE – SISTEMA DE APOIO A DECISÃO PARA O MERCADO DE OPÇÕES, autoria dos Professores João Luiz Becker (PPGA/UFRGS) e Eduardo Facó Lemgruber (COPPEAD/UFRJ). Este SAD para a área financeira de mercado de capitais, a partir da análise da variação do preço (volatilidade) de uma determinada ação ao longo de um determinado tempo, através de uma adaptação do processo de Black e Scholes (1973), sugere valores para as opções desta mesma ação. O OPTE, como SAD, tem sido usado no mercado de opções e tem-se mostrado eficiente, porém nunca sofreu um processo formal de validação.

Além da validação do sistema, este estudo pretende estabelecer um processo prático de validação de SAD, contribuindo para o efetivo desenvolvimento de uma metodologia de validação, tomando como base trabalhos recentes.

## 2 JUSTIFICATIVA

Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) tentam representar o mundo real. Entretanto, as simplificações necessárias para a sua representação podem torná-los não confiável em determinados cenários. Este é o principal motivo da validação.

Na área de finanças, os cenários podem mudar rapidamente, requerendo constantemente que as decisões sejam tomadas com rapidez, o que vem acentuando o uso de SADs. A importância dos SADs nesta área pode ser demonstrado por pesquisa realizada por Eom et al. (1998), já citada, segundo a qual mais de 10% dos artigos publicados envolvendo SAD, contemplaram a área financeira.

O uso de SAD não validado, em especial na área de finanças, pode acarretar grandes prejuízos, principalmente pelo uso inadequado do sistema. O uso indiscriminado do sistema, quer por insuficiência documental ou desconhecimento de suas restrições, pode gerar resultados que, se mal interpretados e usados, podem causar perdas não só financeiras mas também morais.

O modelo de BLACK & SCHOLES, desenvolvido por Black e Scholes (1973) se popularizou na precificação de opções. Rubinstein e Leland (1981), a partir deste modelo, elaboraram um método que, usando a paridade entre opção de compra e opção de venda de um mesmo ativo, criava um seguro dinâmico de portfólio, técnica didaticamente descrita, desenvolvida e apresentada por Becker, Lemgruber e Felício (1992). A técnica permite que as possíveis perdas decorrentes

de variações do mercado sejam minimizadas, sem contudo limitar os ganhos. Esta técnica pode facilmente ser incorporada a sistemas computacionais.

SADs foram desenvolvidos seguindo o modelo BLACK & SHOLES e as técnicas de Rubinstein e Leland (1981). Estes SADs, usados indiscriminadamente, podem causar danos sérios e perdas irreparáveis, principalmente quando não respeitadas as restrições de uso do modelo citadas já no texto original:

- os mercados devem estar abertos e ordenados;
- não deve haver problemas na comercialização ou venda de pequenas proteções;
- a volatilidade das opções/ações deve permanecer constante.

(Black e Scholes, 1973, p.640):

Um exemplo de uso indiscriminado desses SADs pode ser comprovado no que ficou conhecido como *Black Monday* (Segunda-feira Negra). No dia 19 de outubro de 1987 o índice *Dow Jones*, que baliza a Bolsa de Valores de Nova Iorque (*NYSE–New York Stock Exchange*), baixou 508 pontos, conforme expõem Sloan e Stern (1988). A queda foi provocada pelo uso indiscriminado de técnicas de seguros de portfólios ou técnicas de *hedging* que usavam principalmente o modelo BLACK & SCHOLEES para precificar opções.

Fato similar ocorreu onze anos após o *Black Monday*, em setembro de 1998, com a *quebra* (falência) de um dos mais importantes fundos de investimentos americano, o *Long-Term Capital Management* (LTCM).

Nos dois casos, nem todas as condições de uso estavam satisfeitas. Erros de avaliação foram cometidos, e a indicação de venda de posições em opções foram seguidas, provocando desvalorização das respectivas ações e formando um efeito cascata.

Assim mesmo Myron Scholes, citado em Sloan e Stern (1988, p.59) diz: “Black-Scholes me dá um método melhor de estimativa do que se teria em qualquer outro caso, mas ele não é a verdade Divina....” Portanto, sistemas computacionais não validados, ou seja, que não levam em conta todas as nuances do mundo real ou que não têm avaliado seu nível de segurança, podem induzir a erros grotescos e levar seus usuários a interpretações erradas que poderão causar

grandes prejuízos, como foi o caso. Borenstein e Becker (2001, p.328) complementam: “Validação, é portanto, considerada um passo fundamental para sistemas computacionais pois torna-os mais efetivos e científicos.”

Os fatos ocorridos no episódio do *Black Monday*, por si só, pelo abalo e perdas que causaram, mostram a necessidade imperativa de validar SADs nesta área.

Os usuários têm que ter em mente que os SADs, na tentativa de interpretar as informações do mundo real, são representados por modelos simplificados que invariavelmente têm restrições de uso. As restrições de uso têm que estar claras para que, quando da tomada de decisão, se possa interpretar corretamente as informações fornecidas pelo SAD.

Assim, a validação do OPTE, além de proporcionar a seus usuários uma condição mais segura de uso, poderá contribuir para a formulação de um método prático de Validação.

## **3 VALIDAÇÃO DE SAD**

### **3.1 INTRODUÇÃO**

Nesta sessão serão abordados conceitos e características de Sistema de Apoio à Decisão (SAD), validação e de validação de SAD. Após a análise das principais características dos SAD, serão abordados alguns elementos básicos de validação, enfatizando diferenças entre avaliação, verificação e validação. Será analisada então a validação de SAD, em especial o processo de validação estruturado por Borenstein e Becker (2001), que servirá de base para a validação de SAD que se pretende realizar.

### **3.2 SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO**

Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) são sistemas que, após alimentados com dados, fornecem elementos que facilitam para o usuário a tomada de decisão e estão baseados em sistemas computacionais. O uso do SAD tem se difundido com a popularização da informática e tem sido usado nas mais diferentes áreas de tomada de decisão, como, por exemplo: no marketing, nas finanças, nos sistemas administrativos, dentre outros.

SADs não decidem. Eles, através de modelamentos de situações do mundo real, processam dados previamente fornecidos e devolvem informações que facilitam a tomada de decisão do usuário. Freitas *et al.* (1997, p.83) a respeito de

SADs, afirmam, citando Augusto e Dave (1989), que estes tem a função de: "... privilegiar, para o usuário, a facilidade de compreensão, de execução, enfim, a ergonomia, não somente física do posto de trabalho, mas sobretudo das operações de acesso às aplicações solicitadas". Freitas *et al.* (1997, p.83) ainda enfatizam: "A atividade na área de Sistema de Informação, especialmente na área de apoio à decisão, deve procurar contribuir para que seja possível uma 'harmonia' ... no que diz respeito a manter satisfatórias as atividades..."

Várias são as características que um SAD deve possuir. Alter (1980, p.128) destaca como principais: a interatividade (usuário/máquina), potência, acessibilidade (fácil de usar) e flexibilidade (poder de adaptação às necessidades das diversas situações e às possíveis maneiras de solucionar um problema).

Kladis (1994, p.60) caracteriza a flexibilidade como a mais marcante característica de um SAD e a classifica em:

- flexibilidade para resolver: permite explorar as diversas opções de visualizar e solucionar um mesmo problema, de forma pessoal;
- flexibilidade para modificar: possibilita um desenvolvimento evolutivo;
- flexibilidade para adaptar: adaptação a diversos cenários;
- flexibilidade para evoluir: possibilita o aprimoramento do SAD em função da evolução tecnológica.

Kladis (1994, p.61), citando Alter (1980), registra que: "o importante em um SAD é o grau com o qual ele pode responder às questões mais importantes (poder), a velocidade e a forma com as quais ele gera essas respostas, e a adaptação das mudanças de situação de necessidade".

Os principais elementos da arquitetura de um SAD que encontramos, analisando-se Keen e Scott-Morton (1978), Sprague & Carlson (1982) e Freitas *et al.* (1977), são:

- os dados, que devem ser objetivos, formalizados e coerentes;
- os modelos, que devem representar os fenômenos do mundo real como acontecem e suas relações, identificando suas restrições;

- os instrumentos estatísticos que devem permitir relacionar os dados;
- os algoritmos de otimização, para a busca das hipóteses de decisão;
- a interação (diálogo) com o usuário.

Keen e Scott-Morton (1978) ainda comentam que os SADs são suportes baseados em sistemas computacionais que, unindo os recursos intelectuais dos indivíduos com as capacidades do computador a partir de sistemas semi-estruturados, visam melhorar a qualidade das tomadas de decisões dos administradores. Portanto, os SADs são sistemas que permitem o uso eficiente da informação com ênfase no auxílio a decisão.

### 3.3 VALIDAÇÃO

O conceito de validação tem sido mal compreendido e freqüentemente confundido com o de verificação e avaliação, segundo análise de Borenstein e Becker (2001). Os mesmos, analisando diversos autores, interpretam algumas das definições mais recentes, tais como: avaliação, verificação e validação

Segundo Borenstein e Becker, a **avaliação** preocupa-se com o processo de determinação do valor global do sistema, preocupa-se em medir o desempenho do mesmo quanto a utilização, eficiência e custo. Por outro lado a **verificação** preocupa-se em construir corretamente o sistema.

Ao mesmo tempo a **validação** preocupa-se em verificar se um determinado modelo representa o mundo real na solução do problema, se está construído certo, tornando-se um passo importante do processo de avaliação, pois, previamente, esclarece se um sistema é válido ou não.

Para Borenstein e Becker (2001) a validação envolve três dimensões: validação conceitual, verificação e legitimidade, sendo que:

- a validação conceitual assegurará que o modelo conceitual (suposições e teorias) seja pertinente ao tipo de problema que se quer resolver;
- a verificação demonstrará até que ponto um modelo é fiel a sua concepção e se esta é válida;
- a legitimidade demonstrará se o modelo dentro de seu domínio de utilização é satisfatório e tem precisão compatível com a aplicação satisfatória do modelo.

### 3.3.1. Métodos e técnicas de validação

A validação pode ser feita com métodos qualitativos (que empregam comparações subjetivas) e quantitativos (que empregam métodos estatísticos). Em ambos os casos, devem ser adotados métodos e técnicas formais.

Para validação de sistemas computacionais, as técnicas e métodos mais usados, segundo Borenstein e Becker (2001), são:

- **Validação de face:** através da reunião de *experts* na área, a formulação do sistema contempla o problema real; se é estruturado suficientemente a ponto de gerar uma solução aceitável, através de um processo detalhado. Ela deve ser executada antes do desenvolvimento final do sistema. Como técnicas para esta validação, têm-se: questionário, seminário, método 'delphi', grupos de enfoque, entre outros. Esta etapa busca dar ao desenvolvedor (equipe de validação) embasamento quanto à visão do usuário potencial com relação ao sistema. Esta técnica se enquadra no procedimento da validação conceitual;
- **Validação prévia:** é feita em laboratório e é aplicável somente em casos em que está evidenciado o conhecimento (em que se

conhecem resultados comparativos), conta também com a experiência e a intuição de *experts* (que realmente dominem o assunto). A técnica é inadequada para sistemas inovadores;

- **Rastreamento:** consiste na impressão ordenada das variáveis, conforme sua ocorrência, passo a passo, para verificar se o sistema está operando como o planejado;
- **Testes de Turing:** verificam as possíveis diferenças observadas pelos resultados oriundos do sistema com o de *experts* que não o usam. É aconselhado em sistemas baseados no conhecimento;
- **Validação de subsistemas:** consiste em subdividir o sistema e validar os respectivos módulos isoladamente;
- **Testes de campo:** são testes piloto experimentais ou de funcionamento, tentando encontrar possíveis erros. Seu uso é um dos mais recomendados nos processos de validação;
- **Análise de sensibilidade:** consiste em entradas variadas em uma determinada célula de interesse, mantendo as demais constantes e verificar seu efeito sobre o sistema;
- **Interação visual:** consiste em uma avaliação das capacidades de visuais e de animação. Vem tornando-se cada vez mais útil, paralelamente ao crescimento dos sistemas de hardware e software. Pode tornar-se elemento diferenciador, quando da escolha do usuário;
- **Avaliação do usuário:** consiste em reunir as partes interessadas e verificar a aplicabilidade do sistema.

### 3.4 VALIDAÇÃO DE SAD

Embora SADs sejam desenvolvidos desde a década de 70, validação de SAD ainda é considerado um assunto novo. Não existe pelas características destes sistemas um processo totalmente formulado e pronto para validação. Pesquisadores continuam se dedicando ao assunto, e, ao que parece, este ainda permanecerá atual nos meios acadêmicos por muito tempo.

Borenstein (1998) propõe um método prático de validação viável, para um SAD direcionado a projeto de sistemas automatizados de manufatura, através de um estudo de caso, com os seguintes passos básicos:

- Testes de Laboratório: Validação de face, Verificação e Validação de subsistemas, Validação prévia e Validação de usuário;
- Validação com estes de campo: com posterior comparação com os resultados obtidos em laboratório.<sup>1</sup>

Contudo, o mesmo autor, em Borenstein e Becker (2001), reconhece que apesar do sucesso do experimento o método ainda precisa de aperfeiçoamento. Esta estrutura apresentada por Borenstein (1998) serviu de base e principal ferramenta para a proposta de uma estrutura de Validação de SAD elaborada por Borenstein e Becker (2001). Esta estrutura está apresentada no Quadro 1, abaixo:

**QUADRO 1 – Sumário para a estrutura de validação de SAD**

<b>SUMÁRIO PARA A ESTRUTURA DE VALIDAÇÃO DE SAD</b>	
1.	VALIDAÇÃO CONCEITUAL
2.	VERIFICAÇÃO
3.	LEGITIMIDADE
4.	TÉCNICAS DE VALIDAÇÃO
5.	NÍVEL DE CREDIBILIDADE
6.	ATORES
7.	RESTRIÇÕES
8.	DOCUMENTAÇÃO

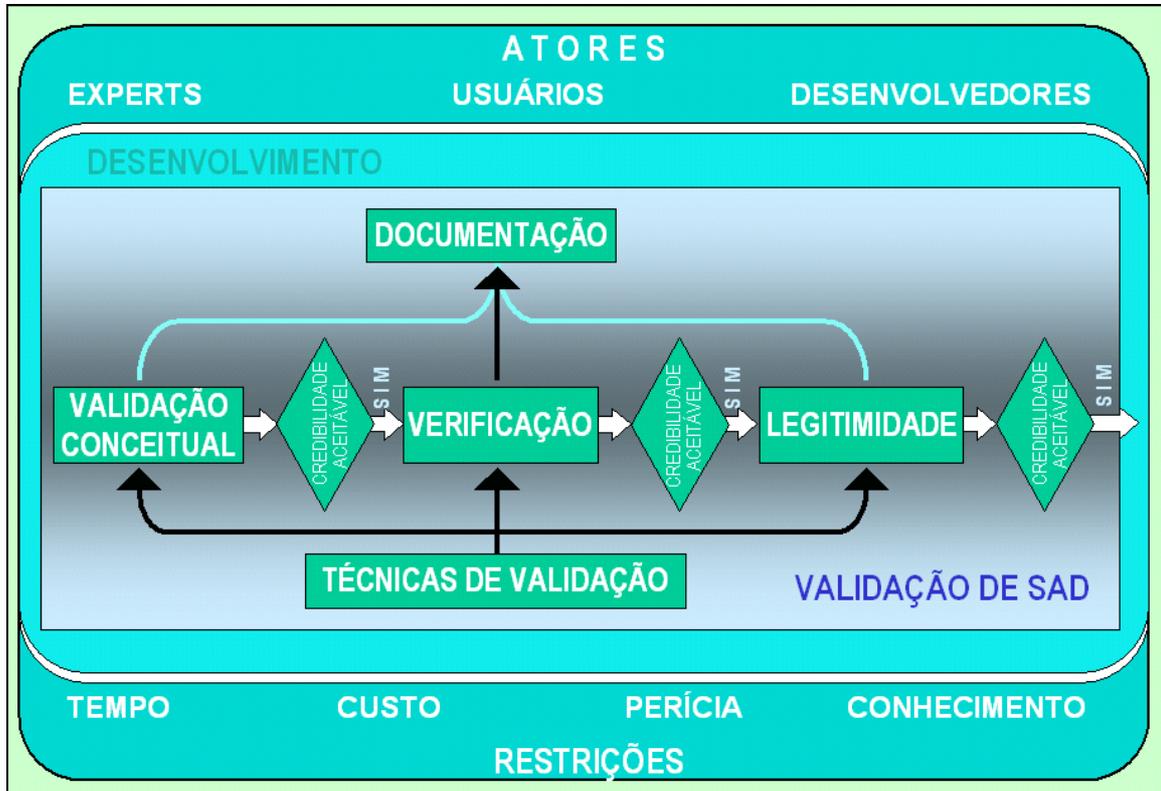
FONTE: Borenstein e Becker (2001)

O processo de validação pode ser melhor abordado a partir da análise da Figura 1, apresentada na página seguinte. Nela aparece o processo de validação com seus passos principais, que, através de técnicas de validação, avança através

---

<sup>1</sup> Contudo, Borenstein, em Borenstein e Becker (2001), reconhece que apesar do sucesso do experimento o método ainda precisa de aperfeiçoamento.

da participação dos atores (usuários, “experts” e desenvolvedores), condicionados por restrições de tempo, custo, perícia e conhecimento.



**FIGURA 1 - Desenvolvimento e validação de SAD**

FONTE: Borenstein e Becker (2001)

### 3.4.1. Validação conceitual

A validação conceitual tem como objetivo assegurar que as suposições e teorias que estão dando suporte ao modelo conceitual de solução são pertinentes. Landry, Malouin e Oral (1983) afirmam que se deve responder as seguintes perguntas:

- Está se olhando a situação de problema pela perspectiva apropriada?
- Esta perspectiva é suscetível de conduzir para soluções adequadas?
- Até que ponto o construto (encaminhamento encadeado das variáveis) é representativo da situação como percebida pelos atores?. (Landry, Malouin e Oral (1983, p.213)

Na Validação Conceitual deve haver integração entre atores e desenvolvedores, para que se possa incorporar uma visão pluralista combinando métodos e técnicas originadas em diversos campos (pesquisa operacional, sistemas de informação, pesquisa de avaliação, teoria da organização, etc.). Dentro situação de problema, em função dos níveis de conhecimento e entendimento dos atores, deve enquadrar-se os diversos cenários aos possíveis modelos conceituais.

### 3.4.2 Verificação

Na validação de SAD, a verificação é realizada para definir sua consistência interna, em termos de certificar se o sistema implementado satisfaz suas especificações. Pela complexidade dos sistemas, para que a verificação se processe, é recomendável que ela seja feita em partes para: assegurar que o modelo projetado esteja descrito com precisão no programa; assegurar que o programa esteja montado corretamente, conforme projeto; assegurar que montado “rode” (funcione) conforme formulado. Para que tal ocorra Gass (1983) sugere:

- experimentos para depurar a lógica e demonstrar a correção do programa;
- experimentos que confirmem e demonstrem a correção dos procedimentos numéricos e dados executados pelo programa.

A verificação de SAD, em diretrizes genéricas, pode ser procedida combinando técnicas de validação, aplicando-as simultaneamente e verificando a depuração lógica (as duas primeiras). Ainda podem ser feitas pela demonstração da correção dos procedimentos numéricos e de dados, como se explica:

- testar os procedimentos logicamente após a implementação computacional, dividindo o programa em módulos básicos (se necessário), para facilitar o procedimento;
- rastreamento (*tracing*) do sistema, executando-o passo a passo, imprimindo a cada passo os resultados das variáveis, confirmando as rotinas;

- testes de laboratório comparando os resultados obtidos pelo sistema com dados de laboratório já confirmados;
- análise de sensibilidade, que consiste em observar o comportamento do sistema computacional enquanto se muda sistematicamente os valores sobre uma determinada variável de interesse;
- conferir o comportamento do sistema rodando o processo de decisão, ou seja, a interação visual (de acordo com as capacidades oferecidas pela tecnologia atualizada disponível).

### **3.4.3 Legitimidade**

A legitimidade se refere à eficiência e à eficácia do SAD em apoiar o processo de tomada de decisão, preocupando-se com a aceitação ou rejeição das soluções, motivo principal da validação. Deve-se proceder às recomendações para cada situação específica. Para a efetivação deste passo, deve-se responder as seguintes indagações:

- Qual é o intervalo aceitável para o desempenho do SAD?;
- Qual é o domínio da entrada de dados?;
- Os recursos requeridos (memória, tempo de processamento, tempo de análise) pelo SAD são aceitáveis?;
- Qual é a robustez do SAD? Como ele responde a todos os tipos de dados introduzidos, inclusive os absurdos.

Para a efetivação da legitimidade, apoiados em Gass (1983), Finlay (1987 e 1989), Grabowski e Hendrick (1993), Borenstein (1998) e Borenstein e Becker (2001) é recomendado o uso de:

- Testes de laboratório em contextos construídos pela equipe de desenvolvimento, através de testes:

- Teste de avaliação de usuário: o processo de solução e as respostas obtidas são comparadas com as respostas previstas por “experts”;
- Teste de interação visual: o processo de solução é acompanhado por usuários e desenvolvedores através de capacidades visuais e de animação (podendo-se criar capacidades temporárias para fins de validação);
- Testes Estatísticos: o desempenho do SAD é comparado com testes modelo;
- Testes de campo para simular o uso operacional do SAD, para tentar identificar possíveis demandas dos usuários.

A Legitimidade certificará se as respostas fornecidas pelo sistema poderão ter aceitação ou não, se usuários estarão dispostos a usá-las em suas tomadas de decisão, em suma se o sistema realmente pode ser usado como SAD. Ela também pretende ainda localizar possíveis restrições de uso e possíveis melhorias no sistema (visuais e operacionais).

#### **3.4.4 Técnicas de Validação**

As técnicas de validação devem ser vistas como ferramentas de apoio a validação. A aplicação de um grupo bem selecionado de técnicas é importante, mas não suficiente. Somente após o estabelecimento de critérios (intervalos de aceitação) é que se pode escolher as técnicas que se enquadram no processo.

A escolha das técnicas mais adequadas ao processo de validação, pelas diferentes situações de problemas que envolvem os SADs, é altamente dependente da intuição, experiência e conhecimento dos atores envolvidos.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> As diversas técnicas de validação já foram discutidas nos tópicos precedentes.

### 3.4.5 Nível de credibilidade

O nível de credibilidade procura medir as atitudes dos usuários para com o SAD e a vontade deles de usar seus resultados nos seus processos decisórios. Como diferentes usuários poderão ter compreensões diferentes, mesmo em contextos semelhantes, neste critério há subjetividade.

O nível de aceitação apropriado é aquele que mostra ao usuário cético que o sistema responde com soluções que também podem ser levadas em conta na sua tomada de decisão e que mostre ao usuário ingênuo que o sistema não é infalível.

Os níveis de credibilidade devem, quando possível, ser definidos no início do processo, dependendo do tipo de uso que se pretende dar ao SAD, pois deverão prever as preferências dos usuários, como: valores, desejos, expectativas, medos e planos de uso.

### 3.4.6 Os Atores

Os atores normalmente envolvidos no processo de validação são: os usuários, a equipe de desenvolvimento, equipe de validação e *experts*.

Os usuários são assessores do processo de validação de SAD, porém não podem estar envolvidos no processo de desenvolvimento, para que possam legitimar o interesse de uso e a eficácia do SAD nas tomadas de decisão.

A equipe de desenvolvimento é a equipe que construiu e implementou o sistema. Enquanto a equipe de validação é a responsável pelo projeto do processo de validação e irá projetar os experimentos, coletar e analisar seus resultados. É recomendável que a equipe de validação não seja a mesma que desenvolveu o sistema.

Os *experts* são assessores externos que, pela sua competência e conhecimento, poderão certificar a validade de um SAD e a conveniência do processo de validação específico, através de uma avaliação imparcial. Estes poderão executar suas tarefas fora da estrutura experimental projetada pelos desenvolvedores.

### **3.4.7 Restrições**

Recursos financeiros, tempo, conhecimento envolvido e percepção são condicionantes do processo de validação. Levando em conta estes condicionantes, as principais restrições a serem levadas em conta durante o processo de validação são:

- Prazo total do processo de validação: prazos muito longos poderão tornar o processo muito caro, ou mesmo permitir avanços de concorrentes;
- Nível de entendimento do processo: processos muito complexos poderão induzir a entendimentos diversos;
- Facilidade de uso para o usuário comum: comportamento do usuário com relação ao sistema, facilidades ou dificuldades de uso, movimentação dentro do sistema e compreensão dos resultados;
- Tempo de processamento;
- Condições de uso (restrições técnicas – hardware);
- Interesse de uso do conhecimento envolvido;
- Custos de validação: certos procedimentos podem ser bastante caros.

### **3.4.8 Documentação**

A documentação deve ser usada como elemento de interação entre os atores da validação. Ela deve ser estruturada, pois é condição essencial ao modelamento do desenvolvimento e da validação. Quanto à documentação de uso do SAD, esta deve ser clara, de fácil compreensão e contemplar todos os passos. Fundamentalmente, ela deve conter as restrições de uso enfatizadas.

## **4 DESCRIÇÃO DO SISTEMA E EMBASAMENTO TEÓRICO**

### **4.1 INTRODUÇÃO**

Nesta sessão abordaremos o OPTE - o SAD a ser validado. Abordar-se-á ainda o tema básico opções e sua precificação pelo sistema BLACK & SCHOLES, para melhor compreender-se o SAD que se irá validar. O domínio destes conhecimentos é fundamental para a interpretação de funcionamento do sistema.

O OPTE é um Sistema de Apoio à Decisão (SAD) para o mercado de opções. Foi projetado e desenvolvido pelos professores João Luiz Becker (PPGA/UFRGS) e Eduardo Facó Lemgruber (COPPEAD/UFRJ) para ser utilizado em microcomputadores compatíveis com o padrão PC.

### **4.2 OPTE – SAD PARA O MERCADO DE OPÇÕES**

O Sistema fornece avaliações para opções de compra e de venda, baseadas no modelo BLACK & SCHOLES, transmitindo ainda uma série de informações relevantes para que o usuário possa decidir qual a estratégia a ser usada nos investimentos de opções.

Pelo Sistema de BLACK & SCHOLES, os cálculos de paridade entre

opções, bem como de fatores complementares como a volatilidade e os fatores de sensibilidade quando calculados manualmente podem ser demorados e enfadonhos.

Becker e Lemgruber (1987, p.22) assim definem a utilidade do sistema:

“O sistema (OPTE) foi desenvolvido com o objetivo de permitir uma fácil interação usuário-máquina e de fornecer resultados rápidos. Pode-se trabalhar simultaneamente com até 5 títulos, e manter dados sobre preços de até 10 ações-objeto em arquivo. O sistema oferece completa flexibilidade ao usuário, permitindo alterações de parâmetros do modelo diretamente na tela, fornecendo imediatamente novos resultados para análise. O OPTE conta ainda com um gerenciador dedicado do banco de dados das ações-objeto, permitindo estimativas atualizadas da volatilidade de seus retornos.”

O sistema, no entender dos desenvolvedores, permite um entendimento mais claro das relações nem sempre explícitas nas fórmulas do modelo BLACK & SCHOLES, entre os valores das opções de compra e venda e os parâmetros calculados.

#### **4.2.1 A primeira versão do OPTE**

A versão inicial do programa (1987) estava preparada, segundo a tecnologia disponível, para rodar em microcomputador tipo IBM-PC compatível, rodando o Sistema MS-DOS e funcionando através de um conjunto de telas que se sobrepõe interativamente sob o comando do usuário. O sistema permite que o usuário cadastre ações de sua preferência, podendo trabalhar em tela com até 5 opções da ação-objeto.

Escolhidas as opções das empresas a serem trabalhadas, o sistema primeiramente informa quais as ações-objeto cujos dados precisam ser atualizados. Confirmada a atualização, apresenta na tela, em forma de planilha para cada uma das ações-objeto escolhidas, uma coluna com:

- a) os 5 parâmetros para o cálculo do valor das opções: preço da ação, taxa mensal de juro, preço de exercício, data de vencimento e volatilidade anual e distribuição de dividendos;
- b) distribuições até o exercício: dividendos e *splits* (um *split* de “1 → N”

significa que 1 ação transformar-se-á em N ações após o evento) ou *implits* (no caso em que N for menor do que 1).

- c) resultados do modelo: para opções de compra – *call*, e para opções de venda – *put*, apresentando para cada uma: Valor da Opção, *Hedge Ratio* (taxa de *hedge*), Valor de  $\Gamma$ (gama) e Valor de  $\Theta$ (teta).

Becker e Lemgruber (1987, p.29) explicam:

O “Hedge de Ratio” é a derivada do valor da opção em relação à ação-objeto e indica a fração de ações-objeto que se deve vender (comprar) para cada opção adquirida (vendida) para minimizar o risco do portfólio a pequenas flutuações de preços da ação. No modelo Binomial, ..., a taxa de “hedge” é dada pelo inverso de  $\underline{m}$ . O valor  $\Gamma$  (gama), derivada do “hedge” em relação à ação, indica a sensibilidade do “hedge” a variações no preço da ação. Assim uma opção que tivesse um  $\Gamma$  (gama) próximo de zero teria um “hedge” pouco sensível a variações da ação. Um portfólio iniciado com opções de baixo  $\Gamma$  (gama) exigiria menos transações de ajuste para manter-se neutro a risco. O valor de  $\Theta$ (teta), derivada do valor da opção em relação ao tempo, indica de quantos reais a opção se modificará por dia, mantidos os outros parâmetros constantes.

Para cada ativo objeto, é permitida a atualização dos dados. Dados como o valor de fechamento da ação-objeto, as eventuais distribuições ocorridas no dia (para as ações não negociadas no dia, deve-se fornecer o valor do dia anterior) e a taxa de juros do mercado.

Contudo, este sistema entrou em desuso, devido as dificuldades dos usuários em usar programas desenvolvidos no sistema MS-DOS nos computadores atuais.

#### **4.2.2 A versão atual do OPTE**

Em 1995, o professor Lemgruber adaptou o OPTE para ser usado com a planilha Excel, rodando sobre a plataforma gráfica do sistema Windows. A versão atual faz os mesmos cálculos do sistema anterior, porém apresenta um manuseio mais simples. O mesmo é distribuído junto com o Livro “Avaliação de Contrato de Opções”, editado pela Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F).

O programa é apresentado em quatro telas, que são movimentadas facilmente através de “botões” que aparecem na tela:

- Apresentação;
- Introdução/Ajuda;
- Cálculo da volatilidade;
- Planilha de avaliação.



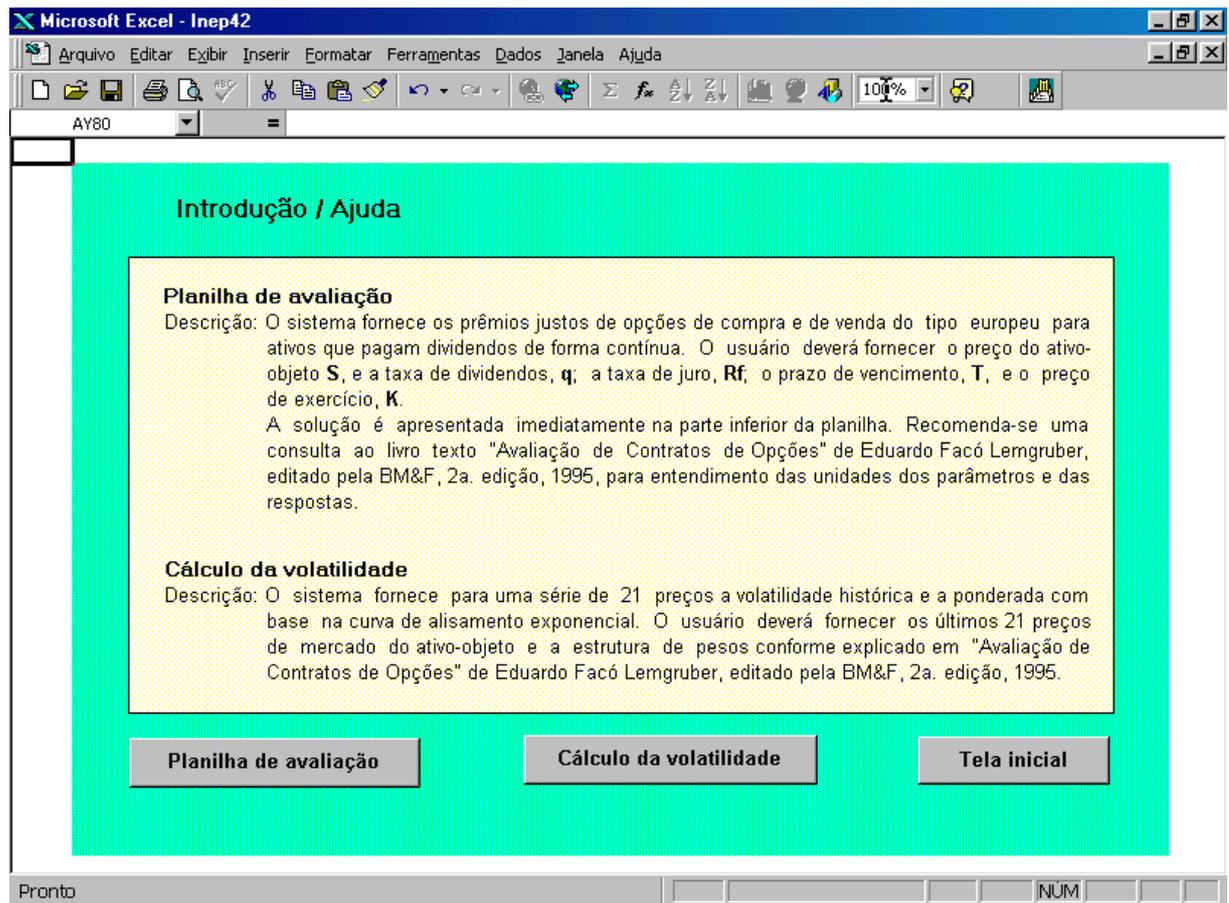
**FIGURA 2 - Tela de Apresentação do Sistema**

FONTE: Lemgruber (1995)

A tela inicial apresenta o programa de forma simples, destacando:

- o título: “Programa para avaliação de Opções e venda do tipo europeu, não protegidas, em ativos que pagam dividendos continuamente”;
- a autoria;
- patrocinador;
- três “botões” que se apertados encaminham às outras telas.

A tela de Introdução/Ajuda fornece uma rápida explicação dos dados a serem introduzidos nas demais telas do programa e como os resultados são apresentados. Recomenda ainda para maior entendimento, a consulta ao livro acima citado. Além disso, em destaque na parte inferior da tela aparecem novamente os “botões” de acesso as demais telas do programa.



**FIGURA 3 – Tela de Introdução/Ajuda**

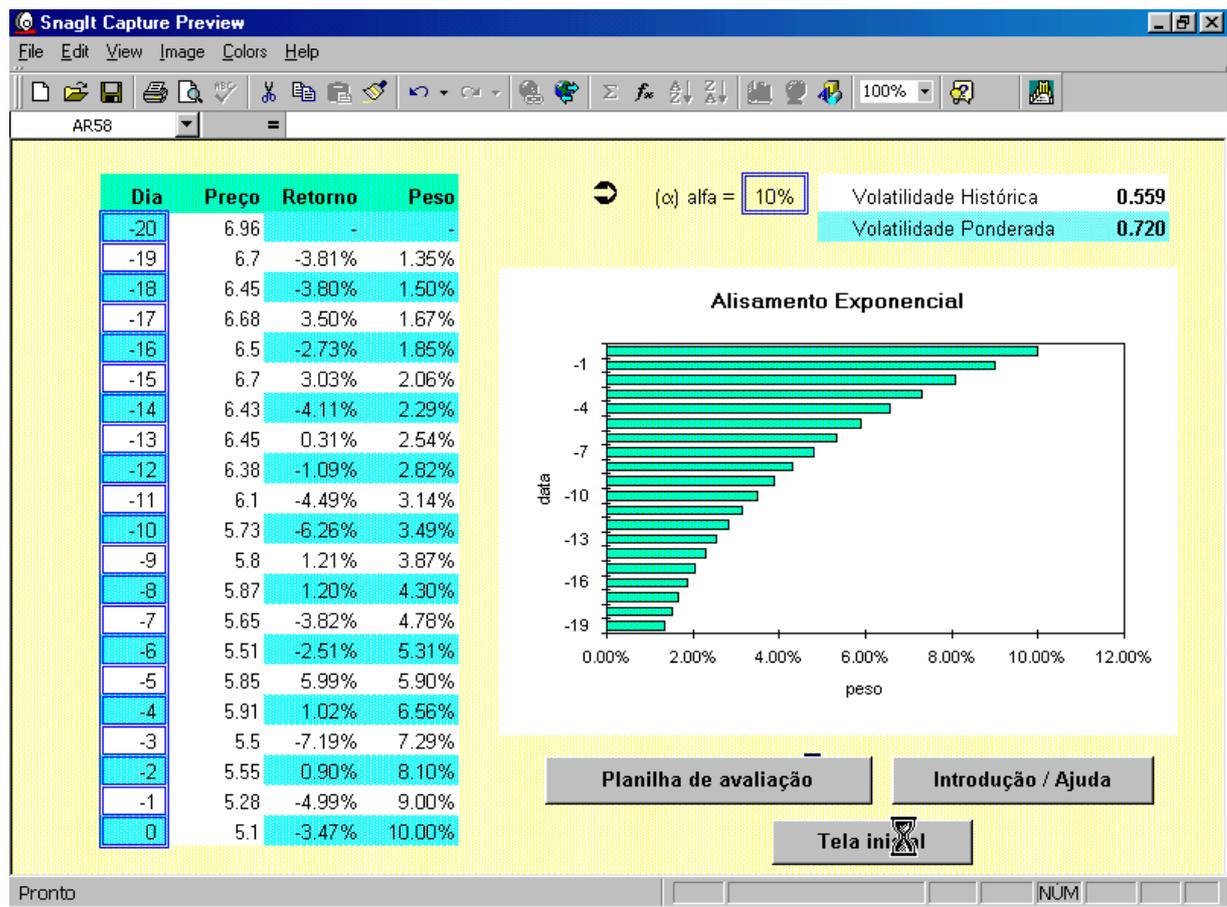
FONTE: Lemgruber (1995)

Antes de proceder-se os cálculos dos valores das opções tem-se que calcular a volatilidade. A tela de Cálculo da Volatilidade apresenta um local onde devem ser digitadas as variações dos preços da ação, para a qual se quer calcular a opção, referentes aos últimos 21 dias de “pregão” da Bolsa de Valores, tomando-se para tal o valor do preço de fechamento.

O programa automaticamente calcula o valor da volatilidade, utilizando o sistema de alisamento exponencial (últimas cotações têm peso maior no cálculo),

com coeficiente padrão alfa de 10% (o programa permite a alteração do percentual). Em destaque aparece o gráfico do Alisamento Exponencial.

A tela de Cálculo da Volatilidade apresenta no canto superior direito o valor da Volatilidade Histórica e o Valor da Volatilidade Ponderada, na parte inferior aparecem novamente os “botões” de acesso às demais telas do programa.



**FIGURA 4 – Tela de Cálculo da Volatilidade**

FONTE: Lemgruber (1995)

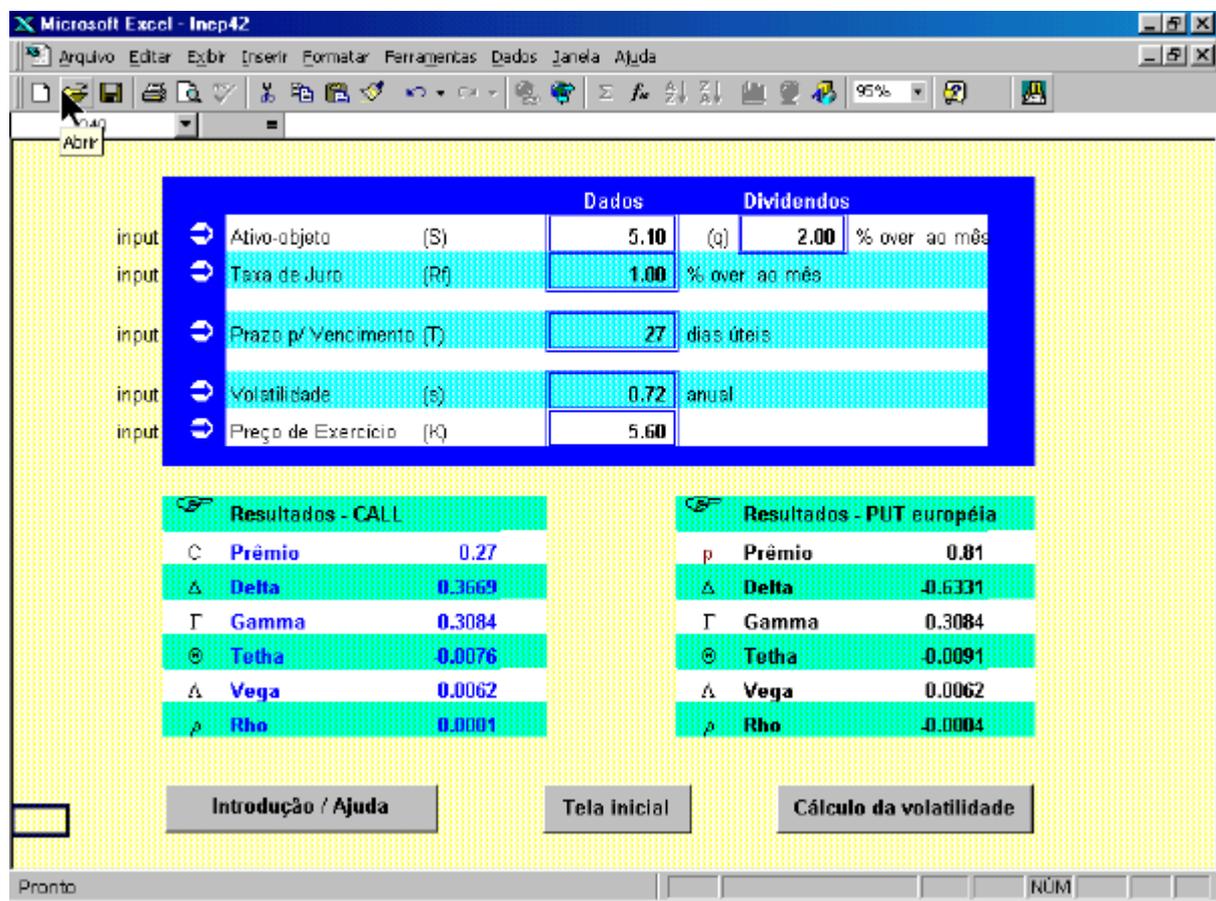
A tela da Planilha de Avaliação apresenta em sua parte superior a tabela referente a entrada de dados relativos a opção e a ação objeto da opção:

- preço do ativo objeto (S);
- taxa de juros (Rf);
- prazo de vencimento (t);
- volatilidade ( $\sigma$ ) (já calculada);

- preço de exercício (K);
- dividendos (q).

Logo abaixo da tabela de entrada, aparecem duas tabelas, uma apresenta o resultado para opções de compra (*call*) e a outra o resultado para opções de venda (*put*). Em ambas aparecem:

- o valor do Prêmio (C ou p) da opção;
- os fatores de sensibilidade: Delta (*hedge de ratio*), Gama, Tetha, Vega e Rho.



**FIGURA 5 – Tela da Planilha de Avaliação**

Fonte: Lemgruber (1995)

Na parte inferior da tela da Planilha de Avaliação novamente aparecem os “botões” que encaminham às outras telas. O sistema aparentemente apresenta facilidade de uso, flexibilidade e respostas rápidas baseadas no modelo de BLACK &

SCHOLES.

Sistemas baseados no modelo de BLACK & SCHOLES vêm sendo usados na precificação de opções, nas mais importantes corretoras do país. Embora o OPTE seja um sistema em pleno uso, este nunca sofreu um processo formal de validação.

### **4.3 OPÇÕES –ASPECTOS GERAIS E PRECIFICAÇÃO**

#### **4.3.1 Definição de opção**

Opção é um instrumento que dá a seu titular, ou comprador, um direito futuro sobre algo, mas não uma obrigação, e, ao seu vendedor, uma obrigação futura, caso solicitado pelo comprador da opção. O direito de comprar um ativo (em nosso caso ações) no futuro a um determinado preço, chamado preço de exercício, denomina-se *call*, já o direito de vender a este mesmo preço denomina-se *put*.

Nas opções de compra, o comprador (titular da opção), após o pagamento de um “prêmio”, adquire o direito de comprar (se quiser) do vendedor (lançador da opção), no futuro, ações a um preço de exercício (*striking price*) pré-estabelecido. O vendedor tem a obrigação de vender a ação pelo preço de exercício ao comprador, se este desejar exercer seu direito de compra.

Nas opções de venda, o comprador (titular da opção), após o pagamento de um “prêmio”, adquire o direito de vender (se quiser) ao vendedor (lançador da opção), no futuro, ações ao preço de exercício (*striking price*) pré-estabelecido. O vendedor, por sua vez tem a obrigação de comprar pelo preço de exercício, do comprador da opção, se este desejar efetivar seu direito de venda.

#### **4.3.2 Classificação das opções quanto ao vencimento**

Quanto ao vencimento, as opções são classificadas em dois grupos: americanas e europeias. Elas se diferenciam pelas condições de exercício. Os contratos de opções negociados no Brasil, na BOVESPA (Bolsa de Valores de São Paulo), para os contratos de opções de ações, são do tipo europeu.

As opções do tipo europeu contém cláusula restritiva em que o comprador somente poderá exercer o seu direito de compra da opção na data de vencimento do contrato, ou seja, na data de sua expiração. O comprador de uma opção de compra exercerá seu direito se, no dia do vencimento, o valor do ativo (ação) estiver sendo negociado em bolsa a um preço mais alto do que o preço de exercício da opção. Se na data do vencimento, o valor da ação na bolsa estiver sendo negociada a valor menor do que o valor de exercício da opção, esta não será exercida, e diz-se que ela “*virou pó*”.

As opções do tipo americano, contém cláusula em que o comprador pode exercer o seu direito a qualquer momento, desde a data em que foi lançada a opção até a data de seu vencimento (expiração) propriamente dito. Se o comprador não exercer a opção de compra até a data de vencimento da opção, esta, igualmente, “*vira pó*”.

#### 4.3.3 Classificação quanto à probabilidade de exercício da opção

As opções podem ser classificadas com relação ao preço de exercício e o preço real do ativo na data da liquidação da opção, conforme é apresentado:

**QUADRO 2: Classificação quanto ao exercício da opção**

Classificação	Opção de Compra	Opção de Venda
<u>Dentro-do-dinheiro</u> ( <u>in-the-money</u> )	preço do objeto é maior do que o preço de exercício	preço do objeto é menor do que o preço de exercício
<u>No-dinheiro</u> ( <u>at-the-money</u> )	preço do objeto é igual ao preço de exercício	preço do objeto é igual ao preço de exercício
<u>Fora-do-dinheiro</u> ( <u>out-of-the-money</u> )	preço do objeto é menor que o preço de exercício	preço do objeto é maior do que o preço do exercício

FONTE: Silva Neto (1996)

Sempre que a opção estiver dentro-do-dinheiro (*in-the-money*), o comprador irá exercer sua opção, quer de venda quer de compra, pois irá beneficiar-se com o negócio. No caso de possuir uma opção de compra, ele irá comprar a ação a um preço menor do que o de mercado. No caso de possuir uma opção de venda, ele irá vendê-la a um valor acima do valor de mercado.

Quando a opção estiver fora-do-dinheiro (*out-of-the-*

*money*), o comprador não exercerá sua opção, pois poderá comprar ou vender, dependendo do tipo de opção, a preços inferiores diretamente no mercado. Ele deixa de exercer a opção e, a partir da data de vencimento, ela perde sua validade, “*vira pó*”.

#### 4.3.4 Os participantes do mercado de opções

Os participantes do mercado podem ser classificados em dois tipos: os institucionais e os investidores. Dentre os participantes institucionais temos:

- a **Bolsa de Valores**, que tem a função de criação, condução, regulamentação e manutenção do sistema de pregões. A Bolsa ainda tem a função de disponibilizar meios que facilitem o fluxo de informações que permitam as negociações. A Bolsa não compra nem vende contratos de opções. As ordens de compra e venda são dadas por clientes e são executadas pelos membros da bolsa, que são as corretoras;
- a **Clearing House**, que forma uma câmara de compensação que possibilita aos agentes de mercado participarem do mesmo. Ela garante a integridade e a padronização dos contratos estabelecidos nos pregões. No Brasil, a principal *Clearing House* é a CLC (Câmara de Liquidação e Custódia), que é a responsável pela compensação, liquidação e custódia das operações realizadas nas bolsas brasileiras. Elas ainda garantem e zelam pelo cumprimento dos contratos exigindo o depósito de garantias dos participantes do mercado.

Os investidores do mercado de opções podem ser classificados em três tipos: os *hedgers*, os especuladores e os arbitradores. Estes podem ser caracterizados como:

- os **Hedgers** - A função básica dos mercados é servir aos *hedgers*, pois estes buscam, através das operações de compra ou venda a futuro, meios de minimizarem as perdas decorrentes das flutuações de mercado. Os *hedgers* que trabalham com

*commodities* tentam diminuir os riscos decorrentes de perdas pelas variações de preços. Os *hedgers* que trabalham com portfólio de ações (administradores de carteiras de ações, fundos de pensão, etc.) querem resguardar-se das bruscas variações do mercado, mantendo seus rendimentos acima das taxas sem risco (CDIs - Certificados de Depósitos Interbancários), abrindo mão de parte dos possíveis lucros em favor de uma diminuição nos riscos de perdas. Os *hedgers* procuram gerenciar o risco de mudanças adversas nos preços dos seus ativos, tomando posições de securitização com a compra ou venda de opções, no mercado;

- os **Especuladores** constituem um grupo bem mais amplo que os *Hedgers*. São pessoas físicas ou jurídicas que buscam obter ganhos nos mercados voláteis. Eles normalmente estão mais propícios a correrem riscos e procuram obter ganhos na variabilidade dos preços;
- os **Arbitradores** são aqueles investidores que atuam no mercado de opções e aproveitam-se de suas distorções para obterem lucro. As operações de arbitragem são de curtíssimo prazo, muitas vezes ocorridas no pregão do mesmo dia. Como exemplo, pode-se citar: vender primeiro e comprar depois ou comprar primeiro e vender depois, aproveitando a tendência do mercado.

#### 4.3.5 Valores que influenciam no preço de uma opção

Antes de serem enumerados os fatores que influenciam no preço de uma opção (prêmio), que é o risco que o especulador está disposto a correr, é necessário salientar que os participantes do mercado estão sempre alertas às suas variações e flutuações. O especulador, em geral, está disposto a correr riscos, alguns mais outros menos, porém quanto maiores as possibilidades de ganhos maiores os riscos a que estarão dispostos a correr.

O valor justo para uma opção é um tema bastante complexo e tem

levado inúmeros pesquisadores e estudiosos a formularem regras que possam melhor explicar o funcionamento deste mercado. Os *hedges* estudam para melhor protegerem seus ativos de eventuais perdas. Os especuladores e arbitradores o estudam para tentarem antecipar-se ao mercado e auferir maiores ganhos.

Dentre os fatores que mais influenciam no preço das opções citados por Lemgruber (1995) e Silva Neto (1996), temos:

- preço do ativo-objeto ( $S$ ), podendo em alguns casos pagar dividendos e bonificações;
- preço de exercício da opção ( $K$ );
- prazo de vencimento da opção ( $T$ );
- taxa de juros sem risco ( $R$ );
- volatilidade do ativo-objeto, ( $\sigma$ )

#### 4.3.5.1 Preço do ativo-objeto

O primeiro e mais direto fator a influenciar no preço das opções (prêmio) é o valor do ativo-objeto (simbolizado pela letra  $S$ ). Quanto maior for o valor do ativo, maior será o prêmio de uma opção de compra, ou seja, se o preço do ativo sobe, o preço da opção também sobe, pois mais facilmente ficará dentro do dinheiro. No caso de opções de venda, o efeito é contrário, pois quanto mais o preço subir, menores deverão ser os preços das opções, pois a possibilidade de exercer a opção diminui.

Deve-se ter em mente que o valor da opção já inclui as expectativas de valorização de seu preço até a data de sua liquidação e seu prêmio é calculado para o dia da negociação e não para a data de vencimento da opção.

#### 4.3.5.2 Preço de exercício

O preço de exercício ( $K$ ) é outro fator que forma o prêmio (preço) da opção. Em uma opção de compra, quanto maior o preço de exercício, menor será o preço da opção, visto que o preço final ficará mais alto e maiores serão os riscos de o comprador não exercer o seu direito de opção (maiores possibilidades da opção ficar *out-of-the-money*). Para uma opção de venda, a relação é inversa e quanto maior o valor de exercício maior será o valor da opção. O comprador estará

disposto a pagar mais pela opção, pois as possibilidades de poder vender o ativo a valores acima do mercado aumentam.

#### 4.3.5.3 Taxa de juros

O preço da opção está relacionado diretamente à taxa de juros, pois esta representa o valor de ganho sem risco para o capital, ou seja, o valor de financiamento da opção (comparando-se com o caso de não se ter o dinheiro para a compra da opção e pegá-lo emprestado). Assim sendo, o valor das opções de compra diminui, se a taxa de juros aumenta, e vice-versa. Então, o valor de lucro ou perda de uma opção está relacionado com a taxa de juros, e o valor do prêmio pode ser determinado:

$$C ( 1 + i )^{n/m} + K - S = \text{Lucro/Perda}$$

onde: C= prêmio pago pela Call (opção de compra)

i = taxa de juros efetivos em decimais

n = número de dias até o vencimento da opção

m = período a que se refere a taxa nominal

K = preço de exercício

S = valor esperado do ativo no dia do vencimento da opção.

Para não se ter prejuízo, não se pode pagar mais do que o prêmio com valor presente, chega-se assim a seguinte fórmula para opções de compra:

$$C = ( S - K ) / ( 1 + i )^{n/m}$$

Para opções de venda (*put*), a relação é a mesma, apenas inverte-se a relação entre o valor de exercício e o valor esperado (K-S). Analisando-se estas fórmulas, concluímos que podemos detectar quando o valor da opção está fora do dinheiro (*out-of-the-money*), pois nestes casos a fórmula dá um valor negativo e o mercado não aceita valores negativos.

#### 4.3.5.4 Volatilidade do ativo-objeto

Este fator influencia o prêmio de uma opção. É a medida da probabilidade de mudanças no preço à vista do ativo em datas futuras. Poderá variar

até a data do vencimento. Para tentar prever o preço futuro do ativo (ação), o mercado recorre a ferramentas estatísticas. Uma delas é o estudo da volatilidade.

Pode-se dizer que a volatilidade é a medida das variações esperadas dos preços futuros de um ativo, para mais ou para menos, com base nas variações verificadas no passado. Assim sendo, a volatilidade dá uma idéia da probabilidade de o preço do ativo estar acima ou abaixo do preço de exercício da opção no dia de seu exercício. Ela toma importância na medida em que dá uma idéia da probabilidade de um preço estar acima ou abaixo do preço de exercício, mede, portanto, a probabilidade de uma opção ser exercida. É portanto, uma medida de risco. Quanto maior a volatilidade de um ativo maior a probabilidade de sofrer variações de preço, portanto, maior o seu risco. Um ativo com baixa volatilidade provavelmente não deverá sofrer grandes alterações no preço futuro. Diante disso, o prêmio de uma opção, portanto, tende a aumentar, quanto maior for a volatilidade de seu ativo-objeto.

#### 4.3.5.5 Prazo de vencimento

O prazo de vencimento pode afetar de duas maneiras o valor das opções. Em primeiro lugar, quando age sobre a volatilidade, pois quanto maior for o prazo de vencimento, maior será a dispersão dos preços do ativo. Em segundo lugar, age inversamente ao valor do preço de exercício, pois quanto mais longe da data de vencimento, menor será o valor da opção. O resultado disto é que para opções de compra, quanto maior o prazo de vencimento, maior o seu valor. Para opções de venda do tipo europeu, os efeitos atuam em sentidos opostos e não têm uma maneira geral de determinação. Para as opções de venda do tipo americano, a possibilidade de exercício antecipado elimina a desvantagem oriunda da redução do valor presente do preço do exercício, e seu resultado será semelhante ao das opções de compra.

Becker e Lemgruber (1987), Lemgruber (1995) e Bodie e Merton (1999) resumem em tabela as variações dos parâmetros acima discriminados, como determinantes dos preços das opções os quais foram adaptados e apresentados no Quadro a seguir:

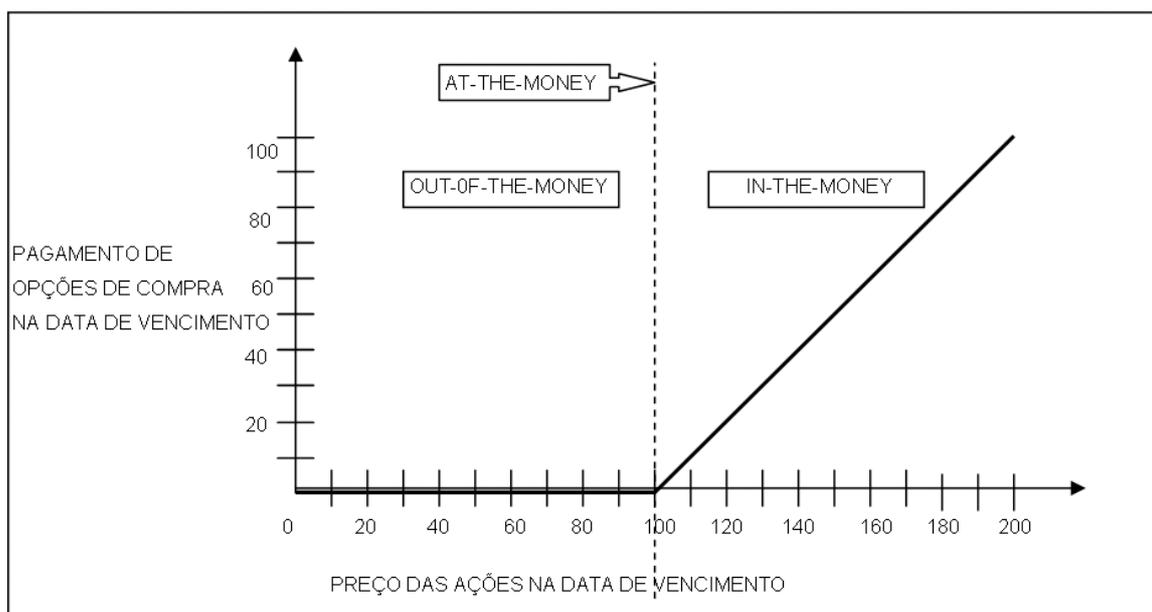
**QUADRO 3: Efeito da variação dos parâmetros no preço das opções**

Aumento em	EFEITO NAS OPÇÕES DE		
	COMPRA	VENDA EUROPEIA	VENDA AMERICANA
Preço das Ações (ativo objeto), $S$	Aumento (+)	diminuição (-)	diminuição (-)
Dividendos e Bonificações Futuras, $d$	Diminuição (-)	aumento (+)	aumento (+)
Preço de Exercício, $E$	Diminuição (-)	aumento (+)	aumento (+)
Taxa de juros de um ativo sem risco, $i$	Aumento (+)	diminuição (-)	diminuição (-)
Volatilidade, $\sigma$	Aumento (+)	aumento (+)	aumento (+)
Prazo de vencimento da opção, $T$	Aumento (+)	Ambíguo (?)	aumento (+)

FONTE: Adaptado pelo autor, de Lemgruber (1995) e, Bodie e Merton (1999)

**4.3.6 Determinação do valor de uma Opção**

Para a determinação do preço de uma opção, parte-se do princípio da complementariedade das opções de compra e de venda. Se no dia de seu vencimento de uma opção de compra, o valor do ativo estiver acima do seu valor de exercício, este será exercido, caso contrário a opção não será exercida e a opção vence sem qualquer valor, conforme apresentado no gráfico abaixo, a partir da linha tracejada (*at-the-money*), para qualquer valor da ação superior a \$100,00 (por exemplo) a opção será exercida:



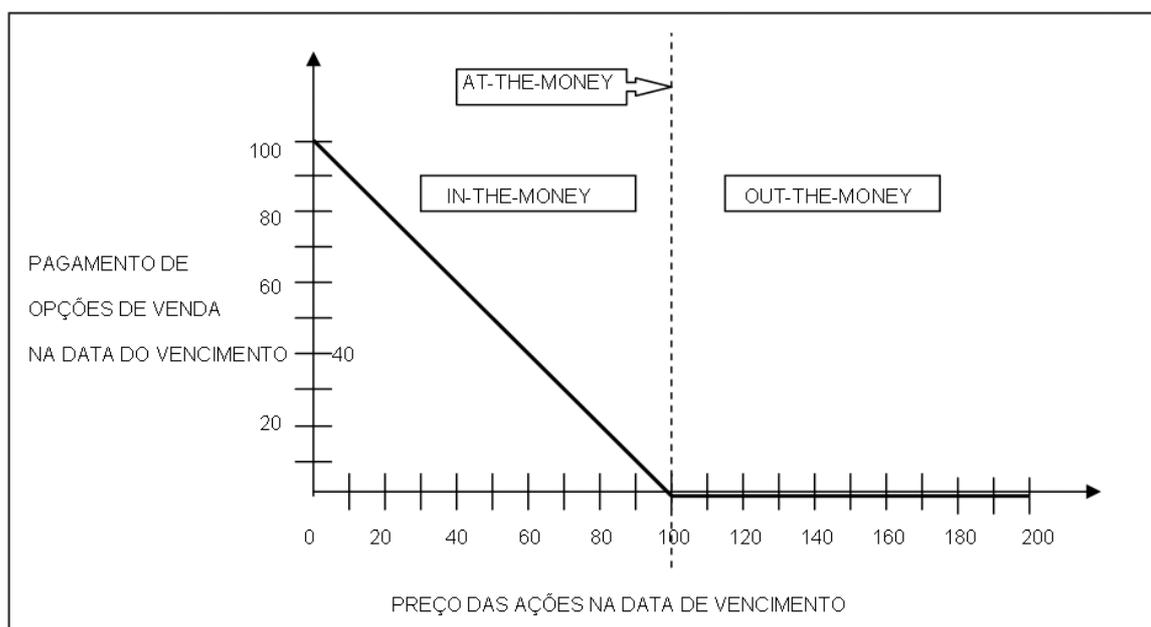
**FIGURA 6: Diagrama de pagamento de Opções de Compra**

FONTE: Adaptação do Autor, do Gráfico apresentado por Bodie e Merton(1999)

Note-se que não importa ao pagamento da opção de compra o quanto abaixo do preço de exercício da ação ele caia, ele é truncado em zero.

Considerando-se os pagamentos da opção de venda mostrados no gráfico a seguir, se o preço do ativo na data do vencimento for menor que o preço de exercício, a opção será exercida.

A probabilidade de exercício da opção aumenta com o decréscimo da ação, até um valor máximo de \$100,00. Se, por outro lado, o valor da ação for maior que o preço de exercício, a opção vence sem qualquer valor.



**FIGURA 7: Diagrama de pagamento de Opções de Venda**

Fonte: Adaptação do Autor, do Gráfico apresentado por Bodie e Merton(1999)

#### 4.3.6.1 Paridade das opções de compra e venda

O Sistema para criar um investimento garantido contra declínios de preços é o de comprar ações e opções de venda destas mesmas ações. Este procedimento é chamado de “estratégia protetora de opções de venda” ou “Seguro Dinâmico de Portfólio”. Outra maneira é comprar uma *debêndure* de desconto puro com valor de face igual ao preço de exercício da opção e, simultaneamente, comprar uma opção de compra.

O **Seguro Dinâmico de Portfólio** é didaticamente explicado e relatado em Becker, Lemgruber e Felício (1992). Neste trabalho os autores explanam esta

técnica de *hedge*, através da qual a proteção do portfólio pode ser feita mediante a venda de parte do ativo-objeto (ação) e sua aplicação em mercado livre de risco, formando a chamada Opção Sintética e determinando-se o valor e quantidade de opções a serem vendidas através do modelo de BLACK & SCHOLES, assegurando ao portfólio uma proteção contra perdas por oscilações do mercado, sem interferir em possíveis ganhos. Pela lei do “preço único”, segundo Bodie e Merton (1999), existe paridade entre as opções de compra e de venda e tem-se a chamada equação conhecida como “relação de paridade entre opção de venda - opção de compra”:

$$S + P = \frac{K}{(1+i)^t} + C$$

Onde

- S = preço das ações
- P = preço da opção de venda
- K = preço de exercício (tipo europeu)
- i = taxa de juros sem risco
- t = prazo de vencimento da opção
- C = Preço da Opção de Compra

Para a determinação do valor de uma opção de compra temos:

$$C = S - \frac{K}{(1+i)^t} + P$$

Desta maneira usando-se estes procedimentos pode-se montar “portfólios” de ações protegidos por opções. Um destes procedimentos de proteção pode ser chamado apreçamento de compra ou “coeficiente de *hedge*” de uma opção de compra. Este processo consiste em encontrar uma estratégia de carteira para duplicar os pagamentos da opção de compra, usando ações básicas de empréstimos sem risco. Pela lei do preço único o valor desta opção de compra, segundo Bodie e Merton (1999), deve ser igual ao custo de se criar essa “opção sintética”. Outros destes procedimentos compreendem:

- a) comprar ações;
- b) tomar emprestado parte do dinheiro para fazer a alavancagem, comprando então opções;

- c) fazer seguro contra o risco de desvalorização (compra de opção de venda).

#### **4.3.7 Avaliação pelo processo binomial**

O processo de avaliação binomial, segundo Hull (1998), é um processo bastante popular para precificar opções, pois o processo da chamada “árvore binomial” representa as diferentes trajetórias que poderão seguir o preço do ativo-objeto, durante o tempo de vida da opção.

O processo binomial parte do princípio de que o comportamento do ativo-objeto ( $S$ ) obedece a um processo estocástico de geração de retornos, o ativo é conhecido no presente mas existe incerteza quanto ao seu valor no futuro.

#### **4.3.8 Avaliação pelo processo de BLACK & SCHOLES**

Com o crescimento do mercado de opções, muitos estudiosos dedicavam-se ao seu estudo. Segundo Hull (1998), em 1973, Fischer Black e Myron Scholes fizeram uma descoberta importante ao derivar uma equação diferencial que pode ser satisfeita por qualquer derivativo dependente de uma ação sem dividendos. Para seus experimentos, usaram opções europeias de compra e venda. A este modelo então estabelecido, que é uma simplificação ao Modelo Binomial, foi dado o nome de “Modelo de BLACK & SCHOLES”. Com alguns aprimoramentos este tem sido a principal ferramenta para análise de opções do tipo europeia.

##### **4.3.8.1 As simplificações do modelo**

Black e Scholes (1973), no desenvolvimento de seu modelo, fizeram as seguintes simplificações:

- a) a distribuição probabilística dos preços do ativo-objeto em uma data futura é do tipo “log-normal”, portanto, a distribuição probabilística

- das taxas de retorno calculadas de forma contínua entre duas datas é normal;
- b) a taxa de juros sem risco é constante ao longo da vida da opção;
- c) a volatilidade é constante;
- d) o ativo-objeto não paga dividendos ao longo da vida da opção.

Segundo Lemgruber (1995), analisando o modelo de BLACK & SCHOLES, pode-se derivar uma fórmula de avaliação para opções, em função do preço do ativo-objeto, a partir da volatilidade anual (medida através do desvio padrão) dos retornos do ativo-objeto, da taxa de juros sem risco, do prazo de vencimento da opção e de seu preço de exercício. Após as derivações, chega-se às seguintes fórmulas simplificadas do Modelo de BLACK & SCHOLES:

**Para opções de compra e venda do tipo européia, para ativos que pagam dividendos e incorrem em custos de armazenagem contínuos, tem-se:**

$$C = S \cdot e^{-qt} \cdot N(d_1) - VP(K) \cdot N(d_2) \quad \text{e} \quad p = C - S \cdot e^{-qt} + VP(K)$$

Onde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(R_f - q + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot t}{\sigma \cdot \sqrt{t}} \quad \text{e} \quad d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(R_f - q - \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot t}{\sigma \cdot \sqrt{t}}$$

Sendo:

- C = valor da opção de compra;
- p = valor da opção de venda;
- S = valor atual do ativo-objeto;
- K = valor de exercício do ativo objeto no dia do vencimento;
- $R_f$  = taxa de juros anual sem risco;
- t = fração anual do prazo de vencimento da opção;
- $d_i$  = área sob a curva normal relativa ao coeficiente i,  $i=1,2$ ;
- $\sigma$  = volatilidade do ativo-objeto;
- Ln = logaritmo neperiano;
- VP(.) = valor presente, com taxa de desconto  $R_f$ .

$q$  = taxa de dividendos ou de custos de armazenagem contínua e anual.

Do mesmo modo, para **Opções de Compra e Venda do tipo européia para ativos que não pagam dividendos**, temos:

$$C = S.N(d_1) - VP(K).N(d_2) \quad \text{e} \quad p = C - S + VP(K)$$

Onde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(R_f + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot t}{\sigma \cdot \sqrt{t}} \quad \text{e} \quad d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(R_f - \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot t}{\sigma \cdot \sqrt{t}}$$

Sendo:

- C = valor da opção de compra;
- p = valor da opção de venda;
- S = valor atual do ativo-objeto;
- K = valor de exercício do ativo objeto no dia do vencimento;
- $R_f$  = taxa de juros anual sem risco;
- t = fração anual do prazo de vencimento da opção;
- $d_i$  = área sob a curva normal relativa ao coeficiente  $i$ ,  $i=1,2$ ;
- $\sigma$  = volatilidade do ativo-objeto;
- Ln = logaritmo neperiano;
- VP(.) = valor presente, com taxa de desconto  $R_f$ .

#### 4.3.8.2 Estimativas de uso do modelo

Para melhor uso do modelo, algumas estimativas devem ser feitas:

a) Quanto ao **prazo de vencimento** da Opção: Lemgruber, Becker e Chaves (1995), *apud* Lemgruber (1995), estudaram o retorno das bolsas brasileiras a cada dia do calendário e concluíram que, para o cômputo do prazo de vencimento das opções de compra e venda de ativos negociados nas bolsas de valores, incluem-se apenas os dias de negócio;

b) Quanto ao desvio padrão anual dos retornos do ativo-objeto (**volatilidade**): este é um dos parâmetros mais difíceis de serem medidos, pela sua complexidade. A literatura americana tem demonstrado que a volatilidade dos ativos é muito maior quando a bolsa está aberta do que quando ela está fechada. Por isso aconselha-se que se calcule a volatilidade a partir das derivações dos retornos diários dos preços de fechamento dos pregões, calculando-se a volatilidade diária como sendo o  $\text{Ln}(P_t / P_{t-1})$ , onde  $P_t$  e  $P_{t-1}$  são os valores consecutivos de dois dias consecutivos e  $\text{Ln}$  o seu Logaritmo. Estes valores facilmente são calculados em uma planilha eletrônica (Excel, Lotus, etc.). Ainda deve-se fazer uma aproximação visto que o ano tem aproximadamente 250 dias úteis, conforme Cox e Rubinstein (1995) *apud* Lemgruber (1995), o cálculo da volatilidade anual será:

$$\sigma_{(\text{anual})} = \sqrt{250} \cdot \sigma_{(\text{dia})} \% \text{ a.a.}$$

Sendo:  $s$  = volatilidade do ativo-objeto;

a.a. = ao ano.

Estudos ainda têm demonstrado que o número de dias usados para o cálculo de  $\sigma$  (volatilidade) é arbitrário, sendo importante após os cálculos ajustá-lo para a forma anual.

c) Quanto ao **peso de cada componente** no cálculo da volatilidade: muitos autores têm sugerido que na medida que as volatilidades diárias se distanciam da data presente de cálculo, estas devem ter menos influência. Sua perda de influência é exponencial. Becker e Lemgruber (1989) sugerem que deva-se diminuir este peso pela fórmula:

$$\alpha + \alpha(1-\alpha) + \alpha(1-\alpha)^2 + \alpha(1-\alpha)^3 + \dots = 1$$

Onde:  $\alpha$  = peso da última observação e  $0 \leq \alpha \leq 1$

Aconselham, ainda, o uso de  $\alpha = 10\%$  e assim podendo-se calcular a volatilidade a cada dia pela fórmula:

$$\sigma_{(\text{dia})} = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (n \cdot g_i \cdot R_i - \bar{R})^2$$

Onde:  $\sigma$  = volatilidade do ativo-objeto;

$n$  = número de observações incluídas no cálculo;

$g_i$  e  $R_i$  = respectivos pesos e retornos;

$\bar{R}$  = a média ponderada dos retornos;

$\Sigma$  = somatório dos termos.

d) Quanto à **estimativa da taxa anual de juro sem risco**: o modelo de BLACK & SCHOLES requer como parâmetro de entrada uma taxa de juros atualizada. Como o vencimento das opções vai se dando ao longo do tempo, aconselha-se o uso da taxa de juros mensal atual, que pode ser extrapolada para a taxa de juros composta anual:

$$R_{f(\text{anual composta})} = \{ [ 1 + R_f / (30 \times 100) ]^{250} - 1 \} \times 100$$

Porém, como o modelo de BLACK & SCHOLES, leva em consideração que os títulos no mercado se movimentam de forma contínua, tem-se que transformar a taxa acima calculada:

$$R_{f(\text{anual contínua})} = \text{Ln} [ 1 + R_{f(\text{anual composta})} ]$$

e) Quanto ao **desvio padrão implícito**: por este método parece fácil de se determinar a valoração de opções visto que os dados necessários para o uso nas fórmulas é amplamente divulgado. Estudos têm notado que a volatilidade tem variado com o prazo do exercício. Beckers (1981) *apud* Lemgruber (1995), sugere que para cálculos do desvio padrão implícito, sejam tomados sempre os valores que estão mais próximos de seu vencimento, ou seja, quando  $S$  está mais próximo de seu vencimento, pois aí os valores de  $\sigma$  são mais sensíveis.

#### 4.3.8.3 Análise dos fatores de sensibilidade

Através de alguns fatores, relacionados com o Método de BLACK & SCHOLES, pode-se melhor compreender a movimentação das opções de um ativo-objeto e melhor decidir o caminho a ser tomado, quanto ao gerenciamento de um ativo ou de um portfólio de ações. Estes fatores são bem explicados em Lemgruber (1995) e Silva (1999), citando Cox e Rubinstein (1985), e baseiam-se nas opções de compra e de venda do tipo europeu:

a) **DELTA** ( $\Delta$ ): mede a variação percentual que se produz no preço de uma opção ao variar o ativo-objeto (S). Este também é conhecido como  $N(d_1)$ , ou seja, a proporção de cobertura ou taxa de *hedge* combinando ações e opções. Assim temos que delta é a derivada parcial de uma opção em relação ao preço do ativo objeto:

$$\Delta_C = \partial C / \partial S = N(d_1) \quad \text{Para opção de compra (call), onde } 0 < \Delta \leq 1$$

$$\Delta_p = \partial p / \partial S = N(d_1) - 1 \quad \text{Para opção de venda (put), onde } 0 > \Delta \geq -1$$

Os portfólios de ações e opções com somatório de delta igual a zero estão protegidos das incertezas do mercado. Somatórios de delta negativo mostram posições de baixa, e somatórios de delta positivo mostram posição de alta:

$$\Delta_{(\text{portfólio})} = \sum_{i=1}^n n_i \cdot \Delta_i$$

Quanto ao delta de uma opção podemos dizer na opção de compra que: quanto mais próximo de 1 (um) o delta indicará posição *in-the-money* e, quanto mais próxima de zero, indicará *out-of-the-money*. Para uma opção de venda, o delta, quanto mais próximo de -1, indicará posição *in-the-money* e, quanto mais próximo de zero, indicará *out-of-the-money*, conforme Quadro a seguir:

**QUADRO 4: Limites dos deltas da opção**

Classificação	Opção de Compra (+ $\Delta$ )	Opção de Venda (- $\Delta$ )
<i>in-the-money</i> ( <u>dentro-do-dinheiro</u> )	0,5 a 1,0	-0,5 a -1,0
<i>at-the-money</i> ( <u>no-dinheiro</u> )	0,5	-0,5
<i>out-of-the-money</i> ( <u>fora-do-dinheiro</u> )	0,0 a 0,5	0,0 a -0,5

FONTE: Adaptação pelo Autor da tabela apresentada por Silva (1999)

b) **GAMA** ( $\Gamma$ ): o Gama mede em quanto varia o delta de uma opção, ao variar o preço da ação-objeto, ou seja a segunda derivada parcial do preço de uma opção em relação ao ativo-objeto. Sua fórmula é a mesma tanto para opções de compra quanto de venda:

$$\Gamma = \frac{\partial \Delta C}{\partial S} = \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} = \frac{1}{S\sigma\sqrt{t}} \cdot e^{-qt} \cdot N'(d_1) \quad \text{onde} \quad N'(d_1) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)}} \cdot e^{-d_1^2/2}$$

Gama negativo indica posição alta, gama positivo indica posição baixa.

O Gama de um portfólio é o somatório de seus gamas.

$$\Gamma_{(\text{portfólio})} = \sum_{i=1}^n n_i \cdot \Gamma_i$$

c) **TETA** ( $\Theta$ ): o teta mede o quanto varia o prêmio da opção a se aproximar a data de exercício. Mede a taxa de variação do ativo relativo a variações do tempo. E pode ser representada por:

$$\Theta = \frac{\partial V_i}{\partial t}$$

de onde tiramos:  $\Theta = R_f C - (R_f - q)S\Delta_c - \frac{1}{2}\sigma^2\Gamma_c$  para opção de compra (call)

$$\Theta = R_f C - (R_f - q)S\Delta_p - \frac{1}{2}\sigma^2\Gamma_p \quad \text{para opção de venda (put)}$$

O teta de um portfólio é o somatório dos tetas individuais:

$$\Theta_{(\text{portfólio})} = \sum_{i=1}^n n_i \cdot \Theta_i$$

O teta de uma opção de compra de um ativo que não paga dividendos, é sempre negativo, indicando que se desvaloriza com o decorrer do tempo. Para as opções de venda do tipo européia, independente de pagamento de dividendos pode-se observar tetas positivos e negativos, dependendo dos outros parâmetros que influenciam. O teta de um portfólio, numa posição comprada, tem valor positivo, indicando que este se valoriza com o passar do tempo. Teta negativo indica influência negativa do tempo na posição ao passo que teta positivo indica influência positiva do tempo na posição.

d) **VEGA** ( $\Lambda$ ): o Vega de um título é a taxa de variação do valor deste título ou de um portfólio, relativo a variações na volatilidade. É expressa por:

$$\Lambda = \frac{\partial V_i}{\partial R_f}$$

O vega de uma opção de compra é igual ao vega da opção de venda para o tipo europeu e é dado pela fórmula:

$$\Lambda_C = \Lambda_P = S\sqrt{t} \cdot e^{-qt} \cdot N'(d_1)$$

O vega para um portfólio é dado pelo somatório de vegas individuais:

$$\Lambda_{(\text{portfólio})} = \sum_{i=1}^n n_i \cdot \Lambda_i$$

Vegas de opções de compra e de venda são sempre positivos. À medida que as opções ficam muito fora ou dentro do dinheiro, seus vegas se aproximam de zero.

e) **RHO** ( $\rho$ ): pode ser definido como a taxa de variação do valor de um título ou de um portfólio, relativo a variação da taxa de juros livre de risco ( $R_f$ ), e é dada pela derivada parcial do prêmio em relação a taxa de juros:

$$\rho_C = \frac{\partial C}{\partial R_f} = K \cdot t \cdot e^{-R_f t} \cdot N(d_2) \quad \text{para opção de compra (call)}$$

$$\rho_P = \frac{\partial p}{\partial R_f} = -K \cdot t \cdot e^{-R_f t} \cdot N(-d_2) \quad \text{para opção de venda (put)}$$

O rho para um portfólio é dado pelo somatório de Rhos individuais:

$$\rho_{(\text{portfólio})} = \sum_{i=1}^n n_i \cdot \rho_i$$

Rhos de opções de compra são sempre positivos. Eles tendem a ser maiores quando essas estão muito dentro do dinheiro (*in-the-money*) e tendem a zero quando as opções de compra estão muito fora do dinheiro (*out-of-the-money*). Rhos para opções de venda são sempre negativos e se comportam de maneira inversa aos das opções de compra. Quanto mais no dinheiro (*in-the-money*) uma opção de venda estiver, menor será seu rho.

## **5 OBJETIVOS**

### **5.1 OBJETIVO GERAL**

Desenvolver um método baseado no trabalho de Borenstein e Becker (2001), para a validação de um Sistema de Apoio à Decisão na área Finanças.

### **5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Contribuir na sistematização do processo de validação de SADs;
- Identificar possíveis melhorias na estrutura proposta por Borenstein e Becker (2001);
- Difundir e enfatizar a importância da validação de SADs;
- Validar o OPTE;
- Identificar possíveis restrições ao uso do SAD em estudo;
- Identificar possíveis melhorias no SAD em estudo;
- Difundir o risco que correm as pessoas que usam sistemas não validados.

## 6 MÉTODO

O método adotado está baseado na estrutura proposta por Borenstein e Becker (2001), descrita em três etapas principais:

- Validação Conceitual;
- Verificação;
- Legitimidade.

O processo de validação ainda desenvolve passos complementares, como escolha das técnicas de validação a serem usadas e elaboração da documentação (de uso, das restrições e das recomendações). Avança-se para o passo seguinte somente após o SAD ter atingido um nível de credibilidade aceitável, segundo critérios previamente definidos. Sendo que todas as etapas do método proposto serão devidamente documentadas.

A Figura 1 e a Quadro 1, apresentadas no capítulo 3 do presente trabalho, mostram: a primeira, o esquema do processo a ser abordado neste trabalho e, a segunda, o sumário para a estrutura de validação para este esquema.

O processo de validação do sistema OPTE terá então como: a Validação Conceitual, a Verificação, a Legitimidade e a Documentação final.

## 6.1 PASSO 1 - VALIDAÇÃO CONCEITUAL

Na validação conceitual, procura-se assegurar que as suposições e teorias que estão dando suporte ao modelo conceitual de solução são pertinentes. Para tanto, realizar-se-á a chamada validação e face, contemplando:

- pesquisa na literatura de possíveis soluções;
- pesquisa na internet, na tentativa de se buscar outros sistemas disponíveis na rede, similares ao OPTE, procedendo-se uma comparação;
- entrevistas estruturadas com *experts* e com usuários de sistemas similares (Validação de Face);

Após a compilação e análise dos dados coletados, dar-se-á retorno aos entrevistados, para emitirem opinião, para conclusão da etapa. Sendo que a entrevista deverá abordar tópicos como: acessibilidade, aceitação dos resultados, uso do SAD, apresentação e possíveis melhorias. A par das conclusões do grupo deverão estabelecer-se o nível de aceitação da validação e as recomendações necessárias aos passos seguintes.

Ao final da etapa as perguntas, formuladas e descritas no capítulo 3, deverão estar respondidas:

- Está se olhando a situação de problema pela perspectiva apropriada?
- Esta perspectiva é suscetível de conduzir para soluções adequadas?
- Até que ponto o construto (encaminhamento encadeado das variáveis) é representativo da situação como percebida pelos atores?  
(Landry, Malouin e Oral (1983, p213)

Para aplicação das entrevistas, deverá ser elaborado um questionário, onde serão abordados os seguintes itens:

- opinião sobre o sistema (*software*), como ferramenta de análise;
- pontos fortes e pontos fracos do sistema comparado a outros, também baseados no Método de BLACK & SCHOLLES;

- avaliação de aspectos gerais e de avaliação dos sistema: quanto à apresentação das telas (inicial, do cálculo da volatilidade e de apresentação dos resultados); quanto a consistência dos resultados e eficiência do sistema; quanto a terminologia adotada e documentações apresentadas (para uso do sistema e interpretação dos resultados);
- opinião quanto a resultados adicionais, além dos resultados do valor da opção de compra ou venda, tais como o das derivadas parciais da equação de “Black & Scholes”, que formam as chamadas “gregas”: delta (derivada primeira da equação com relação ao preço do ativo objeto), gama (derivada segunda, com relação ao ativo objeto), Teta (derivada primeira, com relação ao tempo), Vega (derivada primeira com relação à volatilidade) e rho (derivada primeira, com relação à taxa de juros)

O questionário elaborado para as entrevistas deverá ser aplicado em pré-teste, para verificar-se o perfeito entendimento das questões por parte do entrevistado. Após a verificação do perfeito entendimento do questionário, fazendo-se as correções, caso sejam necessárias, o questionário poderá ser aplicado com os demais entrevistados. No caso do presente trabalho, após o pré-teste, o questionário (modelo apresentado no Anexo 1) aprovado foi aplicado.

## **6.2 PASSO 2 - VERIFICAÇÃO**

Verificação, como já definido, cuida da validação da consistência interna e perfeição do SAD a seus propósitos. Verifica se o sistema implementado satisfaz às suas especificações. Em relação ao SAD OPTE, foi desenvolvido em Planilha Eletrônica Excel, a partir da formulação do método de BLACK & SHOLES. A formulação é amplamente conhecida e divulgada na área de finanças, como precificadora de opções. Adaptada por Becker e Lembruber (1987), na formulação do Sistema, tem resultados já amplamente verificados, tanto na primeira quanto na segunda versão.

O SAD apresenta, em sua versão de uso, células de cálculo protegidas contra “edição” (não podem ser alteradas) e suas fórmulas estão “escondidas” (não podem ser visualizadas). Para a verificação, como complemento serão procedidos os seguintes passos:

- verificação das fórmulas do método BLACK & SCHOLLES, conforme propostas na documentação que acompanha o sistema e a literatura disponível;
- reprogramação do sistema em Planilha Eletrônica Excel, com as fórmulas, tais como propostas por Becker e Lemgruber (1987) e por Lemgruber (1995), com posterior comparação dos resultados assim obtidos, com os resultados do SAD OPTE, na sua versão atual, elaborado por Lemgruber (1995) e também desenvolvido em Planilha Eletrônica Excel;
- comparação de resultados;
- comparação gráfica.

### **6.3 PASSO 3 – LEGITIMIDADE**

Na legitimidade, a eficiência e a eficácia do SAD em apoiar o processo de tomada de decisão é que deverão ser validadas. Decidir-se-á se as respostas propostas poderão ter aceitação ou não, se os usuários estarão dispostos a usar o sistema como SAD.

Para tanto, serão realizadas investigações a respeito das capacidades e melhorias e da disposição de uso do sistema como SAD, primeiramente através de entrevista, com os mesmos usuários/*experts*, que participaram das entrevistas durante a fase de validação conceitual. Para isso, serão questionados tópicos tais como:

- se o usuário/*expert* entende que o OPTE facilita no processo de decisão;
- quais as possíveis melhorias a serem introduzidas;

- melhorias na documentação;
- como é vista a performance do sistema;
- disposição de uso dos resultados oferecidos pelo sistema.

Elaborado o questionário, a entrevista será aplicada em pré-teste. Somente depois da análise do entendimento das questões, é que estas serão aplicadas com os demais entrevistados. Após os questionamentos propostos, serão aplicados testes de laboratório e de Campo na continuação do processo de Legitimidade do OPTE.

Testes de campo serão aplicados com usuários. Após instrução de uso do sistema OPTE com um conjunto de simulações com dados de mercado, este será disponibilizado para livre uso. Após este uso, que deverá ser maior do que um mês os usuários serão novamente inquiridos (entrevistados), em sua disposição de usar o SAD OPTE nas suas tomadas de decisão.

Testes de laboratório serão montados a partir de um conjunto de opções de compra da Ação Preferencial da Telemar (Tele Norte Leste Participações – tnlp4), ações que são negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo (BOVESPA). As opções deste ativo são as mais negociadas na Bolsa atualmente.

Para os testes, serão criados vários conjuntos de testes que serão aplicados com dois usuários que se dispuseram a participar. Os testes serão aplicados:

- usando-se em laboratório somente o OPTE e verificando-se as respostas fornecidas pelo sistema;
- no campo, junto a usuários (2), sem o auxílio de sistema de precificação de opções, verificando-se as respostas indicadas;
- no campo, possibilitando aos usuários também o uso do sistema OPTE, dando conhecimento das respostas anteriores e verificando-se as novas ações propostas.

Estes resultados serão comparados com os valores que a opção assumiu no dia seguinte.

Ao longo do processo ainda serão verificadas possíveis restrições de uso do sistema e de dificuldades encontradas no processo de validação.

#### **6.4 PASSO 4 – DOCUMENTAÇÃO FINAL**

Estando concluído o processo de validação, proceder-se-á a consolidação da documentação, verificando-se possíveis restrições de uso do sistema e dificuldades encontradas no processo de validação.

## 7 APLICAÇÃO DO MÉTODO

Neste capítulo serão abordadas as técnicas e procedimentos prescritos no Método.

### 7.1 VALIDAÇÃO CONCEITUAL

A validação conceitual tem como objetivo assegurar que as suposições e teorias que estão dando suporte ao modelo conceitual de solução são pertinentes.

O tema “opções” tem sido amplamente estudado. Black e Scholes (1973) desenvolveram um método, a partir de estudos de simplificação e derivação do sistema binomial, que se tornou mundialmente conhecido, método este que os estudos de Merton (1973) ajudaram a aprimorar.

A literatura mundial tem enfatizado o uso do Modelo de BLACK & SCHOLEES para precificação de opções. Em 1997 a Academia de Ciências da Suécia concedeu o Prêmio Nobel de Economia a Myron Scholes e Robert Merton “pela elaboração de teorias que deixaram mais sofisticados e seguros os mercados de opções e derivativos”<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Fischer Black morreu em 1995, aos 57 anos de idade, não podendo ser indicado para o prêmio

### 7.1.1 Pesquisa de possíveis soluções

Pesquisa na literatura tem demonstrado a eficiência do Modelo de “BLACK & SHOLES” sobre outros métodos, como demonstrado por Hull (1998), Bodie e Merton (1999), Brealey e Myers (1998) e Copeland e Weston (1992). Na literatura nacional, vários autores como Silva (1999), Silva Neto (1996), Bessada (1995 e 2000), Lozardo (1998) e Costa (1998), dentre outros, têm estudado e divulgado “a fórmula” como um método eficiente de precificação de opções.

Há que se ressaltar os trabalhos pioneiros de Becker e Lemgruber (1987 e 1989), Brito (1989) e Becker, Lemgruber e Felício (1992) que estudam o uso do modelo de BLACK & SCHOLEES no mercado brasileiro e servem constantemente de referência para outros autores nacionais.

Todos os autores pesquisados evidenciam as dificuldades na avaliação de opções e comprovam que o modelo de BLACK & SCHOLEES como um método se não o ideal é confiável para a avaliação de opções.

### 7.1.2 Pesquisa de sistemas similares

Em pesquisa na internet, através de procura de nomes chaves como: *Black&Scholes* e *Opções*, vários sistemas (*softwares*) foram encontrados. Buscou-se *softwares* que fossem distribuídos com livros, de forma idêntica ao OPTE.

Vale lembrar que o método de BLACK & SCHOLEES para avaliação de opções é mundialmente conhecido e difundido, e suas fórmulas são facilmente programáveis. A par desta situação, encontra-se no mercado e principalmente distribuído pela Internet uma grande variedade de programas.

Na pesquisa pôde-se constatar três tipos básicos de programas para avaliação de opções. Os Quadros 5 e 6 a seguir apresentados relacionam as principais características dos sistemas (*softwares*) comparados com o OPTE:

- sistemas de uso exclusivo através da internet, necessitando o usuário estar “conectado ao *site*”, sem custo de uso;
- sistemas que vêm acompanhando a literatura ou que podem ser copiados através da internet pelo sistema de *freeware* (cópia livre),

que devem ser instalados no computador para serem usados, sem restrição de uso e sem custo;

- programas que podem ser adquiridos e exigem senha de instalação, com custo de uso.

Quando compara-se o OPTE ao primeiro grupo de sistemas (de uso exclusivo na internet). Consta-se que este apresenta vantagens como:

- pode ser copiado e renomeado;
- exemplo de uso;
- permite estimar a volatilidade a partir de dados fornecidos (da série de sistemas analisados apenas um também apresentou esta solução);
- cálculo das “gregas” (derivadas parciais da fórmula de BLACK & SCHOLES), quando a maioria dos sistemas deste grupo não o fazem.<sup>4</sup>

Como desvantagem, na comparação com o primeiro grupo, podemos ressaltar documentação *on line*, nos sistemas que a apresentam, principalmente no que se refere à interpretação das “gregas” (derivadas parciais da fórmula de BLACK & SCHOLES).

Quando comparamos o OPTE ao segundo grupo de sistemas (distribuídos junto com literatura ou *freeware*), constatamos que as suas características mais se assemelham a este grupo. O OPTE ainda mostra algumas vantagens, pois nem todos os programas deste grupo calculam as “gregas” e apresentam documentação de uso.

O terceiro grupo de sistemas (vendidos ou alugados) apresentam melhores características de avaliação, com relação ao OPTE, até porque trabalham

---

<sup>4</sup> As “gregas” ou derivadas parciais da fórmula de BLACK & SCHOLES, analisadas no Capítulo 4, são assim denominadas por serem representadas por letras do alfabeto grego (delta, gama, teta, vega e rho), são também conhecidas como fatores de sensibilidade por medirem as possíveis variações no valor de uma opção partir da pequena variação de um dos fatores: valor do ativo-objeto, da volatilidade, do tempo e da taxa de juros. No Anexo 8, OPTE-Interpretação dos medidores de sensibilidade da fórmula de BLACK & SCHOLES, apresenta-se a forma de interpretá-las.

associado a outros sistemas que atualizam as cotações das ações-objeto em tempo real, o que permite o cálculo automático da volatilidade.

### QUADRO 5 – Pesquisa de sistemas similares – fabricante, plataforma e documentação

PRODUTO	FABRICANTE	PLATAFORMA								DOCUMENTAÇÃO			
		NECESSIDADE DE HARDWARE ESPECIAL	COPIA PROTEGIDA	FORNECIDO COM APLICATIVO MAS COMPLEXO	ESTA NA INTERNET	PERMITE DOWN LOAD	USO SOMENTE NA INTERNET	DISTRIBUIDO JUNTO COM LITERATURA OU FREWARE	VENDIDO OU ALUGADO	DOCUMENTAÇÃO ESCRITA	DOCUMENTAÇÃO ONLINE	EXEMPLO DE USO	TRABALHA COM PLANILHA TIPO Excel
OPTE	LEMBRUBER	N	N	N	N	S	N	S	N	S	S	S	S
<b>USO DIRETO DA Internet</b>													
CALCULATORE PER OPZIONI	LORENZO VERCESI	N	N	N	S	N	S	N	N	N	S	N	N
BLACK-SCHOLES OPTION	WEBRISK.NET	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	N	N
OPTION BS PRICE WITH DIVIDENDS	WEBRISK.NET	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	N	N
<u>OPTION3</u> - OZANPAGE	ANGELFIRE.COM	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	N	N
BLACK-SCHOLES Premium	HOME.HIGHWAY.NE.JP	N	N	N	S	N	S	N	N	N	S	N	N
BLACK-SCHOLES PRICING ANALYSIS	PETER HOADLEY'S OPITONS STRATEGY ANALYSIS TOOLS (HOADLEY.NET)	N	N	N	S	N	S	N	N	N	S	N	N
NUMA OPTION CALCULATOR	NUMA FINANCIAL SYSTEMS LTD.	N	N	N	S	N	S	N	N	N	S	N	N
<b>DISTRIBUIDO JUNTO COM LITERATURA OU FREWARE</b>													
BLACK-SCHOLES MODEL	SCHULTZ	N	N	N	S	S	N	S	S	N	S	S	S
SNOWGOLD OPTION CALCULATOR	SNOWGOLD TECHNOLOGY LTD	N	N	N	S	S	N	S	N	N	S	S	N
OPBLACK	LOZARDO - DERIV. NO BRASIL	N	N	N	N	N	N	S	N	N	N	N	S
<b>VENDIDO OU ALUGADO</b>													
PROJEÇÃO	PROJEÇÃO	N	S	S	S	N	S	N	S	N	N	N	N
OPTIONTRACK-SMARTSTATION-2001	APLIGRAF	N	S	S	N	S	N	N	S	S	S	N	N
OPEN INTEREST OPTIONS	ROCKY POINT SOFTWARE INC	N	N	N	S	S	N	N	S	N	S	N	N
										S = Sim N= Não			

FONTE: Pesquisa realizada pelo Autor

**QUADRO 6 – Pesquisa de produtos similares – uso e custo**

PRODUTO	USO														CUSTO DE USO
	CALCULO DE "CALL" E "PUT"	CALCULO DE MAIS DE UMA OPÇÃO SIMULTANEA	PERMITE USO DE DIVIDENDOS	JUROS USADOS EM VALOR MENSAL OU ANUAL	PERMITE USO DE VOLATILIDADE ALEATORIA	CALCULO ESTIMATIVO DE VOLTILIDADE	CALCULO DE TODAS "AS GREGAS"	CALCULO DO DELTA	CALCULO DE GAMMA	CALCULO DE TETHA	CALCULO DE VEJA	CALCULO DE RHO	PERMITE ASSOCIAÇÃO A OUTRO PROGRAMA PARA OBTER VALOR ON LINE DO VALOR DA AÇÃO	BUSCA AUTOMATICAMENTE VALORES HISTORICOS PARA CÁLCULO DA VOLATILIDADE	
OPTE	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	uso sem custo
<b>USO DIRETO DA Internet</b>															
CALCULATORE PER OPZIONI	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	uso sem custo
BLACK-SCHOLES OPTION	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	uso sem custo
OPTION BS PRICE WITH DIVIDENDS	S	N	S	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	uso sem custo
OPTION3 – OZANPAGE	S	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	uso sem custo
BBLACK-SCHOLES Premium	S	N	S	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	uso sem custo
BLACK-SCHOLES PRICING ANALYSIS	S	N	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	N	N	Uso sem custo
NUMA OPTION CALCULATOR	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	uso sem custo
<b>DISTRIBUIDO JUNTO COM LITERATURA OU FREWARE</b>															
BLACK-SCHOLES MODEL	S	S	N	S	S	N	N	N	N	N	N	N	S	N	uso sem custo
SNOWGOLD OPTION CALCULATOR	S	N	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	N	N	uso sem custo
OPBLACK	S	N	N	S	S	S	N	N	N	N	N	N	S	N	uso sem custo
<b>VENDIDO OU ALUGADO</b>															
PROJEÇÃO	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R\$30,00/mês
APLIGRAF	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R\$300/mês
OPEN INTEREST OPTIONS	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	US\$85,00
S = Sim    N= Não															

FONTE: Pesquisa realizada pelo Autor

Quanto à interação visual, apenas os sistemas do terceiro grupo apresentam telas com maior interatividade.

O OPTE apresenta características gerais melhores que a maioria dos programas analisados, principalmente quando comparados com os dos primeiro e segundo grupos. Apenas quando comparado a programas vendidos comercialmente é que, em alguns aspectos já abordados, apresenta algumas restrições, principalmente pelo fato de não estar conectado *on line* a outros sistemas.

### 7.1.3 Validação de face

A validação de face vem mostrar como o sistema é visto pelos usuários. Se eles, com base nas informações de funcionamento do sistema e de posse dos dados fornecidos pelo sistema, estão dispostos a usá-lo como apoio a sua tomada de decisão.

Como validação de face foram realizadas entrevistas com pessoas que usam ou estão de certa forma ligadas ao mercado financeiro, em especial ao mercado de capitais (operadores em bolsa de valores).

As entrevistas foram realizadas entre setembro e novembro de 2001. Nesta fase o mercado financeiro e o mundo em geral estavam em tensão devido aos fatos recém ocorridos da queda das “Torres do *World Trade Center*” na cidade de New York. A partir daí a crise mundial atual tem afetado as bolsas de valores ao redor do mundo, tem desequilibrado os mercados e por conseguinte afetado o mercado de opções e sua avaliação pelo método de BLACK & SCHOLES, pois uma de suas premissas de uso é a estabilidade do mercado.

Outro fator importante que se deve ressaltar foi a dificuldade de encontrar-se operadores de mercado que tendo conhecimento do processo de avaliação de BLACK & SCHOLES, tenham utilizado o programa em estudo. Pelo que pode ser apurado, no estado do Rio Grande do Sul e nas corretoras que aqui têm sede, o mercado de opções de ações é pouco utilizado.

A par das dificuldades, foram entrevistadas seis pessoas que têm atuado no mercado e que conhecem ou já tiveram um contato com o processo de

avaliação de BLACK & SCHOLES e que, de alguma forma, utilizaram o sistema (*software*) em estudo. Dentre os entrevistados, a sua maioria atua há mais de dez anos tanto no mercado à vista como no mercado de opções. Foram entrevistados dois analistas de investimentos que trabalham em empresa de consultoria, dois operadores de corretora vinculada a Bolsa de Valores e dois investidores que analisam individualmente suas aplicações.

Vale lembrar que dois dos entrevistados podem ser considerados *experts* pois que também são professores de Curso de Especialização em Mercado de Capitais. E que aos que não haviam tido contato com o sistema, este foi fornecido aos mesmos, juntamente com as devidas explicações, e com exemplo de uso.

As entrevistas propriamente ditas ocorreram aproximadamente entre trinta e quarenta e cinco dias após os entrevistados terem tomado conhecimento do sistema e o terem manuseado.

#### 7.1.3.1 Avaliação das entrevistas

As entrevistas foram estruturadas (Anexo 1: Entrevista 1 – Validação de Face) de forma crescente, partindo de uma situação geral e particularizando as características do processo de BLACK & SCHOLES em si, e sua aplicação no programa estruturado OPTE, base para nosso estudo. (Anexo 3: Respostas da Entrevista 1 –Validação de Face)

Quando perguntado a eles:

“Considerando que o método de “Black & Scholes” é mundialmente conhecido como sistema de avaliação de opções. Qual é a sua opinião sobre o Software distribuído com o livro “Avaliação de Contratos de Opções”do prof. Eduardo Facó Lemgruber como ferramenta de análise e avaliação de opções.”

As opiniões de uma maneira geral foram de aprovação, tendo sido citado: “o método parece servir bem”, “é muito prático e objetivo”, “muito bom como ferramenta de apoio”, “... é válido,... dando uma boa idéia se a opção está sub ou super avaliada”. Apenas um dos entrevistados cita que os resultados por ele obtido em testes foram muito próximos do valor de mercado. Pode-se compreender esta resposta, pois no caso o entrevistado experimentou o modelo em uma época em que o mercado

estava com alta volatilidade, o que conflita com um dos pressupostos de “Black & Scholes”, de que o mercado deve estar estável.

Quando perguntados:

“Você entende que o sistema proposto pode ser utilizado como ferramenta de avaliação de opções no Brasil.”

Todos os entrevistados que afirmaram que sim, entendem que o sistema proposto pode ser usado como avaliação de opções no Brasil, porém, nas justificativas, dois dos entrevistados disseram que apesar de entenderem que o sistema pode ser utilizado como ferramenta, necessitam de mais tempo de estudo e avaliação para formarem opinião. Os demais acreditam que o sistema (*software*) em estudo é uma ferramenta válida, que pode ser utilizada como tal, principalmente como balizador de tendência, mas não como único recurso para a tomada de decisão.

Quando perguntados:

“Em sua opinião quais os pontos fortes do sistema (se usa outro sistema de avaliação por comparação)”,

A facilidade de uso foi considerada o ponto forte, porém ainda foram citados: bom comparativo de mercado e simplicidade.

Quando perguntados:

“Em sua opinião quais os pontos fracos do sistema (se usa outro sistema de avaliação por comparação)”,

Como pontos fracos foram citados: a avaliação de apenas uma opção de cada vez na tela, a falta do cálculo da volatilidade para períodos maiores e a falta de atualização automática dos dados a partir de banco de dados existentes (o programa não se auto-alimenta “on line”).

Na questão a seguir, que contempla itens, estes foram apresentados, aos entrevistados, os itens junto a uma “Escala de Lickert” com os seguintes valores: 1 (muito fraco), 2 (fraco), 3 (médio), 4 (bom) e 5 (muito bom).

Quando perguntados:

“Pela sua observação, com respeito ao Software distribuído com o livro “Avaliação de Contratos de Opções” do prof. Eduardo Facó Lemgruber, marque com um “X” a resposta mais apropriada (você estará dando uma nota de 1 a 5 para cada quesito, sendo 5 o mais alto e 1 o mais baixo):”

- Apresentação da tela inicial

- Apresentação do cálculo da volatilidade;
- Sistema de cálculo da volatilidade;
- Apresentação dos resultados;
- Consistência dos resultados apresentados;
- Terminologia adotada no sistema;
- Eficiência global do sistema;
- Documentação apresentada quanto ao uso do programa;
- Documentação apresentada quanto a interpretação dos resultados.

Os entrevistados classificaram responderam segundo os dados tabulados na tabela a seguir apresentada:

**TABELA 1 – Classificação pelos entrevistados de aspectos do software (sistema) analisado**

ASPECTO	MUITO BOM (5)	BOM (4)	MÉDIO (3)	FRACO (2)	MUITO FRACO (1)
APRESENTAÇÃO DA TELA INICIAL		4	2		
APRESENTAÇÃO DO CALCULO DA VOLATILIDADE	4	1	1		
SISTEMA DO CALCULO DA VOLATILIDADE	2	2	2		
APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	2	4			
CONSISTENCIA DOS RESULTADOS APRESENTADOS	1	4	1		
TERMINOLOGIA ADOTADA NO SISTEMA		5	1		
EFICIENCIA GLOBAL DO SISTEMA		3	3		
DOCUMENTAÇÃO APRESENTADA QUANTO AO USO DO PROGRAMA		1	5		
DOCUMENTAÇÃO APRESENTADA QUANTO A INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS			3	3	

FONTE: Entrevistas realizadas pelo Autor.

Na apresentação do cálculo da volatilidade e a apresentação dos resultados entre muito bom e bom (pesos entre 5 e 4), o sistema de cálculo da volatilidade e a consistência dos resultados apresentados em média ficaram classificados como bons (peso 4); já a apresentação da tela inicial, a terminologia adotada no sistema, a eficiência global do sistema e a documentação apresentada quanto ao uso do sistema, foram classificadas entre bom e médio (pesos entre 4 e

3), e a documentação apresentada quanto a interpretação dos resultados ficou classificada entre bom e fraco (pesos entre 3 e 2).

Pode-se verificar que os entrevistados, excetuando os dois últimos aspectos que envolvem documentação, classificam como bons os aspectos apresentados. Constatou-se que um dos pontos a serem melhorados numa futura edição do programa é a sua documentação de uso e interpretação dos resultados. Ainda deve-se ressaltar que a maioria dos programas similares analisados também apresentam estas características.

Quando perguntados:

“O programa fornece ainda além dos valores das opções de compra e venda, as derivadas da equação de B&S, as chamadas letras gregas Delta (derivada primeira da equação com relação ao preço do ativo objeto), Gama (derivada segunda, com relação ao ativo objeto), Teta (derivada primeira, com relação ao tempo), Vega (derivada primeira com relação a volatilidade) e rho (derivada primeira, com relação a taxa de juros):

- nas suas avaliações de opções você utiliza as “gregas” nas suas avaliações.”

Dois terços dos entrevistados disseram que não utilizam “as gregas” Dentre os motivos alegados, temos: a falta de tempo para estudo, pouco uso de opções, ou por estarem simplesmente dispostos a acompanhar o movimento das opções.

Os que responderam que usam afirmaram usar apenas o “delta” ou em outro caso o “delta”, “gama” e “teta”. Nenhum dos entrevistados usa todas as “gregas” como apoio à decisão.

Nota-se que de uma maneira geral, mesmo os que conhecem mais a fundo o Sistema BLACK & SCHOLES não têm pleno conhecimento das “gregas”, ou seja, das derivadas da fórmula geral, e as vantagens, ou melhor, os dados que estas podem fornecer nas tomadas de decisão.

Na questão a seguir, os itens foram apresentados, aos entrevistados, junto a uma “Escala de Lickert” com os seguintes valores: 1 (muito fraco), 2 (fraco), 3 (médio), 4 (bom) e 5 (muito bom).

Quando perguntados:

“Quanto às ‘gregas’(derivadas), marque as respostas mais adequadas:

- apresentação dos resultados;
- documentação apresentada para uso;

- documentação apresentada para interpretação dos dados.”

Foram apresentados, aos entrevistados, os itens junto a uma “Escala de Lickert” com os seguintes valores: 1 (muito fraco), 2 (fraco), 3 (médio), 4 (bom) e 5 (muito bom).

Os entrevistados classificaram e responderam segundo os dados tabulados na tabela a seguir apresentada:

**TABELA 2 – Classificação pelos entrevistados de aspectos de apresentação das “gregas” (derivadas) no software (sistema).**

ASPECTO	MUITO BOM (5)	BOM (4)	MÉDIO (3)	FRACO (2)	MUITO FRACO (1)
APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	1	3	2		
DOCUMENTAÇÃO APRESENTADA PARA USO			4	2	
DOCUMENTAÇÃO APRESENTADA PARA INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	1		3	2	

FONTE: Entrevistas realizadas pelo Autor.

Os entrevistados classificaram a apresentação dos resultados como bons, em média. Já a documentação apresentada para uso e a documentação apresentada para interpretação dos dados foram classificadas entre médio e fraco. É muito pouco detalhada a apresentação tanto de uso como interpretação dos resultados, quer na parte escrita (livro) quer no software (*on line*).

#### 7.1.3.2 Interpretação dos dados das entrevistas

Após a análise das entrevistas, pode-se verificar os seguintes tópicos como os mais importantes evidenciados:

- os entrevistados consideram o OPTE, como um sistema prático e objetivo na avaliação de opções;
- a facilidade de uso foi considerada como ponto forte do sistema;
- como ponto fraco foi de que avalia apenas uma opção de cada vez na mesma tela; o prazo fixo do cálculo da volatilidade e a falta de atualização *on line*;

- quanto a aspectos gerais do software os entrevistados de uma maneira geral, aceitam a sua apresentação, porém demonstrando que a documentação, principalmente quanto à interpretação dos resultados deve ser melhorada;
- em sua maioria não usam os resultados das “gregas”. A mais difundida é a “delta” usada na composição de *hedge*, combinando ações e opções. Os entrevistados, em sua maioria, dizem não as usar por desconhecimento de seu uso;
- ainda quanto às “gregas”, novamente a falta de documentação esclarecedora quanto ao uso e principalmente quanto à interpretação dos resultados foram pontos fracos.

Após a tabulação dos resultados, em novo encontro individual, os resultados foram apresentados aos mesmos entrevistados, fazendo-se as seguintes considerações:

- é possível, sem alterações no software, que o valor do ativo-objeto seja atualizado *on line*, bastando apenas que o usuário utilize concomitantemente algum *software* de análise de ações que atualize o valor do preço das ações também *on line* e que permita a exportação de dados, fato este que é comum a operadores de bolsas de valores;
- que o cálculo da volatilidade está baseado em estudos que demonstram que se deve dar importância aos dados mais recentes, conforme estudos realizados por Becker e Lemgruber (1989) e por Lemgruber (1995);
- que, como outros softwares de mesmo nível, distribuídos sem custo, não é possível atualizar as séries históricas dos valores das ações automaticamente, porém que seu ajuste é facilmente feito, e necessita ser feito apenas uma vez ao dia;
- foi dado a eles o conhecimento do software “protótipo” elaborado de modo que se pode avaliar mais de uma opção na mesma tela.

Os entrevistados, após as considerações feitas, consideraram que o fato de atualizar automaticamente o valor do ativo-objeto tornou mais prático o uso do programa, que entenderam melhor o cálculo da volatilidade e, em sua maioria, aceitando sua forma de uso.

Os entrevistados ainda, em sua maioria reafirmaram, a consideração de que a documentação de interpretação dos dados, principalmente no que se refere às “gregas” é fraco.

## 7.2 VERIFICAÇÃO

Para a verificação do Sistema OPTE construiu-se um *sistema protótipo* (apresentado no Anexo 9), levando-se em consideração as fórmulas preconizadas pelo método de BLACK & SCHOLES, conforme preconizado por Lemgruber (1995) e Becker e Lemgruber (1987). Foram então simulados testes e comparados os resultados do Sistema em fase de validação:

- com os resultados do *sistema protótipo* elaborado;
- com resultados de sistemas similares.

Foram ainda realizados gráficos de comportamento do sistema e comparados com estudos disponíveis na literatura pertinente.

### 7.2.1 Testes com o Sistema *Protótipo*

Com base no Método de BLACK & SCHOLES, usando as fórmulas de precificação de opções e de suas derivadas, “as gregas”, conforme preconizado por Lemgruber (1995) e utilizadas pelo OPTE, montou-se um *sistema protótipo*. Os resultados obtidos por este foram comparados com o do Sistema OPTE.

O *sistema protótipo* foi inicialmente montado sobre a plataforma da Planilha Eletrônica *Lotus 123*, por facilidade de programação, após esta primeira fase o *protótipo* foi transformado para a plataforma da Planilha Eletrônica *Excel* distribuída pela *Microsoft*.

Foram utilizadas, para precificação das opções as fórmulas, já apresentadas em capítulo anterior repetidas a seguir:

$$C = S.e^{-qt}.N(d_1) - VP(K).N(d_2) \quad e \quad p = C - S.e^{-qt} + VP(K)$$

Onde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(R_f - q + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot t}{\sigma \cdot \sqrt{t}} \quad e \quad d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(R_f - q - \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot t}{\sigma \cdot \sqrt{t}}$$

sendo:

- C = valor da opção de compra;
- p = valor da opção de venda;
- S = valor atual do ativo-objeto;
- K = valor de exercício do ativo objeto no dia do vencimento;
- $R_f$  = taxa de juros anual sem risco;
- t = fração anual do prazo de vencimento da opção;
- $d_i$  = área sob a curva normal relativa ao coeficiente i,  $i=1,2$ ;
- $\sigma$  = volatilidade do ativo-objeto;
- Ln = logaritmo neperiano;
- VP(.) = valor presente, com taxa de desconto  $R_f$ .
- q = taxa de dividendos ou de custos de armazenagem contínua e anual.

#### 7.2.1.1 Teste1

O primeiro *protótipo* foi elaborado programando-se as fórmulas preconizadas, conforme induzido por Lemgruber (1998, p.37), trazendo-se a valor presente o preço de exercício do ativo objeto (K) pela fórmula geral de juros compostos:

$$VP(K) = \frac{K}{(1 - R_f)^t},$$

onde: “Rf” é a taxa de juros anual sem risco e “t” o tempo anualizado a transcorrer até o vencimento, considerando-se apenas os dias úteis.

Os resultados produzidos pelo protótipo com fórmulas assim montadas produziam resultados próximos dos produzidos pelo Sistema OPTE, mas ligeiramente diferentes, a partir da segunda casa decimal.

#### 7.2.1.2 Teste 2

As pequenas diferenças geradas no Teste 1, nos remeteram a novas verificações. Consultando-se Hull (1988) e Bodie e Merton (1999), bem como o texto basilar de Black e Scholes (1973), verificou-se que se deve trazer a valor presente o preço de exercício do ativo-objeto (K), pela fórmula de juros compostos com capitalização contínua. Assim tem-se que:

$$VP(K) = K \cdot e^{-R_f \cdot t},$$

onde: “Rf” é a taxa de juros anual sem risco, “t” o tempo a transcorrer até o vencimento e “e” é o número irracional, chamado de “número de Euler” igual a 2,7182818284..., base para os logaritmos neperianos.

A partir desta alteração no *protótipo*<sup>5</sup> os resultados entre este e o Sistema OPTE, que se está validando, passaram a ser idênticos.

#### 7.2.1.3 Teste geral

Os resultados produzidos pelo *protótipo* assim formulado foram em todos os testes idênticos aos produzidos pelo Sistema OPTE proposto, como pode ser verificado nas Figuras 8 e 9:

---

<sup>5</sup> O sistema *protótipo* está apresentado no Anexo 9.

		Dados		Dividendos	
input	Ativo-objeto (S)	29,80	(q)	0,00	% over ao mês
input	Taxa de Juro (Rf)	1,20	% over ao mês		
input	Prazo p/ Vencimento (T)	38	dias úteis		
input	Volatilidade (s)	0,31	anual		
input	Preço de Exercício (K)	32,00			

Resultados - CALL			Resultados - PUT europeia		
C	Prêmio	0,77	p	Prêmio	2,48
$\Delta$	Delta	0,3422	$\Delta$	Delta	-0,6578
$\Gamma$	Gamma	0,1026	$\Gamma$	Gamma	0,1026
$\Theta$	Tetha	-0,0211	$\Theta$	Tetha	-0,0085
$\Lambda$	Vega	0,0427	$\Lambda$	Vega	0,0427
$\rho$	Rho	0,0012	$\rho$	Rho	-0,0028

Introdução / Ajuda      Tela inicial      Cálculo da volatilidade

**FIGURA 8 – OPTE – Opção de compra TELEMAR32 – Ativo-objeto TNLP4**  
 FONTE: OPTE.

1 ATIVO: **TELEMAR**

Ativo-objeto (S)	29,80	
Taxa de Juro (Rf)	1,20	% over a.m.
Dividendos (q)	0,00	% over a.m.
Volatilidade ( $\sigma$ )	0,31	para $\alpha = 10\%$
<b>OPÇÃO</b>	<b>TELEMAR32</b>	
Prazo p/ Venc (T)	38	dias úteis
Preço Exerc. (K)	32,00	
<b>Resultados CALL</b>		
Prêmio	C	0,77
Delta	$\Delta$	0,3422
Gamma	$\Gamma$	0,1026
Tetha	$\Theta$	-0,0211
Vega	$\Lambda$	0,0427
Rho	$\rho$	0,0012
<b>Resultados - PUT europeia</b>		
Prêmio	p	2,48
Delta	$\Delta$	-0,6578
Gamma	$\Gamma$	0,1026
Tetha	$\Theta$	-0,0085
Vega	$\Lambda$	0,0427
Rho	$\rho$	-0,0028

**FIGURA 9 – Protótipo – Opção de Compra TELEMAR32 – Ativo-Objeto TNLP4**  
 FONTE: Protótipo

Pode-se, desta maneira, dizer que o valor presente do ativo-objeto deve ser obtido através da capitalização contínua, podendo assim dizer-se que o Sistema proposto pelo OPTE produz resultados, conforme preconizado pela método de BLACK & SCHOLES, confirmados por Hull (1988).

### 7.2.2 Teste comparativo com outros sistemas

A partir de um conjunto de dados pré-determinados, rodaram-se o OPTE e outros sistemas disponíveis, já em parte analisados em tópico anterior. Vale lembrar que os sistemas têm maneiras diferentes de entrada de dados. Para que estes pudessem funcionar a contento alguns parâmetros tiveram que ser observados:

- a volatilidade, em alguns sistemas, deve dar entrada na forma unitária (por exemplo: 0,31) e, em outros ela deve dar entrada na forma percentual (por exemplo: 31%);
- o prazo para o vencimento da opção, na maioria dos casos deve ser fornecido em dias úteis, porém alguns sistemas usam o número de dias corridos (como é o caso do sistema *Projeção*);
- a taxa de juros no OPTE deve ser fornecida como *taxa over mensal* (taxa nominal, por exemplo: 1,2%). Na maioria dos outros sistemas deve ser fornecida como taxa anualizada (taxa efetiva, por exemplo: 10,6% ou 0,106).

Os resultados produzidos pelos diversos sistemas estão expostos na Tabela 3, a seguir apresentada:

**TABELA 3 - Comparativos de resultados do OPTE com outros sistemas**

<b>DADOS:</b>							
Ativo-objeto.....		30,00					
Taxa de juros.....		1,20					% - Taxa Over ao mês = 10,6% ao ano
Prazo para vencimento.....		38					dias úteis = 55,5 dias corridos
Volatilidade.....		0,3101					
Preço de exercício.....		32,00					
<b>RESULTADOS</b>		<b>OPTE</b>	<b>NUMA OPTION CALCULATOR</b>	<b>PROJEÇÃO</b>	<b>BLACK-SCHOLES OPTION WEBRISK</b>	<b>BLACK SCHOLES LOZARDO</b>	<b>BLACK SCHOLES ANGELFIRE.COM</b>
<b>Opção de Compra – call</b>							
Prêmio	C	<b>0,85</b>	0,84	0,86	0,8476	0,85	0,85
Delta	$\Delta$	<b>0,364</b>	0,363	0,367	--	--	--
Gama	$\Gamma$	<b>0,1036</b>	0,1039	0,1038	--	--	--
Teta	$\Theta$	<b>-0,0219</b>	-0,022	-0,0152	--	--	--
Vega	$\Lambda$	<b>0,0439</b>	0,044	0,044	--	--	--
Rho	P	<b>0,0013</b>	0,0015	--	--	--	--
<b>Opção de Venda – put</b>							
Prêmio	P	<b>2,36</b>	2,357	2,34	2,3402	2,36	--
Delta	$\Delta$	<b>-0,636</b>	-0,637	-0,633	--	--	--
Gama	$\Gamma$	<b>0,1036</b>	0,1039	0,1038	--	--	--
Teta	$\Theta$	<b>-0,0093</b>	-0,009	0,0061	--	--	--
Vega	$\Lambda$	<b>0,0439</b>	0,044	0,044	--	--	--
Rho	P	<b>0,0027</b>	0,0029	--	--	--	--

FONTE: Pesquisa do Autor

Os resultados comparados mostram uma grande semelhança nas respostas. Pode-se dizer que, para efeito de análise e apoio à decisão, os resultados são iguais (a resposta comparada, para o prêmio da opção de compra, por exemplo, variou menos do que 2%) .

### 7.2.3 Comparativos gráficos

Vários estudos de comparativos gráficos têm sido elaborados, mostrando-se as variações no preço da opção, bem como das suas derivadas,

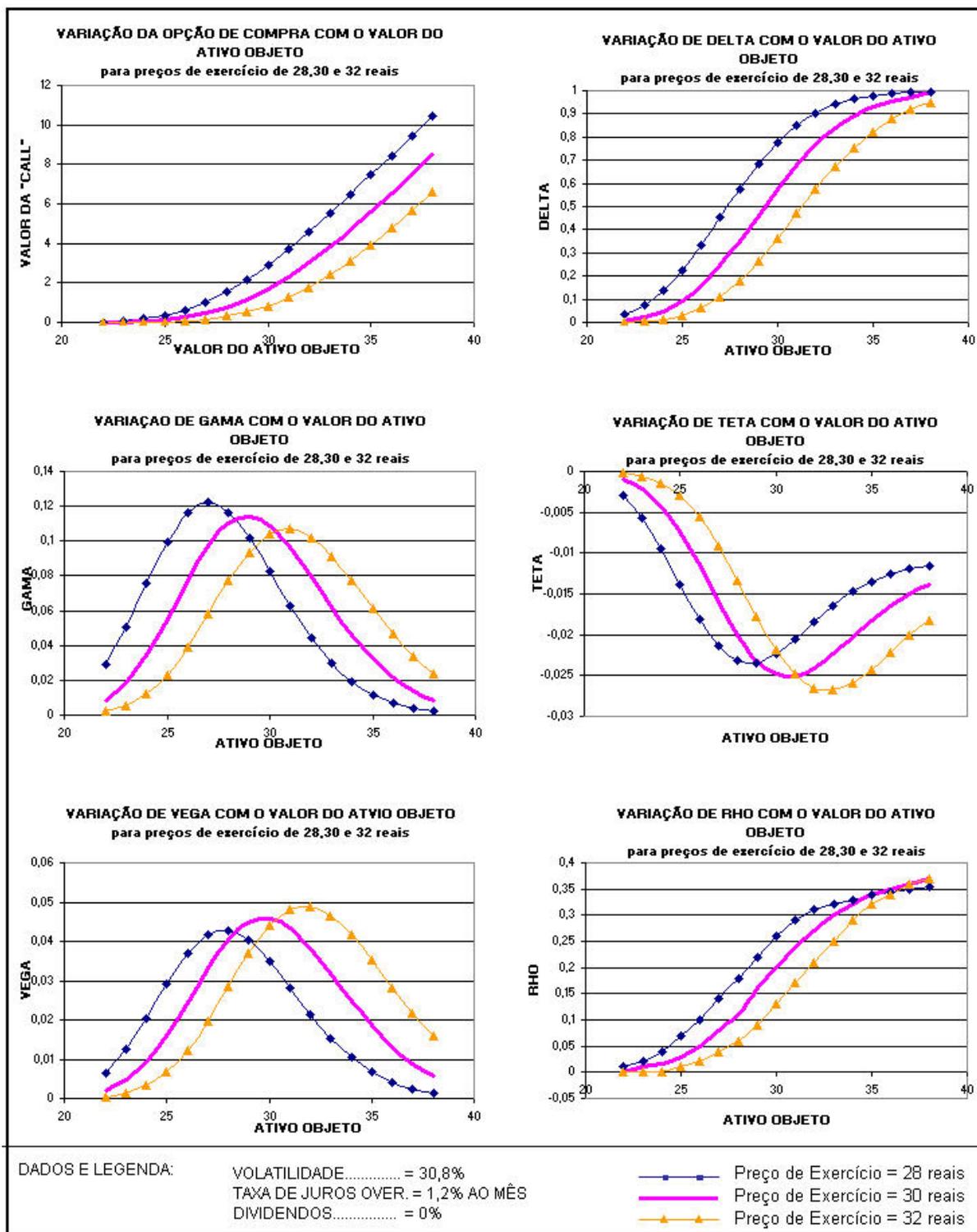
quando variam o preço do ativo-objeto, a volatilidade e o tempo a transcorrer até o vencimento da opção. Hull (1988), Silva Neto (1996) e Costa (1998), dentre outros, desenvolveram o assunto.

Silva Neto (1996, p.231) detalha, com clareza, os gráficos formados a partir do cruzamento do valor do ativo-objeto comparado com as variações dos valores do prêmio da opção de compra (*call*), e das derivadas parciais da equação do modelo de BLACK & SCHOLES (delta, gama, vega, teta e rho, as chamadas “gregas”), com relação a mais de um prêmio. Como lá preconizado, estabeleceram-se parâmetros adotando-se situação de mercado em um determinado dia para três valores de preço de exercício. A partir daí, variando o valor do ativo-objeto, geraram-se os gráficos da Figura 10 que apresentam o mesmo formato de semelhança dos apresentados por Silva Neto (1996).

#### **7.2.4 Interpretação da Verificação**

Pode-se dizer que o sistema OPTE foi devidamente verificado, pois:

- as fórmulas preconizadas na formulação do sistema, foram reprogramadas (*sistema Protótipo* apresentado no Anexo 9), ao serem testadas geraram resultados idênticos;
- testes realizados com sistemas similares geraram resultados similares;
- os gráficos gerados a partir do OPTE foram similares aos preconizados na literatura.



**FIGURA 10 – Gráficos do preço de exercício do ativo objeto variando com relação ao seu valor atual e com: o Prêmio da Opção de Compra (*call*), Delta, Gama, Teta, Vega e Rho**  
FONTE: Elaborado pelo Autor

### **7.3 LEGITIMIDADE**

Nesta etapa verifica-se as condições de uso bem como a predisposição de uso, dos resultados informados pelo SAD na tomada de decisão por parte dos usuários.

#### **7.3.1 Entrevistas a respeito de capacidades, melhorias e disposição de uso do SAD**

No processo de legitimidade do software, tenta-se verificar se as capacidades de processamento e resposta são percebidas pelos usuários, se estes estão dispostos a usarem os resultados propostos pelo SAD em suas decisões, bem como se tenta verificar possíveis melhorias a serem agregadas ao sistema.

Elaborou-se um questionário (Anexo 2 – Entrevista 2) que foi aplicado como entrevista às mesmas pessoas que já haviam sido entrevistadas na fase anterior. Vale lembrar que foi elaborada uma entrevista como pré-teste. Após verificado o entendimento dos questionamentos por parte do entrevistado, as demais foram realizadas. É também de se ressaltar que esta fase de entrevista foi realizada aproximadamente quarenta e cinco dias após a primeira. Neste período os entrevistados ficaram de posse do sistema OPTE, para livre uso. (Anexo 4 – Respostas da Entrevista 2)

Foram colocadas aos entrevistados cinco questões, com os seguintes resultados:

Quando perguntados:

“Você entende que o Software como apresentado facilita a o processo de decisão, no processo de avaliação de opções:”

Todos os entrevistados afirmaram que sim, e dentre os comentários pode-se citar:

- “como auxiliar na tomada da decisão”;

- “... é um instrumento a mais...”;
- “acredito que ele auxilia nesse processo”;
- “facilita, mas ele não é suficiente para a tomada da decisão”;
- “é um balizador muito eficiente e pode influenciar muito na tomada de decisão”.

Todos os entrevistados foram categóricos em afirmar que o software fornece resultados que facilitam a tomada de decisão.

Quando perguntado:

Quanto a possíveis melhorias no sistema, das possíveis alterações sugeridas quais você acha importante acrescentar ao programa:

- apresentação na tela de cálculo, os cálculos de mais de uma opção, com relação ao mesmo ativo objeto na mesma tela, com prazos de vencimento diferentes;
- cálculo de opções relativas a ativos objetos diferentes, em nova tela mas sem sair do programa;
- documentação de interpretação de dados;
- documentação de restrições de uso do programa.

As respostas dos entrevistados estão expressas na tabela abaixo:

**TABELA 4 – Possíveis melhorias no Sistema visando a facilitar o processo de tomada de decisão**

ASPECTO	SIM	NÃO
APRESENTAÇÃO NA TELA DE CALCULO, OS CALCULOS DE MAIS DE UMA OPÇÃO, COM RELAÇÃO AO MESMO ATIVO-OBJETO NA MESMA TELA, COM PRAZOS DE VENCIMENTO DIFERENTES	6	
CALCULO DE OPÇÕES RELATIVAS A ATIVOS OBJETOS DIFERENTES, EM NOVA TELA, MAS SEM SAIR DO PROGRAMA	4	2
DOCUMENTAÇÃO DE INTERPRETAÇÃO DE DADOS	6	
DOCUMENTAÇÃO DE RESTRIÇÕES DE USO DO PROGRAMA	6	

FONTE: Entrevistas realizadas pelo Autor

Os entrevistados, em sua maioria, responderam que achavam importantes as melhorias sugeridas a serem incorporadas. Apenas quanto ao cálculo de opções relativas a ativos-objetos diferentes, em nova tela, mas sem sair do programa, dois dos entrevistados não consideraram este aspecto importante.

Quando perguntados:

“Por favor especifique possíveis melhorias a serem implantadas no software, que não tenham sido citadas acima.”

Dentre as melhorias sugeridas podemos citar:

- a colocação lado a lado (na mesma tela) de diversas séries de opções, para uma melhor análise;
- que o cálculo da volatilidade possa ser feito com espaços diferentes dos 21 dias sugeridos pelo programa;
- atualização do cálculo da volatilidade a partir de um banco de dados;
- o programa deveria operar *on line* com substituição automática do preço do ativo-objeto e de outras variáveis do sistema, mantendo sempre os resultados atualizados;
- automatizar a contagem dos dias para vencimento das opções.

Quando perguntados:

“Globalmente, como você avalia a performance do Software?”

Os entrevistados classificaram a performance entre boa e razoável. Pode-se ainda verificar que os comentários dos que responderam que a performance era razoável, evidenciam o momento de incerteza que o momento que o mercado financeiro está vivendo atualmente (agosto a dezembro de 2001).

Quando perguntados:

“Como, então, você classificaria o software?”

A pergunta foi apresentada, aos entrevistados, junto a uma “Escala de Lickert” com os seguintes valores: 1 (muito fraco), 2 (fraco), 3 (médio), 4 (bom) e 5 (muito bom).

Os entrevistados responderam segundo os dados tabulados na Tabela 5, a seguir apresentada:

**TABELA 5 – Classificação geral do Software (sistema) pelos entrevistados**

ASPECTO	MUITO BOM (5)	BOM (4)	MÉDIO (3)	FRACO (2)	MUITO FRACO (1)
COMO ENTÃO VOCE CLASSIFICARIA O SOFTWARE		3	3		

FONTE: Entrevista realizada pelo Autor.

Os entrevistados classificaram o software entre bom e médio em proporções iguais.

### 7.3.2 Interpretação dos dados das entrevistas

A partir das entrevistas, pode-se interpretar que:

- os entrevistados consideram os valores apresentados pelo OPTE como um bom balisador na tomada de decisão, mas consideram que não pode ser o único;
- dentre possíveis melhorias, foram citadas a automatização da contagem de dias para o vencimento; automatização da atualização de valores, tanto do ativo, como da volatilidade e cálculo da volatilidade em períodos diferentes dos 21 dias propostos no programa;

### 7.3.3 Testes

#### 7.3.3.1 Teste de campo

O teste de campo constou do uso do sistema pelo mesmo grupo entrevistado, como já citado. O SAD mesmo foi disponibilizado para o grupo aproximadamente quarenta e cinco dias antes das primeiras entrevistas. Vale

lembrar que, para os usuários que ainda não tinham domínio sobre o sistema, foi dada uma série de explicações, através de um conjunto de simulações com dados de mercado, quando se mostrou o funcionamento e resultados oferecidos pelo SAD no auxílio à tomada de decisão.

Uma pergunta adicional foi feita aos entrevistados, que não estava contida no grupo de questões originalmente formatadas:

“Você estaria disposto a usar os resultados oferecidos pelo OPTE nas suas decisões.”

Todos disseram aceitar os resultados do OPTE como balizador para a tomada de decisão, mas não como único fator. Quanto ao seu uso, dois dos entrevistados afirmaram não estar dispostos a usar o sistema, por estarem usando outro sistema mais completo (com maiores recursos – o sistema *Apligraf*, já citado na fase de validação conceitual – Quadro 6), os demais se mostraram dispostos a usar o sistema.

#### 7.3.3.2 Teste de laboratório

Como teste de laboratório, foram elaborados, aleatoriamente, alguns conjuntos de testes. Para aplicação dos testes foram escolhidas opções de compra da Ação Preferencial Telemar (Tele Norte Leste Participações – tnlp4) por serem as opções mais negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa). Dois usuários se dispuseram a realizar os testes. Os testes foram aplicados nos primeiros dias do mês de agosto de 2002.

Os testes foram montados a partir de opções com prazo de vencimento entre dez e trinta dias úteis, período em que as opções são mais negociadas. Na configuração dos testes foram usadas opções com validade entre julho de 2001 e julho de 2002.

O primeiro conjunto de testes foi montado a partir de opções de compra (tnlph30, tnlph32, tnlph36 e tnlph40), válidas em março de 2001, com vencimentos entre 28 dias úteis, totalizando doze testes.

O segundo conjunto de testes foi montado a partir de opções de compra (tnlph24, tnlph26, tnlph28), com válidas em julho de 2002 e com prazo de vencimento entre 28 e 24 dias úteis, totalizando doze testes.

O terceiro conjunto de testes foi montado a partir de opções de compra (tnlpl30 e tnlpl32), válidas em abril e maio de 2002 e com prazo de vencimento entre 36 e 14 dias úteis, totalizando oito testes.

O quarto conjunto de testes foi montado a partir de opções de compra (tnlpl30, tnlpl32, tnlpl34, tnlpl36 e tnlpl40), com válidas em novembro de 2001 e com prazo de vencimento entre 25 e 28 dias úteis, totalizando 20 testes.

Cada teste foi montado identificando-se:

- os valores de vencimento do ativo-objeto para os últimos 21 dias, para permitir análise da volatilidade;
- os valores de fechamento da opção de compra dos últimos dez dias, na tentativa de avaliar-se tendência;
- número de dias úteis até o vencimento;
- valor de exercício do ativo objeto;
- taxa de juros over mensal (adotando-se a taxa CDI over como referência).

Os testes foram aplicados de três formas:

- em laboratório, verificando-se as respostas fornecidas pelo sistema, compararam-se estes com o valor que opção assumiu no dia seguinte;
- no campo, junto aos usuários (2) que se dispuseram a participar do teste, foram fornecidos os dados dos testes, um de cada vez. Então, após a análise, foi-lhes solicitado que indicassem a compra ou a venda da referida opção. Posteriormente, comparou-se a indicação feita com o valor que a opção assumiu no dia seguinte;
- no campo, possibilitando ao usuário também o uso do sistema OPTE, indicado para facilitar o desenvolvimento do teste, e o

valor da volatilidade, conforme cálculo preconizado por Lemgruber (1995). Foi-lhes então solicitado que indicassem a compra ou a venda da referida opção (com conhecimento da opção adotada no teste sem uso do sistema). Comparou-se a nova indicação ao valor que a opção assumiu no dia seguinte.<sup>6</sup>

#### 7.3.3.3 Aplicação dos testes em laboratório

Em laboratório, rodaram-se os testes no OPTE, indicando-se a resposta de comprar (C) ou vender (V) a opção. Após, estas respostas foram comparadas com o valor que a opção assumiu no fechamento do mercado no dia seguinte, estabelecendo-se assim se o SAD sinalizara ou não a tendência correta.

Ao se rodar os testes no OPTE, constatou-se que o quarto conjunto (vinte testes) apresentava volatilidades muito altas (entre 67,9% e 79,9%), apresentando uma variação elevada entre o valor da opção indicada pelo OPTE e o valor de mercado da opção, em alguns casos chegando a até 240%. Optou-se então por não aplicar este conjunto de testes. O conjunto de testes descartado era datado de novembro de 2001. Nesta ocasião o mercado ainda estava “muito abalado” com os atentados terroristas do dia onze de setembro (queda do *World Trade Center* na cidade de Nova York).

#### 7.3.3.4 Aplicação dos testes com usuários

Na aplicação dos testes com usuários (operadores), foram seguidos os seguintes critérios:

- os testes foram aplicados individualmente, para cada usuário, em dias e locais diferentes;
- aplicou-se um conjunto de testes de cada vez, em dias diferentes;
- numa primeira fase, forneceu-se apenas os valores de mercado e anotou-se a ação proposta;

---

<sup>6</sup> Os testes montados e aplicados estão apresentados no Anexo 6.

- numa segunda fase, os mesmos testes foram aplicados fornecendo-se o valor da volatilidade calculado e permitiu-se o uso do OPTE como apoio à decisão, anotando-se a ação proposta, tendo o usuário conhecimento da ação anteriormente proposta (teste sem o auxílio do OPTE).<sup>7</sup>

### 7.3.4 Resultado dos Testes

É de se ressaltar que os resultados obtidos têm caráter qualitativo, pois foram aplicados com dois usuários, cada um trabalhando com trina e dois testes. O resultado obtido na aplicação dos testes está expressa na Tabela 6 a seguir apresentada:

**TABELA 6 – Resumo dos testes aplicados**

OPERADOR	CONJUNTO DE TESTES	NÚMERO DE TESTES APLICADOS	AÇÕES CERTAS		
			INICIAÇÃO DO OPTE	OPERADOR SEM AUXÍLIO	OPERADOR COM AUXÍLIO DO OPTE
1	1	12	4	4	6
	2	12	6	5	8
	3	8	4	3	6
	<b>SUBTOTAL OPERADOR 1</b>	32	14	12	20
			43,8%	37,5%	62,5%
2	1	12	4	6	8
	2	12	6	4	9
	3	8	4	4	5
	<b>SUBTOTAL OPERADOR 2</b>	32	14	14	22
			43,8%	43,8%	68,8%
<b>TOTAL</b>		64	28	26	42
			43,8%	40,6%	65,6%

FONTE: Testes aplicados pelo Autor.

<sup>7</sup> Os resultados dos testes, onde estão expressas as ações propostas pelos usuários e pelo OPTE, encontram-se tabeladas no Anexo 7.

Constatou-se uma melhoria na performance dos usuários quando usaram o OPTE. O sistema quando analisado simplesmente com seus resultados não teve um desempenho satisfatório (43,8% de acertos), o mesmo correndo quando o operador não usou o sistema como apoio (40,6% de acertos). Quando o operador usou o sistema como apoio à decisão, consultando não só o preço sugerido pelo SAD, mas também os outros elementos de análise disponível, este teve um desempenho bem melhor (65,6% de acertos), comprovando o potencial do OPTE como um sistema que auxilia no processo decisório. Constatou-se nestes testes que, com o uso do SAD OPTE, melhorou a decisão dos operadores nas tomadas de decisão, havendo por conseguinte melhoramento do processo decisório.

### **7.3.5 Restrições de uso**

As restrições de uso deste SAD são as restrições de uso do método de BLACK & SCHOLES, processo este mundialmente conhecido e usado.

Neste trabalho, pelo tipo de abordagem utilizada, trabalhou-se essencialmente com técnicas de validação qualitativas, pois o número de testes realizados não permitem afirmações estatísticas. A par disto podemos citar como restrições de uso, as premissas estabelecidas por Black e Scholes (1973):

- os mercados devem estar abertos e ordenados;
- não deve haver problemas na comercialização ou venda de pequenas proteções;
- a volatilidade das opções/ações objeto deve permanecer constante.

Este trabalho teve uma conotação qualitativa não podendo chegar a determinar percentuais de volatilidade seguras de operação, porém neste sentido Hull (1998) cita que se deve ter cuidado quando as volatilidades ultrapassam o valor de 40%(quarenta por cento). O mercado de ações brasileiro, em especial no período em que se procedeu a realização do presente trabalho, apresentou grandes variações na volatilidade, fato que ensejou apenas a análise qualitativa.

### 7.3.6 Dificuldades da validação

Entre as dificuldades encontradas no processo de validação podemos citar:

- custo e
- tempo

Estas são as duas variáveis que mais influenciaram no processo, pois um processo de validação envolve muitas pessoas e não depende somente da equipe encarregada de desenvolver a validação. A equipe de validação por si só tem muitas tarefas a cumprir, várias delas em laboratório, quer no desenvolvimento das etapas, quer nas pesquisas. Porém as maiores dificuldades foram encontradas nas aplicações de entrevistas e testes em campo com usuários e *experts*.

As tarefas de campo, como entrevistas e testes, são as que envolveram maior tempo uma vez que:

- o grupo de pessoas com as características necessárias (pessoas que atuam no mercado de capitais), que já tenham operado com opções ou desejem fazê-lo, é restrito;
- poucas pessoas deste grupo restrito estão dispostas a participarem do processo, pois estas, em sua maioria vivem, uma vida agitada e têm pouco tempo disponível;
- à medida que o processo de validação avança e mais tempo é necessário, mais restrito fica o grupo disposto a participar.

Em um processo normal de validação, estes custos teriam sido elevados, pois do início do processo até sua conclusão foram consumidos doze meses, utilizando-se mão-de-obra altamente especializada. Contudo, provavelmente, este processo, depois de estruturado poderá ser aplicado em período menor de tempo.

### 7.3.7 Conclusão do processo de validação

Pela análise das várias fases deste processo pode-se concluir que o sistema OPTE está validado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho colabora com a literatura de SAD pelo desenvolvimento de um método para validação de SAD baseado nas premissas estabelecidas por Borenstein e Becker (2001), seguindo-se os três passos principais estabelecidos:

- Validação Conceitual;
- Verificação;
- Legitimidade.

A partir da estrutura básica, procurou-se estabelecer um método compatível com a validação de um SAD para a área financeira. Para demonstrar a efetividade do método, ele foi aplicado em um SAD da área financeira que tem como função principal a precificação de opções, denominado OPTE, desenvolvido originalmente por Becker e Lemgruber (1987), e reestruturado por Lemgruber (1995) a partir do método de BLACK & SCHOLES.

O roteiro para validação foi descrito nos Capítulos 6 e 7: Método e Aplicação do Método, respectivamente. Ao final do processo, a partir de análise qualitativa dos resultados, pode-se afirmar que o SAD OPTE, dentro da estrutura de validação apresentada, pode ser considerado validado. Esta afirmação é reforçada pelos seguintes aspectos:

- apresenta resultados similares a de sistemas com a mesma finalidade;

- apresenta resultados compatíveis com os preconizados na literatura: Hull (1998), Silva Neto (1996), Silva (1999), Bodie e Merton (1999), dentre outros;
- apresenta resultados e processos, melhor elaborado que a maioria dos sistemas de sua categoria;
- *experts* e usuários o utilizaram durante o processo, e chegaram a conclusão de que estão dispostos a usá-lo em suas tomadas de decisão, não como fator único, mas como complemento e auxiliar.

Ao longo do processo de validação, os usuários e *experts* constataram que algumas melhorias poderiam ser introduzidas para melhoria do sistema. Algumas destas melhorias, quando da elaboração de *sistema protótipo* (apresentado no Anexo 9) que testou as fórmulas e procedimentos, foram implementadas e aprimoradas. Dentre as melhorias pode-se citar:

- cálculo de mais de uma opção relativa ao mesmo ativo objeto, na mesma tela (sem ter que mudar os dados ou *abrir* novamente o sistema);
- cálculo de opções relativas a ativos diferentes sem ter que sair do sistema;

Além destas melhorias implementadas no *sistema protótipo*, foi também desenvolvida (Anexo 8) literatura para interpretação dos resultados, por parte dos usuários do sistema, referente ao uso das derivadas da fórmula principal do método de BLACK & SCHOLES, também conhecidas por “gregas”, numa referência às letras gregas que as representam.

Os usuários, durante o processo de, mostraram-se dispostos a usar os resultados do OPTE como apoio à decisão estes em sua maioria indicaram que o OPTE melhorara suas decisões. Esta situação pode ser comprovada, embora de forma qualitativa, pois o volume de testes aplicados não nos permitiram tirar conclusões quantitativas, uma vez que os resultados dos testes mostraram que o número de acertos dos usuários melhorou sensivelmente quando tomaram suas

decisões levando em conta as respostas e parâmetros de análise fornecidos pelo SAD.

Durante o processo de validação, também foram evidenciadas restrições de uso, nem sempre claras aos usuários do sistema como as premissas estabelecidas por Black e Scholes (1973):

- os mercados devem estar abertos e ordenados;
- não deve haver problemas na comercialização ou venda de pequenas proteções;
- a volatilidade das opções/ações objeto deve permanecer constante.

Do ponto de vista prático podem se ressaltar as seguintes restrições de aplicação do método:

- custo envolvido no processo, pois este envolve especialistas;
- tempo para desenvolver o processo (é um processo que requer muito tempo em pesquisa, preparação e aplicação de testes e entrevistas, e, principalmente, em reuniões com usuários e *experts*).

Restrições ao presente trabalho vêm do fato e das circunstâncias que envolveram este processo de validação, as quais permitiram apenas conclusões qualitativas.

Com a validação do OPTE, acredita-se poder ter colaborado na efetivação de um processo prático de validação de SAD, baseado no trabalho de Borenstein e Becker (2001).

Novos trabalhos futuros poderão aprofundar ainda mais este processo de validação, pois que com a difusão, facilidade de acesso e baixo custo de computadores pessoais, cada vez mais se torna importante o uso de sistemas validados, onde os usuários tenham melhor conhecimento das potencialidades e limitações dos SAD que estão utilizando.

## REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ALTER, Steven L. **Decision Support Systems: current practices and continuing challenges**. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Company, 1980.

BESSADA, Octávio. **O Mercado de Derivativos Financeiros**. Rio de Janeiro: Record, 2000.

\_\_\_\_\_. **O Mercado Futuro e de Opções**. 2.ed. Rio de Janeiro: Record, 1995.

BECKER, João Luiz, & LEMGRUBER, Eduardo Facó. **OPTE – Sistema de apoio à decisão para o mercado de Opções**. Série Documentos para Estudo PPGA/UFRGS – 06/87, UFRGS: 1987

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Uma análise de estratégias de negociação no mercado brasileiro de opções: evidências a partir de opções de compras mais negociadas durante o Plano Cruzado. In: BRITO, Ney Roberto Ottoni de. (Org.) **Gestão de investimentos**. Coleção Coppead de Administração. São Paulo: Atlas; Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 1989.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. FELÍCIO, Rousaly Freire. **Seguro dinâmico de portfólio**. Estudo. COPPEAD/UFRJ: 1992.

BLACK, Fischer; SCHOLES, Myron. The pricing of options and corporate liabilities. **Journal of Political Economy** 81/3: 637-659, 1973.

BODIE, Zvi; MERTON, Robert C. **Finanças**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

BORENSTEIN, Denis. Towards a practical method to validate decision support systems. **Decision Support Systems** 23/3: 227-239, 1998.

\_\_\_\_\_ ; BECKER, João Luiz. Validating Decision Support Systems. In: Kent, A. and Williams, J. G. (Eds.), **Encyclopédia of Microcomputers** V.23: 323-341, New York: Marcel Dekker, 2001

BREALEY, Richard A.; MYERS, Stewart. **Princípios de Finanças Empresariais**. 5.ed. Portugal: McGraw-Hill de Portugal, 1998.

BRITO, Ney Roberto Ottony. Aspectos básicos da formação de prêmios em mercado de opções. In: \_\_\_\_\_. **Gestão de investimentos**. Coleção Coppead de Administração. São Paulo: Atlas; Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 1989.

COPELAND, Thomas E.; WESTON, J. Fred. **Financial Theory and Corporate Policy**. Third Ed. Reading-MA: Addison-Wesley, 1992.

COSTA, César Lauro da. **Opções: operando a volatilidade**. São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros, 1998.

COX, John C.; RUBINSTEIN, Mark. **Option Market**. New Jersey: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1995.

EOM, S.B.; LEE, S.M.; KIM, E.B.; SOMARAJAM, C. A survey of decision support system application (1988-1994). **Journal of the Operational Research Society** 49: 109-120, 1998.

FINLAY, P.N. **Introducing decision support systems**. Oxford: NCC Blackwell, 1989.

FREITAS, H.; BECKER, J.L.; KLADIS, C.M.; HOPEN, N. **Informação e decisão – sistemas de apoio e seu impacto**. Porto Alegre: Ortiz, 1997.

GASS, S.I. Decision-aiding models: validation, assessment, and related issues for policy analysis. **Operations Research** 31/4: 603-631, 1983.

GRABOWSK, M.; HENDRICK, H. How low can we go?: Validation and verification of a decision support system for safe shipboard manning. **IEEE Transactions on Engineering Management** 40/1: 41-53, 1993.

HULL, John C. **Opções, Futuros e outros derivativos**. 3.ed. São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros, 1998.

KLADIS, Constantin M. **Concepção e desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão (SAD) e verificação de seu impacto na redução das dificuldades do**

**decisor: um delineamento experimental em laboratório.** Porto Alegre: UFRGS/FCE/PPGA, 1994. 189p. Dissertação de Mestrado em Administração.

KEEN, P.G.W. & SCOTT-MORTON, M.S. **Decision Support System.** Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Company, 1978.

LANDRY. M., MALOUIN, K.L. & ORAL, M.. Model validation in operational research models. **European Journal of Operational Research** 14: 207-220, 1983.

LAWRENCE, Michael & SIM, William. Prototyping a financial DSS. **Omega International Journal of Management Science.** 27: 445-450, 1999.

LEMGRUBER, Eduardo Facó. **Avaliação de contratos de opção.** São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros, 1995.

LOZARDO, Ernesto. **Derivativos no Brasil: fundamentos e práticas.** São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 1998.

MERTON, Robert C. Theory of Rational Option Pricing. **Bell Journal of Economics and Management Service** 4: 141-183, 1973.

O'KEEFE, R.M.; BALCI O.; SMITH, Validando desempenho de sistema especialista. **IEEE Perito** 2/4: 81-90, 1987.

O'LEARY, D.E. Validation of Expert Systems - with application to auditing and accounting expert systems. **Decision Sciences** 18/3: 468-486, 1987.

RUBINSTEIN, M. & LELAND, H.E.. Replicating options with positions in stock and cash. **Financial Analysts Journal** 34/4: 63-72, 1981

SILVA, Luiz Maurício da. **Mercado de opções: conceitos e estratégias.** 2.ed. Rio de Janeiro: Halip, 1999.

SILVA NETO, Lauro de Araújo. **Opções: do tradicional ao exótico.** 2.ed. São Paulo: Atlas, 1996.

SLOAN, A., & STERN, R.L.. How  $V_o = V_s N(d_1) - \frac{E}{e^{rt}} N(d_2)$  led to Black Monday. **Forbes:** 55-58, January 25, 1988.

SPRAGUE, R. H.; CARLSON, E. D. **Building Effective Decision Support Systems.** New York: Prentice Hall, 1982.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1- ENTREVISTA 1 – VALIDAÇÃO DE FACE**

**ANEXO 2 - ENTREVISTA 2 – CAPACIDADES VISUAIS,  
INTERAÇÃO, MELHORIAS – LEGITIMIDADE**

**ANEXO 3- RESPOSTAS DA ENTREVISTA 1 – VALIDAÇÃO DE  
FACE**

**ANEXO 4- RESPOSTAS DA ENTREVISTA 2 – CAPACIDADES  
VISUAIS, INTERAÇÃO, MELHORIAS - LEGITIMIDADE**

**ANEXO 5- PESQUISA DE PROGRAMAS SIMILARES**

**ANEXO 6- TESTES DA LEGITIMIDADE**

**ANEXO 7- RESPOSTAS AOS TESTES DE LEGITIMIDADE**

**ANEXO 8- OPTE – INTERPRETAÇÃO DOS MEDIDORES DE  
SENSIBILIDADE DA FÓRMULA DE BLACK &  
SCHOLES**

**ANEXO 9- SISTEMA PROTÓTIPO**

## **ANEXO 1**

### **ENTREVISTA 1 – VALIDAÇÃO DE FACE**

## ENTREVISTA 1 - VALIDAÇÃO DE FACE

**A respeito do o Software distribuído com o livro “Avaliação de Contratos de Opções” do Prof. Eduardo Facó Lemgruber**

ENTREVISTADO:

EMPRESA.....:

FUNÇÃO.....:

1. Quanto a sua experiência no Mercado de Capitais(operação em Bolsa de Valores – direta ou indiretamente):
- a) No mercado de ações.....  anos.
- b) No mercado de opções...  anos.

2. Considerando que o método de “Black & Sholes” é mundialmente conhecido como sistema de avaliação de opções. Qual é a sua opinião sobre o Software distribuído com o livro “Avaliação de Contratos de Opções”do prof. Eduardo Facó Lemgruber como ferramenta de análise e avaliação de opções.(responda dentro do retângulo abaixo)

Responda aqui:...

3. Você entende que o sistema proposto pode ser utilizado como ferramenta de avaliação de opções no Brasil.

<input type="checkbox"/>	SIM	Por favor, especifique suas razões:....
<input type="checkbox"/>	NÃO	

4. Em sua opinião quais os pontos fortes do sistema (se usa outro sistema de avaliação por comparação):

Responda aqui:...

5. Em sua opinião quais os pontos fracos do sistema(se usa outro sistema de avaliação por comparação):

Responda aqui:...

6. Pela sua observação, com respeito ao Software distribuído com o livro “Avaliação de Contratos de Opções” do prof. Eduardo Facó Lemgruber, marque com um “X” a resposta mais apropriada (você estará dando uma nota de 1 a 5 para cada quesito, sendo 5 o mais alto e 1 o mais baixo):

ASPECTO	MUITO BOM (5)	BOM (4)	MÉDIO (3)	FRACO (2)	MUITO FRACO (1)
APRESENTAÇÃO DA TELA INICIAL					
APRESENTAÇÃO DO CÁLCULO DA VOLATILIDADE					
SISTEMA DO CÁLCULO DA VOLATILIDADE					
APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS					
CONSISTÊNCIA DOS RESULTADOS APRESENTADOS					
TERMINOLOGIA ADOTADA NO SISTEMA					
EFICIÊNCIA GLOBAL DO SISTEMA					
DOCUMENTAÇÃO APRESENTADA QUANTO AO USO DO PROGRAMA					
DOCUMENTAÇÃO APRESENTADA QUANTO A INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS					

7. O programa fornece ainda além dos valores das opções de compra e venda, as derivadas da equação de B&S, as chamadas letras gregas Delta (derivada primeira da equação com relação ao preço do ativo objeto), Gama (derivada segunda, com relação ao ativo objeto), Theta (derivada primeira, com relação ao tempo), Vega (derivada primeira com relação a volatilidade) e rho (derivada primeira, com relação a taxa de juros):

- nas suas avaliações de opções você utiliza as “gregas” nas suas avaliações.

<input type="checkbox"/> SIM	Quais? ...
<input type="checkbox"/> NÃO	Porquê? ...

8. Quanto as “gregas”(derivadas), marque as respostas mais adequadas:

ASPECTO	MUITO BOM (5)	BOM (4)	MÉDIO (3)	FRACO (2)	MUITO FRACO (1)
APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS					
DOCUMENTAÇÃO APRESENTADA PARA USO					
DOCUMENTAÇÃO APRESENTADA PARA INTERPRETAÇÃO DOS DADOS					

9. Você entende que o Software como apresentado facilita a o processo de decisão, no processo de avaliação de opções:

<input type="checkbox"/> SIM	Por favor, especifique suas razões:.....
<input type="checkbox"/> NÃO	

## **ANEXO 2**

**ENTREVISTA 2 – CAPACIDADES VISUAIS,  
INTERAÇÃO, MELHORIAS - LEGITIMIDADE**

ENTREVISTA 2 – CAPACIDADES VISUAIS, INTERAÇÃO, MELHORIAS  
LEGITIMIDADE

---

**A respeito do o Software distribuído com o livro “Avaliação de Contratos de Opções”  
do Prof. Eduardo Facó Lemgruber**

ENTREVISTADO:

1. Quanto a possíveis melhorias no sistema, das possíveis alterações sugeridas quais você acha importante acrescentar ao programa:

MELHORIA	SIM	NÃO
APRESENTAÇÃO NA TELA DE CALCULO, OS CALCULOS DE MAIS DE UMA OPÇÃO, COM RELAÇÃO AO MESMO ATIVO OBJETO NA MESMA TELA, COM PRAZOS DE VENCIMENTO DIFERENTES		
CALCULO OPÇÕES RELATIVAS A ATIVOS OBJETOS DIFERENTES, EM NOVA TELA MAS SEM SAIR DO PROGRAMA		
DOCUMENTAÇÃO DE INTERPRETAÇÃO DOS DADOS		
DOCUMENTAÇÃO DE RESTRIÇÕES DE USO DO PROGRAMA		

2. Por favor especifique possíveis melhorias a serem implantadas no software, que não tenham sido citadas acima:

Responda aqui:...

3. Globalmente, como você avalia a performance do Software?

Responda aqui:...

- 4.

	MUITO BOM (5)	BOM (4)	MÉDIO (3)	FRACO (2)	MUITO FRACO (1)
COMO ENTÃO VOCÊ CLASSIFICARIA O SOFTWARE					

## **ANEXO 3**

### **RESPOSTAS DA ENTREVISTA 1**

#### **VALIDAÇÃO DE FACE**

## ENTREVISTA 1 - VALIDAÇÃO DE FACE -

**A respeito do o Software distribuído com o livro “Avaliação de Contratos de Opções” do Prof. Eduardo Facó Lemgruber**

ENTREVISTADO:

EMPRESA.....:

FUNÇÃO.....:

1. Quanto a sua experiência no Mercado de Capitais (operação em Bolsa de Valores – direta ou indiretamente):
- a) No mercado de ações.....  anos.
- b) No mercado de opções...  anos.

	ENTREVISTADO	EMPRESA	FUNÇÃO	EXPERIÊNCIA MERCADO	
				AÇÕES	OPÇÕES
1	LG	Investidora	Diretor – aplicador	4	2
2	DP	Consultoria	Analista de Investimentos	16	15
3	FQ	Consultoria	Analista de Investimentos	15	12
4	FM	Investidora	Analista – aplicador	10	10
5	MD	Corretora	Trainee Adm. De Carteiras	2	1
6	DM	Corretora	Administradora de Carteira	17	17

2. Considerando que o método de “Black & Sholes” é mundialmente conhecido como sistema de avaliação de opções. Qual é a sua opinião sobre o Software distribuído com o livro “Avaliação de Contratos de Opções” do prof. Eduardo Facó Lemgruber como ferramenta de análise e avaliação de opções. (responda dentro do retângulo abaixo)

<p>1. O método parece servir bem, pois comparado com a cotação de mercado, ela se ajusta bem. Com pequenas variações, dependendo do prazo até o vencimento, a taxa de risco varia durante o período da opção.</p> <p>2. O software é muito prático e objetivo. Permite avaliar bem as opções dentro da sua proposta.</p> <p>3. Um ótimo instrumento de trabalho para precificar as opções.</p> <p>4. Muito bom como ferramenta de apoio (balizador). Não usaria como tomada de decisão isoladamente.</p> <p>5. Comparando-se especificamente os resultados obtidos dos cálculos do preço das opções com o preço de mercado, os resultados não foram muito próximos um do outro.</p> <p>6. Acho que o software é válido para o cálculo do preço justo da opção, dando uma boa ideia se a opção está sub ou super avaliada. Também acho muito válido para o caso do lançador da opção, que dará um parâmetro sobre o preço da opção.</p>
--

3. Você entende que o sistema proposto pode ser utilizado como ferramenta de avaliação de opções no Brasil.

	SIM	NÃO	RAZÕES
1	X		Pode ser usado como ferramental de ajuda, na compra ou na venda, mas a determinante maior sempre será a tendência do mercado.
2	X		....
3	X		Ao colocar as variáveis no sistema, o resultado fica bem próximo da realidade com pequena margem de erro
4	X		.....
5	X		Acredito que ele pode ser utilizado como uma ferramenta para se ter uma idéia se o preço está próximo do justo ou não, mas não como tomador final de decisão.
6	X		A ferramenta é válida, mas precisamos avaliar todo um conjunto de variáveis para uma tomada de decisão.

4. Em sua opinião quais os pontos fortes do sistema (se usa outro sistema de avaliação por comparação):

1. O ponto forte é quando você já decidiu fazer a compra ou a venda da opção, pode usar o método para comparar com o que o mercado esta pagando.
2. ...
3. ...
4. Simplicidade, eficiência.
5. O ponto forte do sistema é que ele nos fornece um preço justo da opção com base no papel à vista e sem levar em conta as emoções do mercado e as variações do índice futuro, que afeta muito as opções.
6. A facilidade no uso do software.

5. Em sua opinião quais os pontos fracos do sistema(se usa outro sistema de avaliação por comparação):

1. Poderia trazer na tela.
2. Só avalia uma opção de cada vez e off-line. O sistema da apligraf funciona on-line o que é uma grande vantagem.
3. A inserção das cotações para o cálculo da volatilidade e o fato do sistema (software) não ser on line.
4. ...
5. Em períodos de muita volatilidade (como no momento atual) fica difícil definir um alfa apropriado, o que acaba distorcendo o preço do sistema com o do mercado.
6. Acho que para a tomada de decisão para adquirir uma determinada opção, falta outros indicadores.

6. Pela sua observação, com respeito ao Software distribuído com o livro “Avaliação de Contratos de Opções” do prof. Eduardo Facó Lemgruber, marque com um “X” a resposta mais apropriada (você estará dando uma nota de 1 a 5 para cada quesito, sendo 5 o mais alto e 1 o mais baixo):

ASPECTO	MUITO BOM (5)	BOM (4)	MÉDIO (3)	FRACO (2)	MUITO FRACO (1)
APRESENTAÇÃO DA TELA INICIAL		4	2		
APRESENTAÇÃO DO CÁLCULO DA VOLATILIDADE	4	1	1		
SISTEMA DO CÁLCULO DA VOLATILIDADE	2	2	2		
APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	2	4			
CONSISTÊNCIA DOS RESULTADOS APRESENTADOS	1	4	1		
TERMINOLOGIA ADOTADA NO SISTEMA		5	1		
EFICIÊNCIA GLOBAL DO SISTEMA		3	3		
DOCUMENTAÇÃO APRESENTADA QUANTO AO USO DO PROGRAMA		1	5		
DOCUMENTAÇÃO APRESENTADA QUANTO A INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS			3	3	

7. O programa fornece ainda além dos valores das opções de compra e venda, as derivadas da equação de B&S, as chamadas letras gregas Delta (derivada primeira da equação com relação ao preço do ativo objeto), Gama (derivada segunda, com relação ao ativo objeto), Theta (derivada primeira, com relação ao tempo), Vega (derivada primeira com relação a volatilidade) e rho (derivada primeira, com relação a taxa de juros):
- nas suas avaliações de opções você utiliza as “gregas” nas suas avaliações.

	SIM	NÃO	QUAIS/PORQUE
1		X	....
2		X	Precisa-se tempo e atenção na utilização das gregas para operar opções.
3	X		Acompanho somente a letra “Delta”. Para ter um idéia do movimento que uma opção pode ter alterando o preço do ativo objeto.
4	X		DELTA / GAMA / TETA
5		X	Só acompanho o movimento delas.
6		X	Eu não costumo utilizar as opções como uma alternativa de investimento nas carteiras que a corretora administra.

8. Quanto as “gregas”(derivadas), marque as respostas mais adequadas:

ASPECTO	MUITO BOM (5)	BOM (4)	MÉDIO (3)	FRACO (2)	MUITO FRACO (1)
APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	1	3	2		
DOCUMENTAÇÃO APRESENTADA PARA USO			4	2	
DOCUMENTAÇÃO APRESENTADA PARA INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	1		3	2	

9. Você entende que o Software como apresentado facilita a o processo de decisão, no processo de avaliação de opções:

	SIM	NÃO	RAZÕES
1	X		Como um auxiliar na tomada de decisão.
2	X		....
3	X		Sim, porque é um instrumento a mais que o operador / usuário possui para precificar o mercado de opções.
4	X		É um balizador muito eficiente, e pode influenciar muito na tomada de decisão.
5	X		Acredito que ele auxilia nesse processo, mas como já foi dito no item 3, não deve ser o motivo principal para se tomar a decisão de compra ou venda.
6	X		Facilita, mas ele não é suficiente para a tomada de decisão.

## **ANEXO 4**

### **RESPOSTAS DA ENTREVISTA 2**

#### **CAPACIDADES VISUAIS, INTERAÇÃO E MELHORIAS**

#### **LEGITIMIDADE**

ENTREVISTA 2 – CAPACIDADES VISUAIS, INTERAÇÃO, MELHORIAS  
LEGITIMIDADE

**A respeito do o Software distribuído com o livro “Avaliação de Contratos de Opções”  
do Prof. Eduardo Facó Lemgruber**

ENTREVISTADO:

ENTREVISTADOS:	
1 -	LG
2 -	DP
3 -	FQ
4 -	FM
5 -	MD
6 -	DM

1. Quanto a possíveis melhorias no sistema, das possíveis alterações sugeridas quais você acha importante acrescentar ao programa:

MELHORIA	SIM	NÃO
APRESENTAÇÃO NA TELA DE CALCULO, OS CALCULOS DE MAIS DE UMA OPÇÃO, COM RELAÇÃO AO MESMO ATIVO OBJETO NA MESMA TELA, COM PRAZOS DE VENCIMENTO DIFERENTES	6	
CALCULO OPÇÕES RELATIVAS A ATIVOS OBJETOS DIFERENTES, EM NOVA TELA MAS SEM SAIR DO PROGRAMA	4	2
DOCUMENTAÇÃO DE INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	6	
DOCUMENTAÇÃO DE RESTRIÇÕES DE USO DO PROGRAMA	6	

2. Por favor especifique possíveis melhorias a serem implantadas no software, que não tenham sido citadas acima:

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar lado a lado, diversas series de opções, para que possamos avaliar no momento qual é a serie mais interessante de se trabalhar.</li> <li>2. O cálculo da volatilidade é feito apenas e unicamente sobre os últimos 21 dias, o que é um limitador outros softwares permitem que se use prazos diferentes.</li> <li>3. O sistema poderia ser on line, a cada modificação do preço do ativo objeto ( e/ou outra variável do modelo B&amp;S) o sistema recalcularia automaticamente.</li> <li>4. Fazer uma planilha só para receber as cotações de fechamento de diversos ativos (em colunas diversas). Ou seja, fazer uma planilha só para banco de dados de cotações. A planilha para o cálculo da volatilidade poderia atualizar automaticamente a partir do banco de dados (seleção da ação objeto com o fechamento dos últimos 21 dias). Desta maneira, também não perderíamos cotações anteriores a 21 dias para eventuais análises. Outra sugestão seria automatizar a contagem de dias para vencimento da opção em função da série a ser digitada.</li> <li>5. ....</li> <li>6. O software naquilo que se propõe é bom, mas não é suficiente numa tomada de decisão, ou seja, se você deve ou não comprar uma determinada opção, mas para o cálculo do preço justo da opção, acho que ele é muito válido.</li> </ol>
---

3. Globalmente, como você avalia a performance do Software?

1. Da uma boa resposta e serve como apoio a decisão.
2. Performance boa.
3. A performance do software é muito boa.
4. Automatizando estas atualizações de dados, torna um sistema bastante prático e simples para uso. É um bom instrumento de apoio.
5. Em função do período de muitas incertezas e de alta volatilidade do mercado nas duas semanas em que o software foi analisado, o desempenho dos resultados não foi muito próximo a realidade. Observei, no entanto, que as opções com preços de exercício mais baixo tiveram um valor bastante próximo ao do mercado. Performance razoável
6. É difícil avaliar a performance, pois quando o preço do ativo objeto está muito distante do preço de exercício da opção as diferenças entre o preço justo e o de mercado são grandes, indicando venda ou compra da opção, mas nem sempre a indicação se configura em realidade, pois outras variáveis estão influenciando o mercado. Performance razoável.

4.

	MUITO BOM (5)	BOM (4)	MÉDIO (3)	FRACO (2)	MUITO FRACO (1)
COMO ENTÃO VOCÊ CLASSIFICARIA O SOFTWARE		3	3		

## **ANEXO 5**

### **PESQUISA DE PROGRAMAS SIMILARES**

## OPÇÃO DE VENDA

[http://www.numa.com/cgi-bin/numa/calc\\_op.pl](http://www.numa.com/cgi-bin/numa/calc_op.pl) - acesso em 25 de agosto de 2002

# NUMA OPTION CALCULATOR

== Calculations Below ==

For an explanation of the terms used here see [Input/Output Data Definitions](#). In addition we have provided some [examples](#) of how to use the Option Calculator

### INPUT

Share Price: 
Strike Price:   dec  /8  
Dividend Yld: 
Interest Rate:   cc-int  
Maturity:  in  Days  Months  Years

### CALCULATE :

theoretical option value =>enter- Volatility:   
 or  implied volatility =>enter- Option Price:   
Option type:  Call  Put

+CALCULATE+

Reset Values

### theoretical value for a european put option

<b>INPUT DATA</b>	Share Price:	30.000	Strike Price:	32.000	Maturity(yrs):	0.151
	Dividend Yld:	0	Interest Rate:	10.603	Volatility:	31

### OUTPUT

THEORETICAL VALUE CALCULATIONS							
Option Value:	2.357	Delta:	-0.637	Theta:	-2.331	Rho1:	-3.236
% of share:	7.9	Gamma:	0.103917	Vega:	4.372	(Rho2):	2.880

Iterated Share Price Table					
Share Price	Change(%)	Option Value	Delta	Gamma	Theta
27.000	-10	4.682	-0.890	0.057965	0.862
28.500	-5	3.424	-0.781	0.086064	-0.771
30.000	0	2.357	-0.637	0.103917	-2.331
31.500	5	1.521	-0.478	0.105046	-3.338
33.000	10	0.918	-0.329	0.091078	-3.578

### **BRIEF EXPLANATION**

Option Value = 2.357

This is the theoretical (or fair) value of the option, and should be compared with the actual trading price of the option in the market.

% of share = 7.9

This is simply the option value 2.357 expressed as a percentage of the share price 30.000

Delta = -0.637

If the share price changes by a small amount, then the option price should change by -63.67 % of that amount.

*For example*, if a european put option on 100,000 shares is sold, then 63672 shares must be sold to hedge the position.

Gamma = 0.103917

If the share price changes by a small amount, then the delta should change by 0.103917 times that amount.

*For example*, if the share price increased by 1, then the delta should change by 0.103917 .

Theta = -2.331

If the time to maturity changes by a small amount, then the option value should change by -2.33 times that amount.

*Example 1 (assuming 250 trading days in the year)*: If 1 day passes (0.4% of a year), the option value should change by -0.009 ; assuming there is no other change in the parameters (e.g. share price).

*Example 2 (assuming 365 days in the year)*: If 1 day passes (0.2739% of a year), the option value should change by -0.006 ; assuming there is no other change in the parameters (e.g. share price).

Vega = 4.372

If the volatility changes by a small amount, then the option value should change by 4.37 times that amount.

*For example*, if the volatility increased by 0.01 (from 20-21%), then the option value should change by 0.044 .

Rho1 = -3.236

If the risk-free interest rate changes by a small amount, then the option value should change by -3.24 times that amount.

*For example*, if the risk-free interest rate increased by 0.01 (from 6-7%), the option value would change by -0.032 .

[If using the model to value currency options:] Rho2 = 2.880

If the foreign interest rate increased by 0.01 (from 6-7%), the option value would change by 0.0029 .

## OPÇÃO DE COMPRA

[http://www.numa.com/cgi-bin/numa/calc\\_op.pl](http://www.numa.com/cgi-bin/numa/calc_op.pl) - acesso em 25 de agosto de 2002

# NUMA OPTION CALCULATOR

== Calculations Below ==

For an explanation of the terms used here see [Input/Output Data Definitions](#). In addition we have provided some [examples](#) of how to use the Option Calculator

### INPUT

Share Price: 
                         
 Strike Price:   dec  /8  
Dividend Yld: 
                         
 Interest Rate:   cc-int  
Maturity:  in  Days  Months  Years

### CALCULATE :

theoretical option value =>enter- Volatility:   
 or  implied volatility           =>enter- Option Price:   
 -----  
Option type:  Call  Put

+CALCULATE+

Reset Values

### theoretical value for a european call option

<b>INPUT DATA</b>	Share Price:	30.000	Strike Price:	32.000	Maturity(yrs):	0.151
	Dividend Yld:	0	Interest Rate:	10.603	Volatility:	31

### OUTPUT

THEORETICAL VALUE CALCULATIONS							
<b>Option Value:</b>	<b>0.840</b>	Delta:	0.363	Theta:	-5.508	Rho1:	1.517
% of share:	2.8	Gamma:	0.103917	Vega:	4.372	(Rho2):	-1.643

Iterated Share Price Table					
Share Price	Change(%)	Option Value	Delta	Gamma	Theta
27.000	-10	0.165	0.110	0.057965	-2.314
28.500	-5	0.406	0.219	0.086064	-3.947
30.000	0	0.840	0.363	0.103917	-5.508
31.500	5	1.504	0.522	0.105046	-6.514
33.000	10	2.401	0.671	0.091078	-6.755

### **BRIEF EXPLANATION**

Option Value = 0.840

This is the theoretical (or fair) value of the option, and should be compared with the actual trading price of the option in the market.

% of share = 2.8

This is simply the option value 0.840 expressed as a percentage of the share price 30.000

Delta = 0.363

If the share price changes by a small amount, then the option price should change by 36.33 % of that amount.

*For example*, if a european call option on 100,000 shares is sold, then 36328 shares must be bought to hedge the position.

Gamma = 0.103917

If the share price changes by a small amount, then the delta should change by 0.103917 times that amount.

*For example*, if the share price increased by 1, then the delta should change by 0.103917 .

Theta = -5.508

If the time to maturity changes by a small amount, then the option value should change by -5.51 times that amount.

*Example 1 (assuming 250 trading days in the year)*: If 1 day passes (0.4% of a year), the option value should change by -0.022 ; assuming there is no other change in the parameters (e.g. share price).

*Example 2 (assuming 365 days in the year)*: If 1 day passes (0.2739% of a year), the option value should change by -0.015 ; assuming there is no other change in the parameters (e.g. share price).

Vega = 4.372

If the volatility changes by a small amount, then the option value should change by 4.37 times that amount.

*For example*, if the volatility increased by 0.01 (from 20-21%), then the option value should change by 0.044 .

Rho1 = 1.517

If the risk-free interest rate changes by a small amount, then the option value should change by 1.52 times that amount.

*For example*, if the risk-free interest rate increased by 0.01 (from 6-7%), the option value would change by 0.015 .

[If using the model to value currency options:] Rho2 = -1.643

If the foreign interest rate increased by 0.01 (from 6-7%), the option value would change by -0.016 .

### **OPÇÃO DE COMPRA**

<http://www.webrisk.net/blackscholes.htm> - acesso em 25 de agosto de 2002

## Black - Scholes Option

Please insert the input data in the table and click on the "Recalc" button below.

Strikeprice	32
Assetprice	30
Interest Rate	0.106
Volatility	0.31
Time to Maturity <sup>1</sup>	0.15079
Call/Put	Call <input type="button" value="v"/>

**Recalc**

0.84764308170013

detailed calculation

---

**Source**

**Formula**

**OPÇÃO DE VENDA**

<http://www.webrisk.net/blackscholes.htm> - acesso em 25 de agosto de 2002

## Black - Scholes Option

Please insert the input data in the table and click on the "Recalc" button below.

Strikeprice	32
Assetprice	30
Interest Rate	0.106
Volatility	0.31
Time to Maturity <sup>1</sup>	0.15079
Call/Put	Put <input type="button" value="v"/>

**Recalc**

2.34022938875951

detailed calculation

---

**Source**

**Formula**

**OPÇÃO DE COMPRA**

The below options value calculator is based on Black & Scholes European style options pricing model. The American style options are priced slightly higher than European style options due to their flexibility. I hope the below calculator will work for you.

32	Exercise Price	30	Security Price
January	98		Purchase Date
Date			
55.5		Days to Expiration	
0.106	Risk Free Rate	0.3101	Std. Deviation

\$ 0.85

by  
[Ozan Talu](#)

---

[Back to Ozan's Homepage](#)



---

**Note:** This calculator is created by Ozan Talu and is for non-commercial use only!..

### **OBSERVAÇÃO:**

Este sistema usa o número de dias corridos que faltam para o exercício, relacionado ao ano com 365 dias. Portanto para 38 dias úteis para o vencimento (em um ano com 250 dias úteis) equivalem a 55,5 dias corridos.

**OPÇÃO DE COMPRA**

<http://www.projecao.com.br>  
acesso em 25-08-2002

QUERO análises

HTML  Text

10 ANOS

Uma década de assessoria financeira prestada aos seus clientes pessoais

**Projeção Consultoria**  
 www.projecao.com

PESQUISAS cotações

Cotações

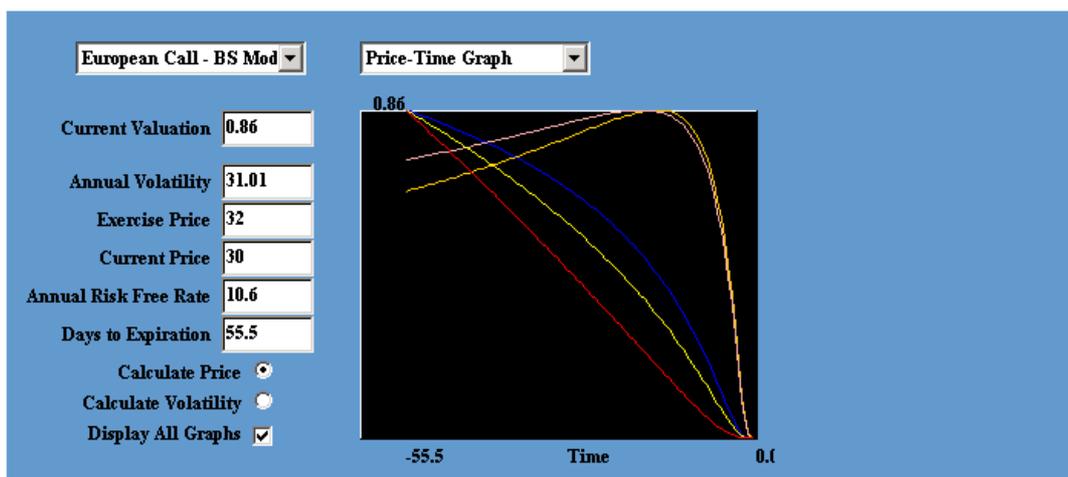
Histórico

ok ok

European Call - BS Mod      Option Greeks

Current Valuation	0.86	Delta	0.3669510796141158
Annual Volatility	31.01	Theta	0.015254336121389059
Exercise Price	32	Gamma	0.10378988798872187
Current Price	30	Vega	0.044048639488872124
Annual Risk Free Rate	10.6		
Days to Expiration	55.5		

Calculate Price   
 Calculate Volatility   
 Display All Graphs



**OBSERVAÇÃO:**

Este sistema usa o número de dias corridos que faltam para o exercício, relacionado ao ano com 365 dias. Portanto para 38 dias úteis para o vencimento (em um ano com 250 dias úteis) equivalem a 55,5 dias corridos.

**OPÇÃO DE COMPRA**

<http://www.projecao.com.br>  
 acesso em 25-08-2002

QUERO  
 análises

HTML  Text

10  
 ANOS

Uma década de assessoria financeira prestada aos seus clientes pessoais

**Projeção Consultoria**  
 www.projecao.com

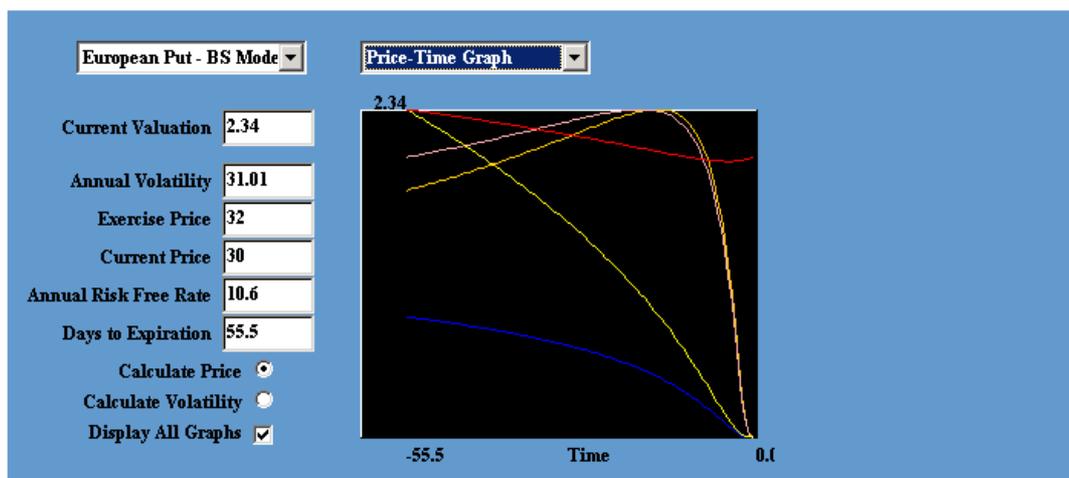
PESQUISAS  
 cotações

European Put - BS Mode  Option Greeks

Current Valuation	<input type="text" value="2.34"/>	Delta	-0.6330489204131594
Annual Volatility	<input type="text" value="31.01"/>	Theta	0.006109770745788901
Exercise Price	<input type="text" value="32"/>	Gamma	0.10378996418055249
Current Price	<input type="text" value="30"/>	Vega	0.04404863947741545
Annual Risk Free Rate	<input type="text" value="10.6"/>		
Days to Expiration	<input type="text" value="55.5"/>		

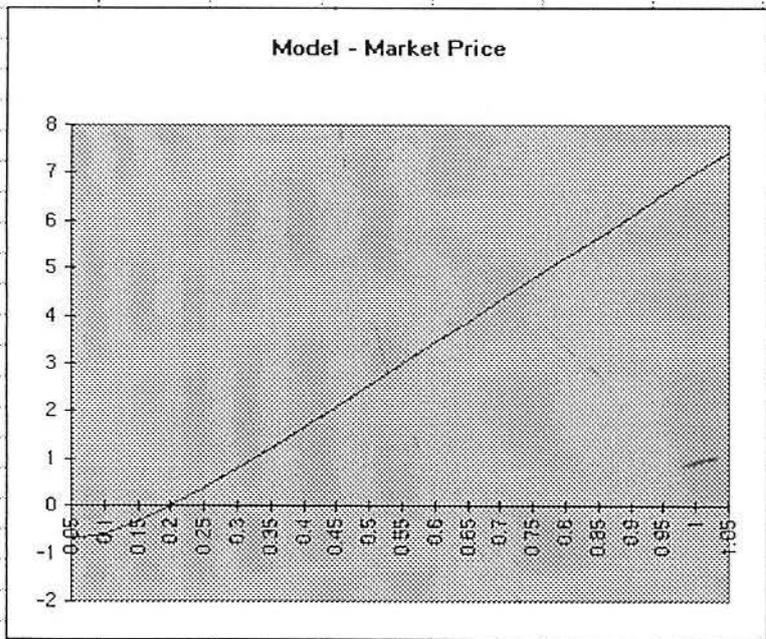
Calculate Price  
 Calculate Volatility  
 Display All Graphs



**OBSERVAÇÃO:**

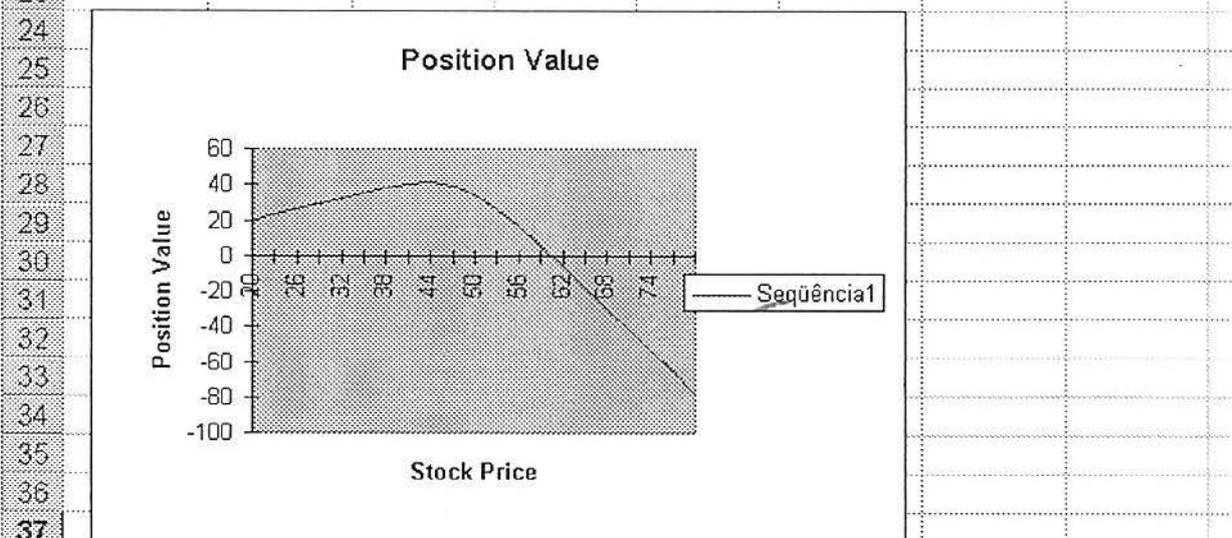
Este sistema usa o número de dias corridos que faltam para o exercício, relacionado ao ano com 365 dias. Portanto para 38 dias úteis para o vencimento (em um ano com 250 dias úteis) equivalem a 55,5 dias corridos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Calculating Implied Standard Deviations					Standard	Model	Market			
2						Deviation	Price	Price	Difference		
3	Enter the Stock Price				42	0.05	3.0437892	3.75	-0.706211		
4	Enter the Exercise Price				40	0.1	3.1459614	3.75	-0.604039		
5	Enter the Time to Expiration				0.33	0.15	3.4099639	3.75	-0.340036		
6	Enter the Interest Rate				0.08	0.2	3.7582922	3.75	0.0082922		
7	Enter the Call's Market Price				3.75	0.25	4.1481	3.75	0.3981		
8	Enter The Minimum Std Deviation (> 0)				0.05	0.3	4.5603193	3.75	0.8103193		
9	Enter the Maximum Std Deviation				1.05	0.35	4.9856649	3.75	1.2356649		
10						0.4	5.4191414	3.75	1.6691414		
11						0.45	5.857825	3.75	2.107825		
12						0.5	6.2998819	3.75	2.5498819		
13						0.55	6.7440925	3.75	2.9940925		
14						0.6	7.1896042	3.75	3.4396042		
15						0.65	7.6357941	3.75	3.8857941		
16						0.7	8.0821888	3.75	4.3321888		
17						0.75	8.528414	3.75	4.778414		
18						0.8	8.9741681	3.75	5.2241681		
19						0.85	9.4192001	3.75	5.6692001		
20						0.9	9.8632952	3.75	6.1132952		
21						0.95	10.306267	3.75	6.5562665		
22						1	10.747948	3.75	6.9979476		
23						1.05	11.188188	3.75	7.4381885		



O37

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Hedging Using the Black-Scholes Model							
2				First Call		2nd Call		Put
3	Enter The Stock Price			43.5		43.5		43.5
4	Enter the Exercise Price			40		50		40
5	Enter the Time to Expiration			0.4		0.4		0.4
6	Enter the Interest Rate			0.08		0.08		0.08
7	Enter the Call (or Put ) Value			5.5		0.5		0.75
8	Note: Call Price Must Exceed			4.75973672		-4.9253291		
9	Note: Put Value Must Exceed							-4.75973672
10	Implied Standard Deviation			0.23255655		0.18202658		0.23384
11	Delta			0.80549459		0.19101839		-0.85749406
12								
13								
14	To Examine Hedging Over a Range of Prices							
15	Enter the Minimum Price in the Range				20			
16	Enter the Maximum Price in the Range				80			
17	Number of First Calls to Sell				0			
18	Number of Second Calls to Sell				5			
19	Number of Puts to Buy				0			
20	Number of Shares to Buy				1			
21	Cost of Position				41			
22								
23								



Everyone knows and uses Black Sholes option pricing formula. Few understand how to come up with an formula. Never mind. I use Black Sholes option pricing formula without understanding it. Believe or not, it works.

$$\text{call} = S * N(d1) - X * \exp(-r * t) * N(d2)$$

$$\text{put} = X * \exp(-r * t) * N(-d2) - S * N(-d1)$$

where

$$d1 = (\text{Log}(S/X) + (r + \sigma^2/2) * t) / (\sigma * \text{sqr}(t))$$

$$d2 = (\text{Log}(S/X) + (r - \sigma^2/2) * t) / (\sigma * \text{sqr}(t)) = d1 - \sigma * \text{sqr}(t)$$

$$N(x) = 1 - N'(x) * (a1 * k + a2 * k^2 + a3 * k^3) \text{ when } x \geq 0$$

$$N(x) = 1 - N(-x) \text{ when } x < 0$$

$$N'(x) = (1 / \text{sqr}(2 * \pi)) * \exp(-x^2/2)$$

$$k = 1 / (1 + \sqrt{1 + 2 * x})$$

$$a1 = 0.33267$$

$$a2 = -0.1201676$$

$$a3 = 0.9372980$$

BS option premium calculator turned out to be good exercise for Javascript. It took me about a week to make this calculator. Off course it is free for copy

today : yy mm  dd

expire : yy  mm  dd  <--type in good date!!

current price :  type in underlying price

strike price :  <--type in strike

volatility :  <--type in volatility e.g. 0.40 if v = 40%

rate :  <--type in rate e.g. 0.01 if r = 1.00%

call or put :  call  put <--choose call or put

time in years :

d1 :  d2 :

normal (d1) :

premium :  delta :

[Calculator1](#)

[Calculator2](#)

## Calcolatore per Opzioni MIBO, ISO-ALFA e CWarrant

Fornendo i dati ai campi e' possibile calcolare il valore teorico del derivato. .

Quale e' il prezzo teorico dell'Opzione o Warrant?

Quale e' il prezzo del titolo o indice di riferimento?

Quale e' il prezzo di esercizio?

Quale e' il dividendo (in % per anno)?

Quale e' il tasso di interesse (in % per anno)?

Quale e' la volatilita' (in % su base annua)?

Quanti periodi mancano allo scadere dell'opzione?

Scadenza in:  Giorni o ... ..  Mesi o ... ..  Anni ??

CALL  PUT-----  AMERICANA  EUROPEA

Fornendo i dati di partenza ai sei campi inferiori e' possibile ottenere il prezzo teorico dell'opzione o warrant. Conoscendo invece il prezzo dell'opzione o warrant e' possibile calcolare la volatilita' implicita del titolo o indice di riferimento.

Nel caso di valori decimali e' necessario usare il punto, es.: 3.2 sta per tre virgoia due.

Nel caso di opzioni ISO-ALFA il valore del dividendo e' generalmente posto a zero, a meno che il titolo non lo stacchi nel periodo di tempo che intercorre tra l'analisi e data di scadenza. Per le MIBO, controllate che nessun titolo distribuisca il dividendo durante lo stesso periodo, in caso contrario fissate un valore % sull'intero indice che tenga conto del (o dei) titolo interessato. Per i warrant considerare il valore % dell'ultimo dividendo sul prezzo.

Ricordate che le MIBO ed i Warrant sono opzioni di tipo EUROPEO (esercitabili alla scadenza) mentre le ISO-ALFA sono di tipo AMERICANO (esercitabili in qualsiasi momento).

I valori delle volatilita' % su base annua dei titoli compresi nel MIB30 sono reperibili nel sito [BORSANALISI](#), mentre per quella dell'indice MIB30 (relativamente alle MIBO o ai CW) dovete rassegnarvi a calcolarvela

Per quanto riguarda i periodi mancanti alla scadenza del derivato, e' consigliabile usare i giorni per MIBO e ISO-ALFA e mesi (con punto decimale se il numero non e' intero) nel caso di Warrant

L'autore del complesso Javascript che fa il calcolo e' **Robert Lum**, della Intrepid Technology Inc., che ringrazio.

Io mi sono limitato a tradurlo, e ad apportare banali modifiche atte a semplificarne l'uso.

call option:

$$c = SN(d_1) - Xe^{-rT} N(d_2)$$

put option:

$$p = Xe^{-rT} N(-d_2) - SN(-d_1)$$

where

$$d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

- S:** Stock price.  
**X:** Strike price of option.  
**r:** Risk-free interest rate.  
**T:** Time to expiration in years.  
 **$\sigma$ :** Volatility.  
 **$N(x)$ :** The cumulative normal distribution function.

In the different implementations below we will use the symbols:

S= Stock price

X=Strike price

T=Years to maturity

r= Risk-free rate

v=Volatility

## Black-Scholes Directly in a Excel Sheet ("keep it simple stupid")

If you are afraid of programming languages you can start with doing Black-Scholes directly in an Excel sheet, just type in what you see below. If you are using the Norwegian or French version of Excel you have to do some translation yourself:

BlackScholes								
	A	B	C	D	E	F	G	
1								
2	S	60						
3	X	65						
4	T	0.25						
5	r	8.00%						
6	v	30.0%						
7								
8	d1	=(LN(B2/B3)+(B5+B6^2/2)*B4)/(B6*SQRT(B4))						
9	d2	=B8-B6*SQRT(B4)						



## Calcolatore per Opzioni MIBO, ISO-ALFA e CWarrant

Fornendo i dati ai campi e' possibile calcolare il valore teorico del derivato. .

QUALE E' IL PREZZO TEORICO DELL'OPZIONE O WARRANT?

---

Quale e' il prezzo del titolo o indice di riferimento?

Quale e' il prezzo di esercizio?

Quale e' il dividendo (in % per anno)?

Quale e' il tasso di interesse (in % per anno)?

Quale e' la volatilita' (in % su base annua)?

Quanti periodi mancano allo scadere dell'opzione?

Scadenza in:  Giorni o ... ..  Mesi o ... ..  Anni ??

CALL  PUT-----  AMERICANA  EUROPEA

Fornendo i dati di partenza ai sei campi inferiori e' possibile ottenere il prezzo teorico dell'opzione o warrant. Conoscendo invece il prezzo dell'opzione o warrant e' possibile calcolare la volatilita' implicita del titolo o indice di riferimento.

Nel caso di valori decimali e' necessario usare il punto, es.: 3.2 sta per tre virgola due.

Nel caso di opzioni ISO-ALFA il valore del dividendo e' generalmente posto a zero, a meno che il titolo non lo stacchi nel periodo di tempo che intercorre tra l'analisi e data di scadenza. Per le MIBO, controllate che nessun titolo distribuisca il dividendo durante lo stesso periodo, in caso contrario fissate un valore % sull'intero indice che tenga conto del (o dei) titolo interessato. Per i warrant considerare il valore % dell'ultimo dividendo sul prezzo.

Ricordate che le MIBO ed i Warrant sono opzioni di tipo EUROPEO (esercitabili alla scadenza) mentre le ISO-ALFA sono di tipo AMERICANO (esercitabili in qualsiasi momento).

I valori delle volatilita' % su base annua dei titoli compresi nel MIB30 sono reperibili nel sito [BORSANALISI](http://www.borsanalisi.com), mentre per quella dell'indice MIB30 (relativamente alle MIBO o ai CW) dovete rassegnarvi a calcolarla

## Black-Scholes Directly in a Excel Sheet ("keep it simple stupid")

If you are afraid of programming languages you can start with doing Black-Scholes directly in an Excel sheet, just type in what you see below. If you are using the Norwegian or French version of Excel you have to do some translation yourself:

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	S	60					
3	X	65					
4	T	0.25					
5	r	8.00%					
6	v	30.0%					
7							
8	d1	=(LN(B2/B3)+(B5+B6^2/2)*B4)/(B6*SQRT(B4))					
9	d2	=B8-B6*SQRT(B4)					
10							
11	call value	=B2*NORMSDIST(B8)-B3*EXP(-B5*B4)*NORMSDIST(B9)					
12	put value	=B3*EXP(-B5*B4)*NORMSDIST(-B9)-B2*NORMSDIST(-B8)					
13							
14							

Are you too lazy to type in what you see above, okay download me [here](#)

## Black-Scholes in Visual Basic

By Espen Gaarder Haug

Visual Basic: easy to program but quite slow!

*''' The Black and Scholes (1973) Stock option formula*

```
Public Function BlackScholes(CallPutFlag As String, S As Double, X As Double, T As Double, r As Double, v As Double) As Double
```

```
Dim d1 As Double, d2 As Double
```

```
d1 = (Log(S / X) + (r + v ^ 2 / 2) * T) / (v * Sqr(T))
```

```
d2 = d1 - v * Sqr(T)
```

```
If CallPutFlag = "c" Then
```

```
BlackScholes = S * CND(d1) - X * Exp(-r * T) * CND(d2)
```

```
ElseIf CallPutFlag = "p" Then
```

```
BlackScholes = X * Exp(-r * T) * CND(-d2) - S * CND(-d1)
```

```
End If
```

```
End Function
```

*''' The cumulative normal distribution function*

```
Public Function CND(X As Double) As Double
```

```
Dim L As Double, K As Double
```

```
Const a1 = 0.31938153: Const a2 = -0.356563782: Const a3 = 1.781477937:
```

```
Const a4 = -1.821255978: Const a5 = 1.330274429
```

```
L = Abs(X)
```

```
K = 1 / (1 + 0.2316419 * L)
```

```
CND = 1 - 1 / Sqr(2 * Application.Pi()) * Exp(-L ^ 2 / 2) * (a1 * K + a2 * K ^ 2 + a3 * K ^ 3 + a4 * K ^ 4 + a5 * K ^ 5)
```

```
If X < 0 Then
```

```
CND = 1 - CND
```

```
End If
```

```
End Function
```

## Black-Scholes in Visual Basic

By Espen Gaarder Haug

### Visual Basic: easy to program but quite slow!

```

'// The Black and Scholes (1973) Stock option formula
Public Function BlackScholes(CallPutFlag As String, S As Double, X _
As Double, T As Double, r As Double, v As Double) As Double

Dim d1 As Double, d2 As Double

d1 = (Log(S / X) + (r + v ^ 2 / 2) * T) / (v * Sqr(T))
d2 = d1 - v * Sqr(T)
If CallPutFlag = "c" Then
BlackScholes = S * CND(d1) - X * Exp(-r * T) * CND(d2)
ElseIf CallPutFlag = "p" Then
BlackScholes = X * Exp(-r * T) * CND(-d2) - S * CND(-d1)
End If
End Function

'// The cumulative normal distribution function
Public Function CND(X As Double) As Double

Dim L As Double, K As Double
Const a1 = 0.31938153: Const a2 = -0.356563782: Const a3 = 1.781477937:
Const a4 = -1.821255978: Const a5 = 1.330274429

L = Abs(X)
K = 1 / (1 + 0.2316419 * L)
CND = 1 - 1 / Sqr(2 * Application.Pi()) * Exp(-L ^ 2 / 2) * (a1 * K + a2 * K ^ 2 +
a3 * K ^ 3 + a4 * K ^ 4 + a5 * K ^ 5)

If X < 0 Then
CND = 1 - CND
End If
End Function

```

<http://www.home.online.no/~espehaug/sayBlackSholes.html> -

acesso em 07 de dezembro de 2001 15:0h

## **ANEXO 6**

### **TESTES DA VALIDAÇÃO DE FACE**

# ANEXO 6

## TESTES DA LEGITIMIDADE

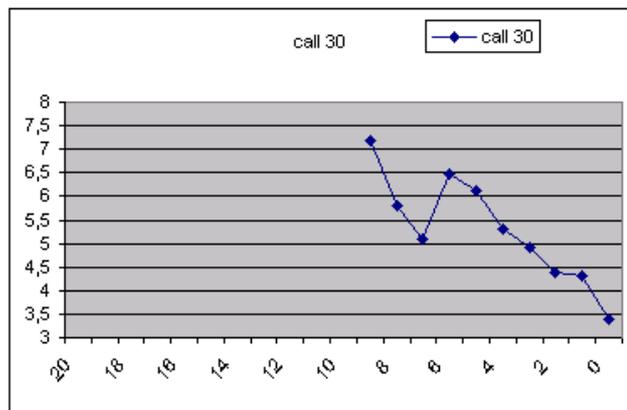
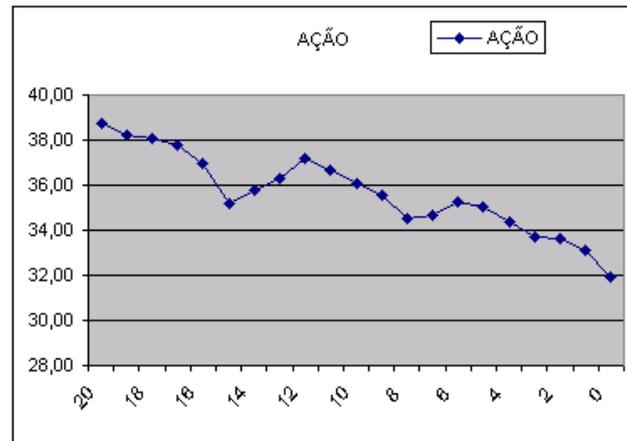
**tnplh30**      **TESTE 1a**  
valores de fechamento

	<b>AÇÃO</b>	<b>call 30</b>
20	38,75	
19	38,25	
18	38,09	
17	37,80	
16	36,99	
15	35,20	
14	35,80	
13	36,30	
12	37,20	
11	36,66	
10	36,10	
9	35,55	7,20
8	34,50	5,80
7	34,70	5,10
6	35,25	6,49
5	35,05	6,12
4	34,40	5,30
3	33,69	4,90
2	33,60	4,40
1	33,09	4,30
10/7/2002	0	3,40

t=30dias  
i=2,01%

10/7/2002

**para o dia 11**  
t= 29  
S= 32,57  
i = 2,01%  
X= 30,00



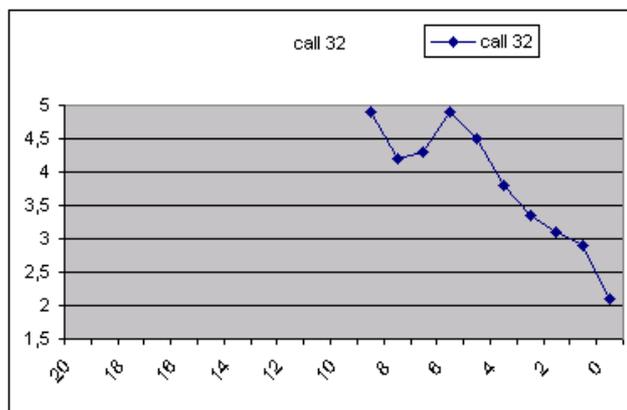
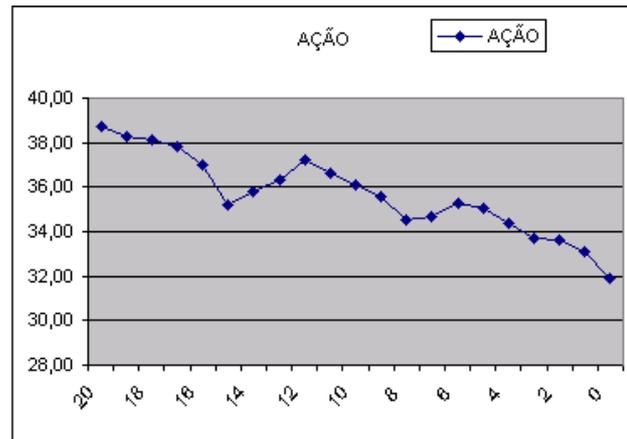
**tnplh32**      **TESTE 1b**  
valores de fechamento

	<b>AÇÃO</b>	<b>call 32</b>
20	38,75	
19	38,25	
18	38,09	
17	37,80	
16	36,99	
15	35,20	
14	35,80	
13	36,30	
12	37,20	
11	36,66	
10	36,10	
9	35,55	4,90
8	34,50	4,20
7	34,70	4,30
6	35,25	4,90
5	35,05	4,50
4	34,40	3,80
3	33,69	3,35
2	33,60	3,10
1	33,09	2,90
10/7/2002	0	2,11

t=30dias  
i=2,01%

10/7/2002

**para o dia 11**  
t= 29  
S= 32,57  
i = 2,01%  
X= 32,00



# ANEXO 6

## TESTES DA LEGITIMIDADE

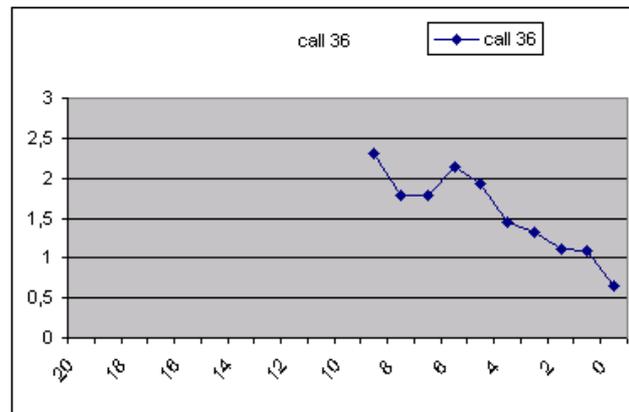
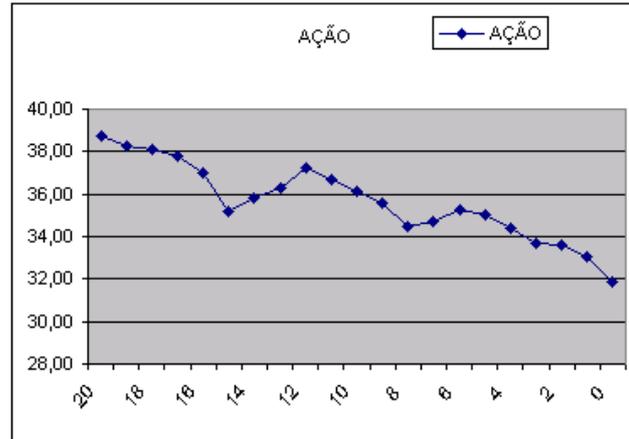
**tnplh36**      **TESTE 1c**  
valores de fechamento

	<b>AÇÃO</b>	<b>call 36</b>
20	38,75	
19	38,25	
18	38,09	
17	37,80	
16	36,99	
15	35,20	
14	35,80	
13	36,30	
12	37,20	
11	36,66	
10	36,10	
9	35,55	2,31
8	34,50	1,78
7	34,70	1,79
6	35,25	2,15
5	35,05	1,93
4	34,40	1,45
3	33,69	1,32
2	33,60	1,12
1	33,09	1,10
10/7/2002	0	0,65

t=30dias  
i=2,01%

10/7/2002

**para o dia 11**  
t= 29  
S= 32,57  
i = 2,01%  
X= 36,00



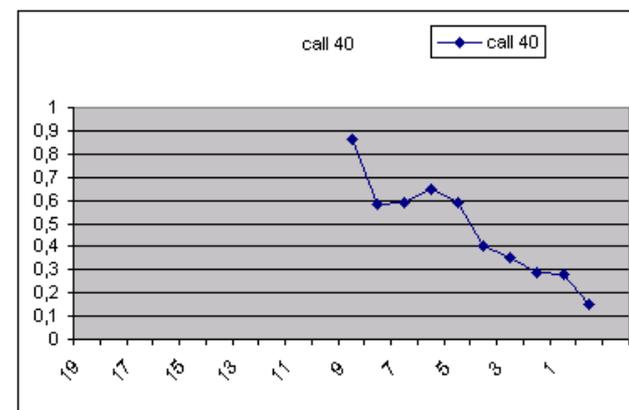
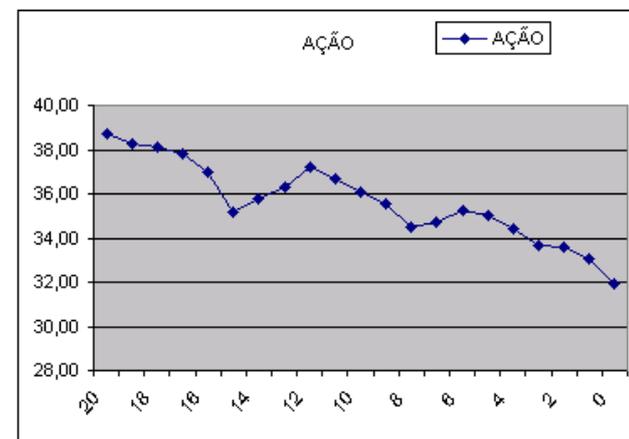
**tnplh40**      **TESTE 1d**  
valores de fechamento

	<b>AÇÃO</b>	<b>call 40</b>
20	38,75	
19	38,25	
18	38,09	
17	37,80	
16	36,99	
15	35,20	
14	35,80	
13	36,30	
12	37,20	
11	36,66	
10	36,10	
9	35,55	0,86
8	34,50	0,58
7	34,70	0,59
6	35,25	0,65
5	35,05	0,59
4	34,40	0,40
3	33,69	0,35
2	33,60	0,29
1	33,09	0,28
10/7/2002	0	0,15

t=30dias  
i=2,01%

10/7/2002

**para o dia 11**  
t= 29  
S= 32,57  
i = 2,01%  
X= 40,00



# ANEXO 6

## TESTES DA LEGITIMIDADE

**tmplh30**

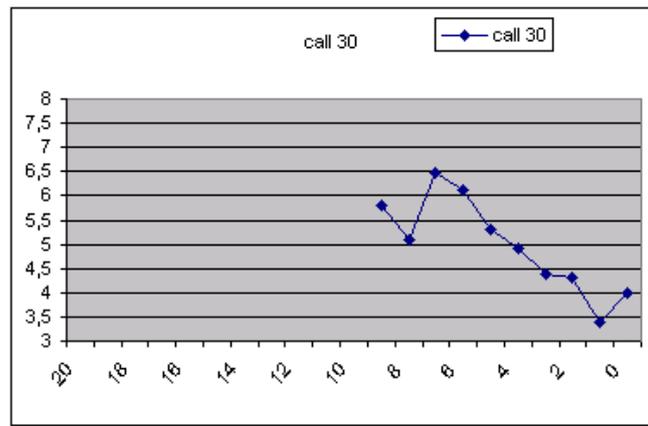
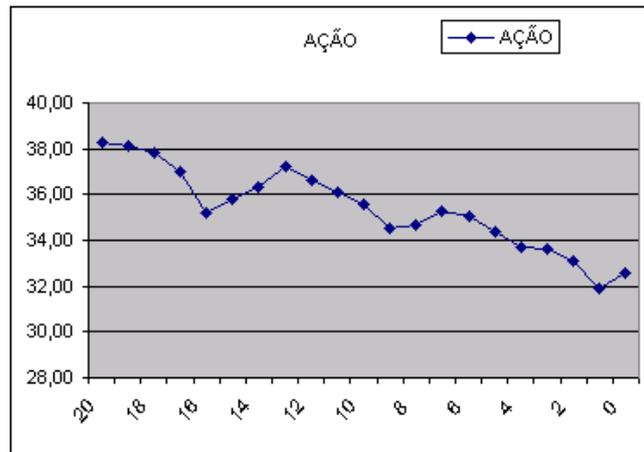
**TESTE 2a**  
valores de fechamento

	AÇÃO	call 30	
20	38,25		
19	38,09		
18	37,80		
17	36,99		
16	35,20		
15	35,80		
14	36,30		
13	37,20		
12	36,66		
11	36,10		
10	35,55		
9	34,50	5,80	
8	34,70	5,10	
7	35,25	6,49	
6	35,05	6,12	
5	34,40	5,30	
4	33,69	4,90	
3	33,60	4,40	
2	33,09	4,30	
1	31,90	3,40	
11/7/2002	0	32,57	4,00

t=29dias  
i=2,01%

11/7/2002

**para o dia 12**  
t= 28  
S= 33,52  
i= 2,02%  
X= 30,00



**tmplh32**

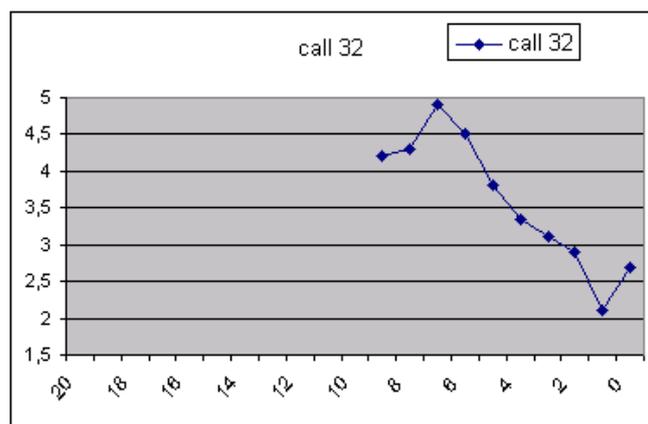
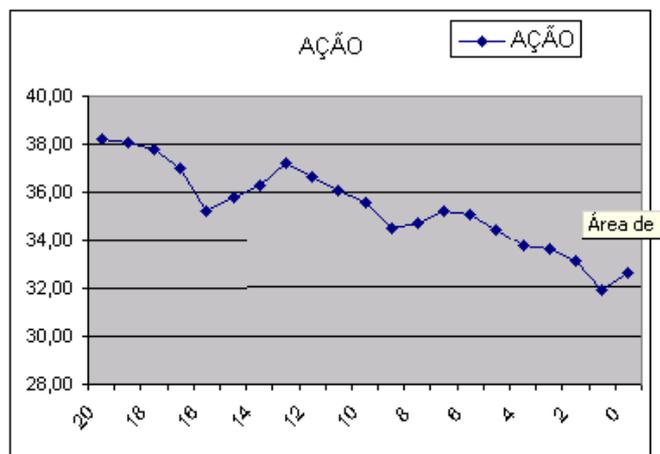
**TESTE 2b**  
valores de fechamento

	AÇÃO	call 32	
20	38,25		
19	38,09		
18	37,80		
17	36,99		
16	35,20		
15	35,80		
14	36,30		
13	37,20		
12	36,66		
11	36,10		
10	35,55		
9	34,50	4,20	
8	34,70	4,30	
7	35,25	4,90	
6	35,05	4,50	
5	34,40	3,80	
4	33,69	3,35	
3	33,60	3,10	
2	33,09	2,90	
1	31,90	2,11	
11/7/2002	0	32,57	2,69

t=29dias  
i=2,01%

11/7/2002

**para o dia 12**  
t= 28  
S= 33,52  
i= 2,02%  
X= 32,00



# ANEXO 6

## TESTES DA LEGITIMIDADE

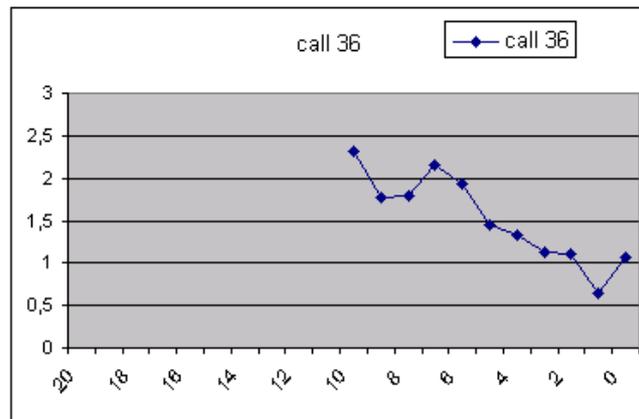
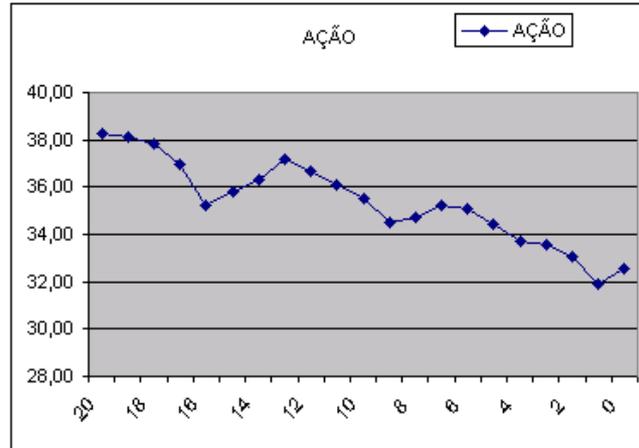
**tnplh36**      **TESTE 2c**  
valores de fechamento

	<b>AÇÃO</b>	<b>call 36</b>	
20	38,25		
19	38,09		
18	37,80		
17	36,99		
16	35,20		
15	35,80		
14	36,30		
13	37,20		
12	36,66		
11	36,10		
10	35,55	2,31	
9	34,50	1,78	
8	34,70	1,79	
7	35,25	2,15	
6	35,05	1,93	
5	34,40	1,45	
4	33,69	1,32	
3	33,60	1,12	
2	33,09	1,10	
1	31,90	0,65	
11/7/2002	0	32,57	1,06

t=29dias  
i=2,01%

11/7/2002

**para o dia 12**  
t= 28  
S= 33,52  
i= 2,02%  
X= 36,00



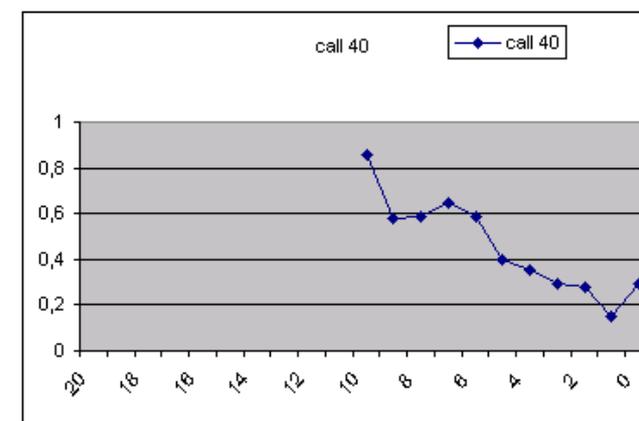
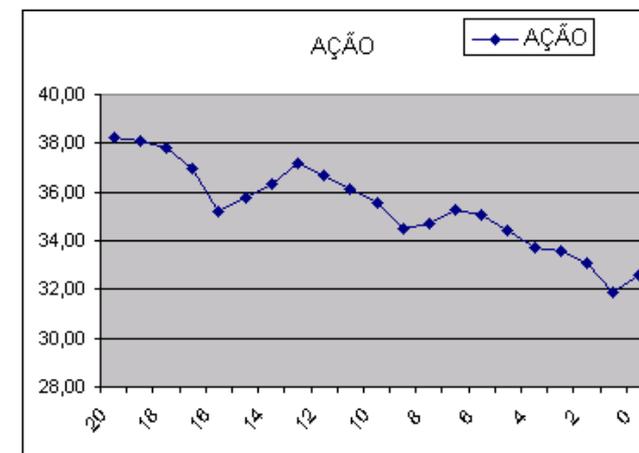
**tnplh40**      **TESTE 2d**  
valores de fechamento

	<b>AÇÃO</b>	<b>call 40</b>	
20	38,25		
19	38,09		
18	37,80		
17	36,99		
16	35,20		
15	35,80		
14	36,30		
13	37,20		
12	36,66		
11	36,10		
10	35,55	0,86	
9	34,50	0,58	
8	34,70	0,59	
7	35,25	0,65	
6	35,05	0,59	
5	34,40	0,40	
4	33,69	0,35	
3	33,60	0,29	
2	33,09	0,28	
1	31,90	0,15	
11/7/2002	0	32,57	0,29

t=29dias  
i=2,01%

11/7/2002

**para o dia 12**  
t= 28  
S= 33,52  
i= 2,02%  
X= 40,00



# ANEXO 6

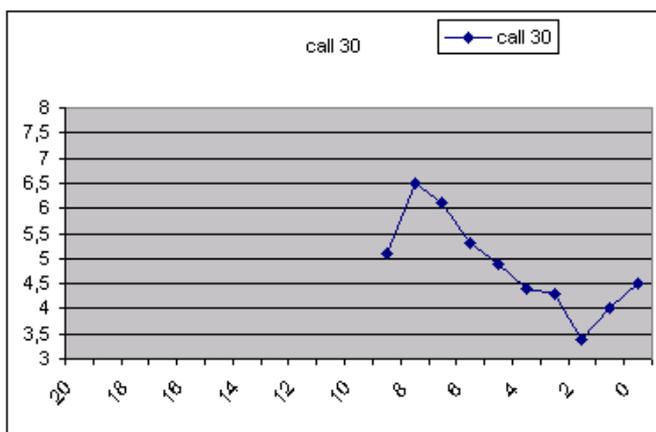
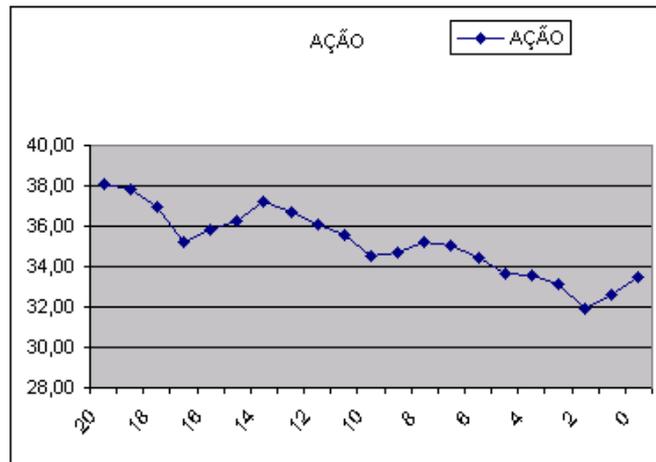
## TESTES DA LEGITIMIDADE

**tmplh30**      **TESTE 3a**  
valores de fechamento

	<b>AÇÃO</b>	<b>call 30</b>
20	38,09	
19	37,80	
18	36,99	
17	35,20	
16	35,80	
15	36,30	
14	37,20	
13	36,66	
12	36,10	
11	35,55	
10	34,50	
9	34,70	5,10
8	35,25	6,49
7	35,05	6,12
6	34,40	5,30
5	33,69	4,90
4	33,60	4,40
3	33,09	4,30
2	31,90	3,40
1	32,57	4,00
12/7/2002	0	33,52    4,51

t=28dias  
i=2,02%

para o dia 13  
t= 27  
S= 34,55  
i= 2,02%  
X= 30,00

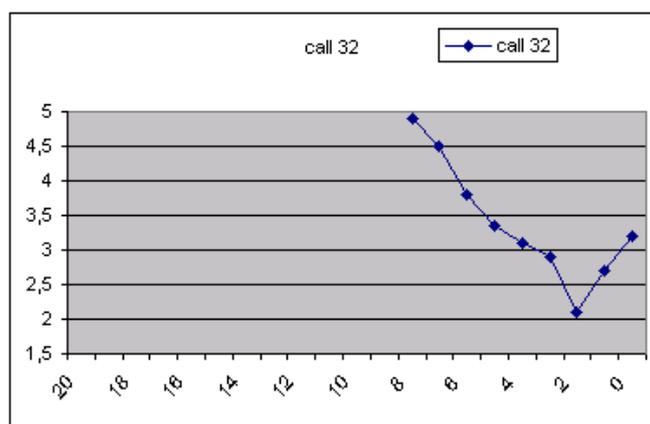
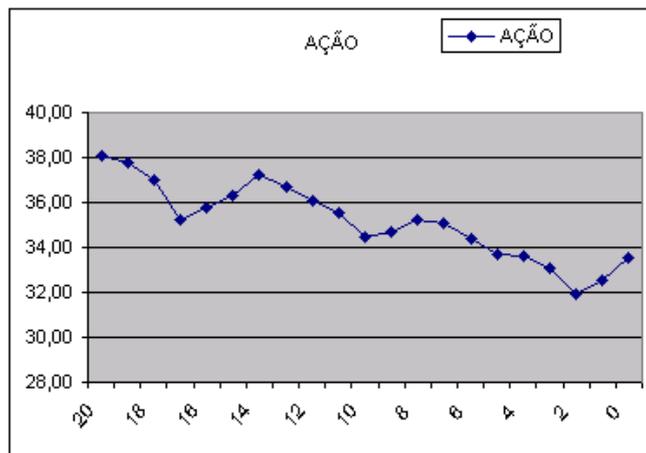


**tmplh32**      **TESTE 3b**  
valores de fechamento

	<b>AÇÃO</b>	<b>call 32</b>
20	38,09	
19	37,80	
18	36,99	
17	35,20	
16	35,80	
15	36,30	
14	37,20	
13	36,66	
12	36,10	
11	35,55	
10	34,50	
9	34,70	
8	35,25	4,90
7	35,05	4,50
6	34,40	3,80
5	33,69	3,35
4	33,60	3,10
3	33,09	2,90
2	31,90	2,11
1	32,57	2,69
12/7/2002	0	33,52    3,20

t=28dias  
i=2,02%

para o dia 13  
t= 27  
S= 34,55  
i= 2,02%  
X= 32,00



# ANEXO 6

## TESTES DA LEGITIMIDADE

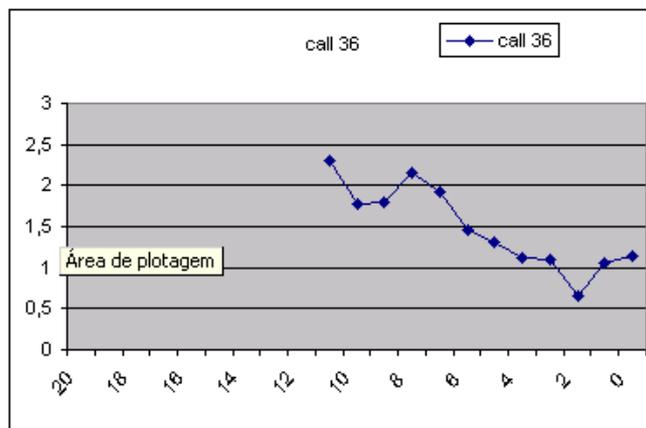
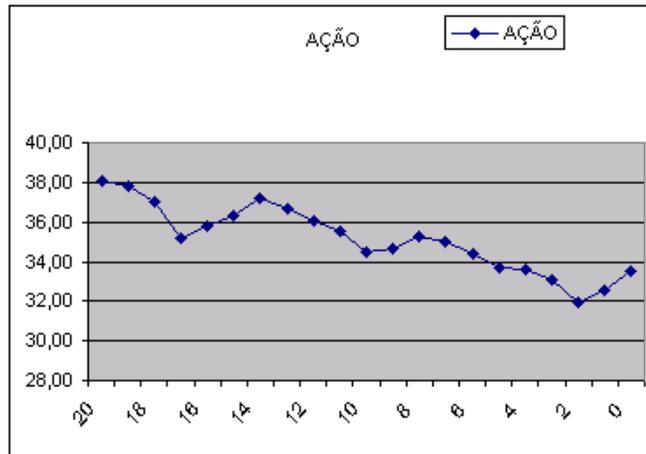
**tmplh36**      **TESTE 3c**  
valores de fechamento

	AÇÃO	call 36
20	38,09	
19	37,80	
18	36,99	
17	35,20	
16	35,80	
15	36,30	
14	37,20	
13	36,66	
12	36,10	
11	35,55	2,31
10	34,50	1,78
9	34,70	1,79
8	35,25	2,15
7	35,05	1,93
6	34,40	1,45
5	33,69	1,32
4	33,60	1,12
3	33,09	1,10
2	31,90	0,65
1	32,57	1,06
12/7/2002	0	33,52    1,15

t=28dias  
i=2,02%

12/7/2002

**para o dia 13**  
t= 27  
S= 34,55  
i= 2,02%  
X= 36,00



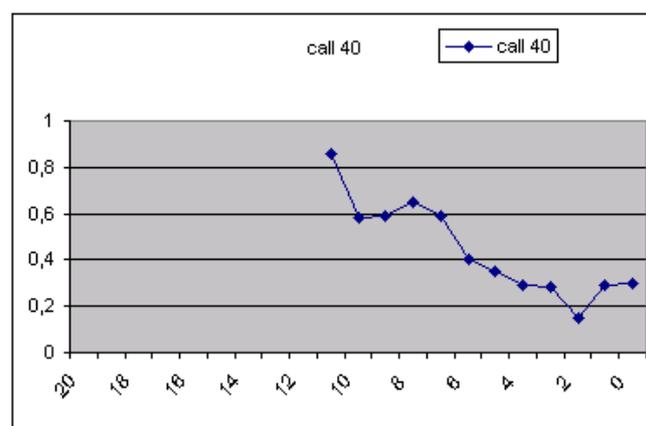
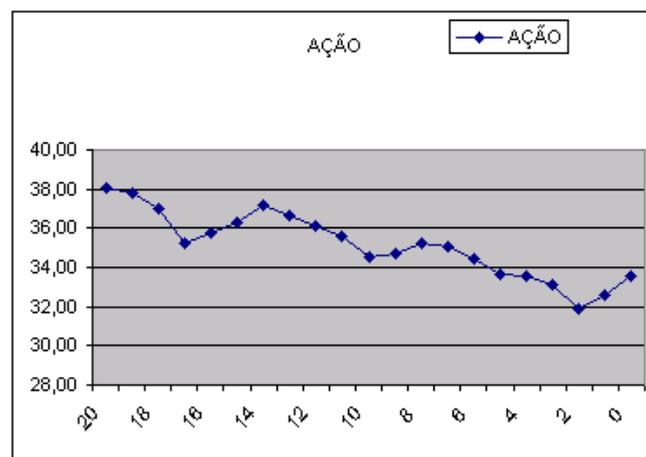
**tmplh40**      **TESTE 3d**  
valores de fechamento

	AÇÃO	call 40
20	38,09	
19	37,80	
18	36,99	
17	35,20	
16	35,80	
15	36,30	
14	37,20	
13	36,66	
12	36,10	
11	35,55	0,86
10	34,50	0,58
9	34,70	0,59
8	35,25	0,65
7	35,05	0,59
6	34,40	0,40
5	33,69	0,35
4	33,60	0,29
3	33,09	0,28
2	31,90	0,15
1	32,57	0,29
12/7/2002	0	33,52    0,30

t=28dias  
i=2,02%

12/7/2002

**para o dia 13**  
t= 27  
S= 27  
i= 2,02%  
X= 40,00



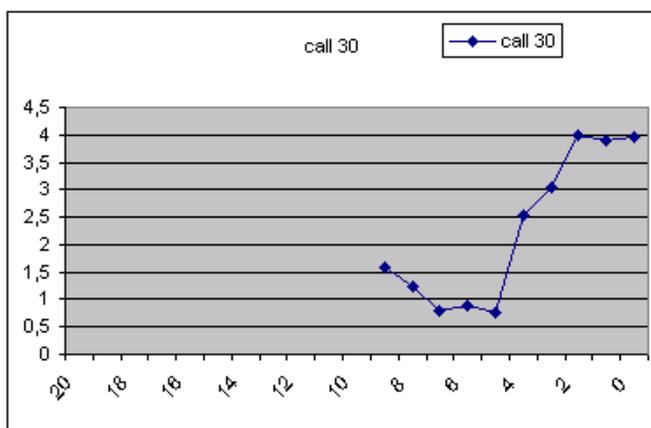
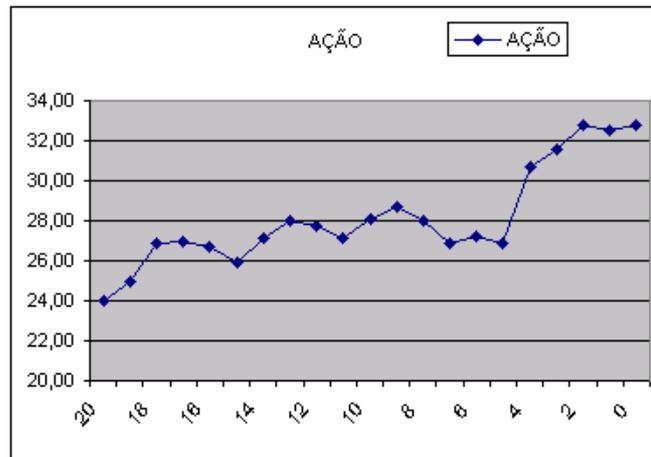
# ANEXO 6

## TESTES DA LEGITIMIDADE

**tnlp130**      **TESTE 4a**  
valores de fechamento

	<b>AÇÃO</b>	<b>call 30</b>	
20	23,97		
19	24,93		
18	26,90		
17	27,00		
16	26,70		
15	25,95		
14	27,10		
13	28,01		
12	27,76		
11	27,10		
10	28,10		
9	28,66	1,59	
8	28,00	1,25	
7	26,91	0,80	
6	27,21	0,90	
5	26,86	0,77	
4	30,70	2,55	
3	31,57	3,05	
2	32,81	4,00	
1	32,50	3,90	
9/11/2001	0	32,80	3,97

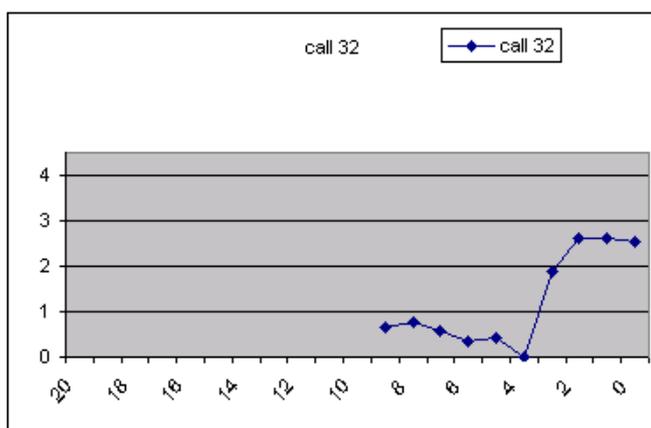
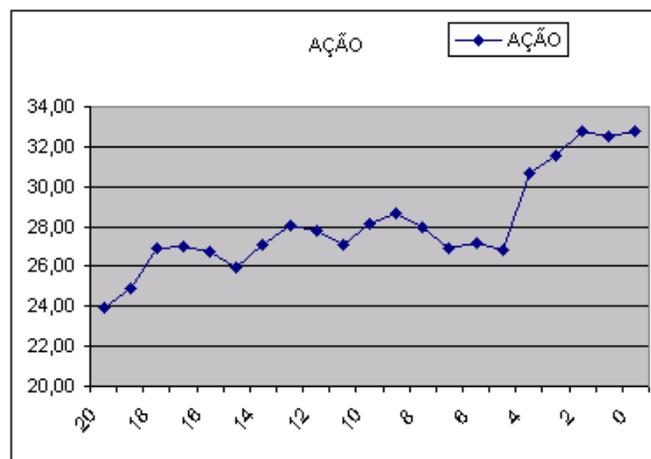
**para o dia 12**  
t= 24  
S= 32,85  
i= 2,08%  
X= 30,00



**tnlp132**      **TESTE 4b**  
valores de fechamento

	<b>AÇÃO</b>	<b>call 32</b>	
20	23,97		
19	24,93		
18	26,90		
17	27,00		
16	26,70		
15	25,95		
14	27,10		
13	28,01		
12	27,76		
11	27,10		
10	28,10		
9	28,66	0,65	
8	28,00	0,76	
7	26,91	0,59	
6	27,21	0,36	
5	26,86	0,41	
4	30,70	0,36	
3	31,57	1,88	
2	32,81	2,62	
1	32,50	2,6	
9/11/2002	0	32,80	2,55

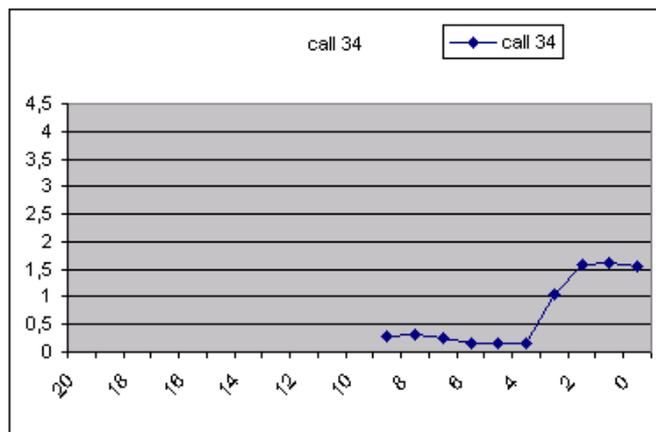
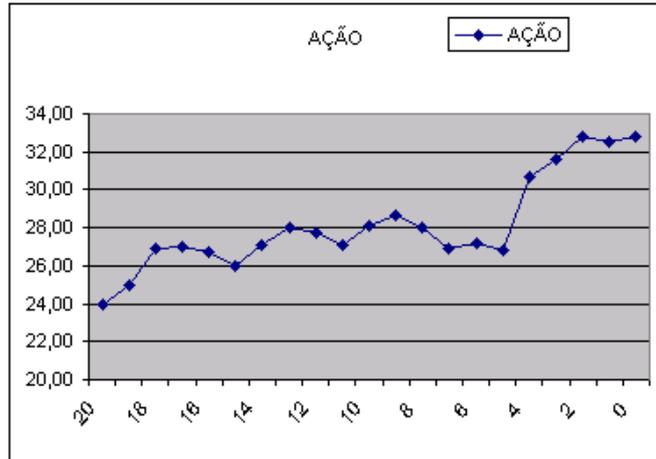
**para o dia 12**  
t= 24  
S= 32,85  
i= 2,08%  
X= 32



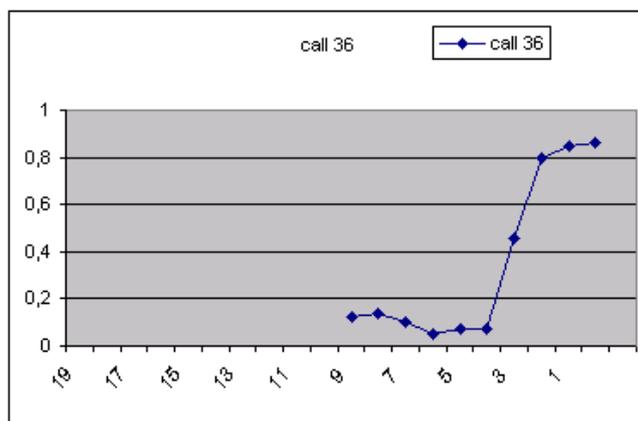
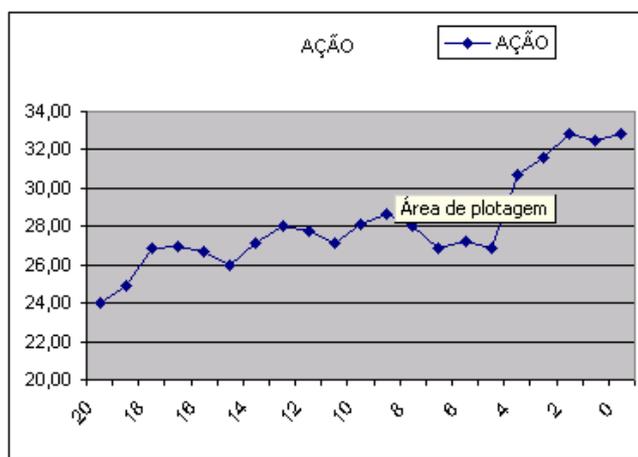
# ANEXO 6

## TESTES DA LEGITIMIDADE

<b>TESTE 4c</b>			
tnlpl34	valores de fechamento		
	AÇÃO	call 34	
20	23,97		
19	24,93		
18	26,90		
17	27,00		
16	26,70		
15	25,95		
14	27,10		
13	28,01		
12	27,76		
11	27,10		
10	28,10		
9	28,66	0,28	
8	28,00	0,33	
7	26,91	0,24	
6	27,21	0,15	
5	26,86	0,15	
4	30,70	0,15	
3	31,57	1,05	
2	32,81	1,59	
1	32,50	1,63	
9/11/2002	0	32,80	1,55
<b>para o dia 12</b>			
t=		24	
S=		32,85	
i =		2,08%	
X=		34	



<b>TESTE 4d</b>			
tnlpl36	valores de fechamento		
	AÇÃO	call 36	
20	23,97		
19	24,93		
18	26,90		
17	27,00		
16	26,70		
15	25,95		
14	27,10		
13	28,01		
12	27,76		
11	27,10		
10	28,10		
9	28,66	0,12	
8	28,00	0,14	
7	26,91	0,10	
6	27,21	0,05	
5	26,86	0,07	
4	30,70	0,07	
3	31,57	0,46	
2	32,81	0,80	
1	32,50	0,85	
9/11/2002	0	32,80	0,86
<b>para o dia 12</b>			
t=		24	
S=		32,85	
i =		2,08%	
X=		36	



# ANEXO 6

## TESTES DA LEGITIMIDADE

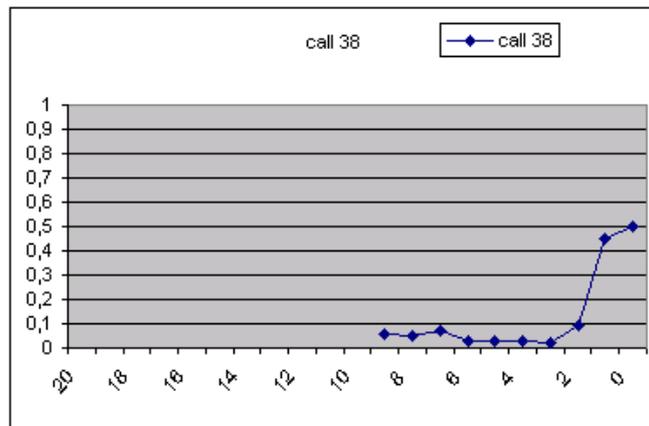
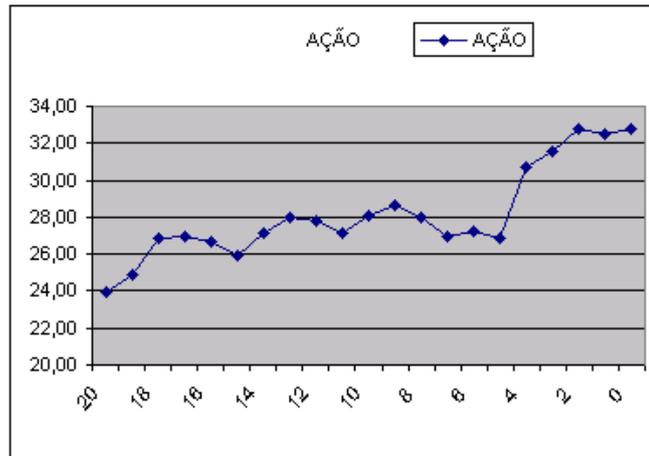
**TESTE 4e**  
valores de fechamento

tmplh38	AÇÃO	call 38	
20	23,97		
19	24,93		
18	26,90		
17	27,00		
16	26,70		
15	25,95		
14	27,10		
13	28,01		
12	27,76		
11	27,10		
10	28,10		
9	28,66	0,06	
8	28,00	0,05	
7	26,91	0,07	
6	27,21	0,03	
5	26,86	0,03	
4	30,70	0,03	
3	31,57	0,02	
2	32,81	0,09	
1	32,50	0,45	
9/11/2002	0	32,80	0,50

t=25  
i=2,08%

para o dia 12

t=	24
S=	32,85
i=	2,08%
X=	38



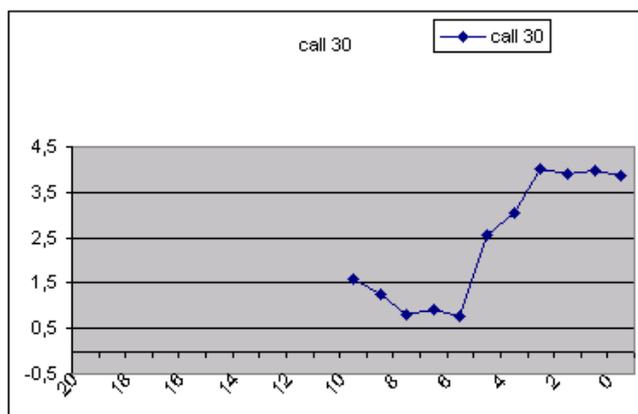
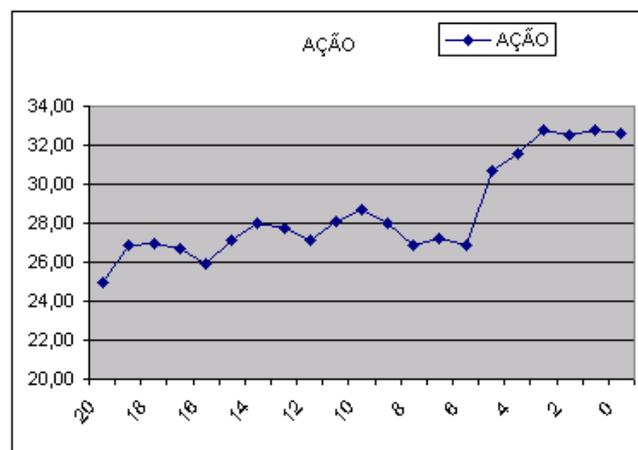
**TESTE 5a**  
valores de fechamento

tmpl30	AÇÃO	call 30	
20	24,93		
19	26,90		
18	27,00		
17	26,70		
16	25,95		
15	27,10		
14	28,01		
13	27,76		
12	27,10		
11	28,10		
10	28,66	1,59	
9	28,00	1,25	
8	26,91	0,80	
7	27,21	0,90	
6	26,86	0,77	
5	30,70	2,55	
4	31,57	3,05	
3	32,81	4,00	
2	32,50	3,90	
1	32,80	3,97	
12/11/2001	0	32,57	3,87

t=24  
i=2,08%

para o dia 13

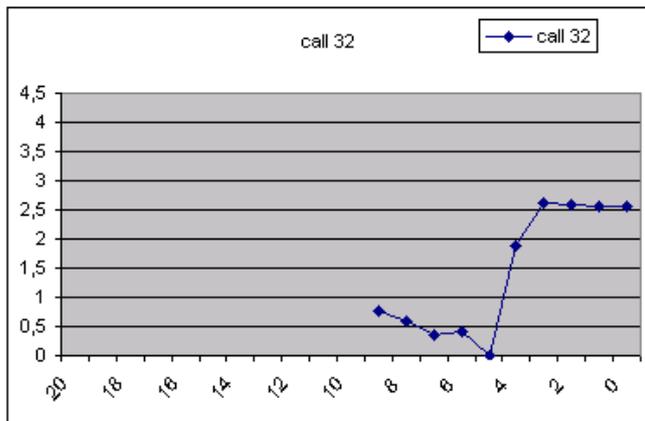
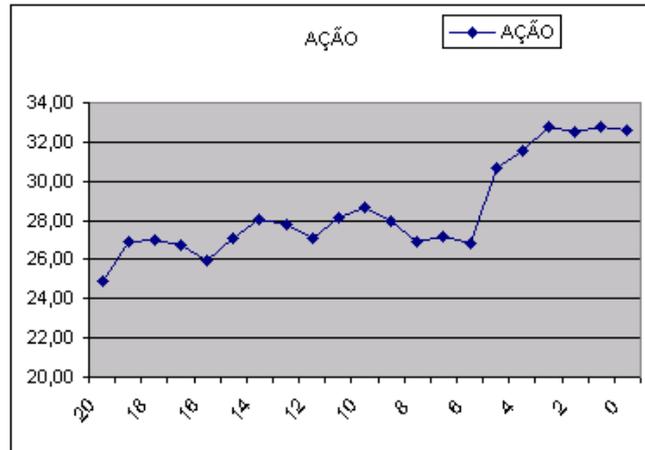
t=	23
S=	33,49
i=	2,08%
X=	30



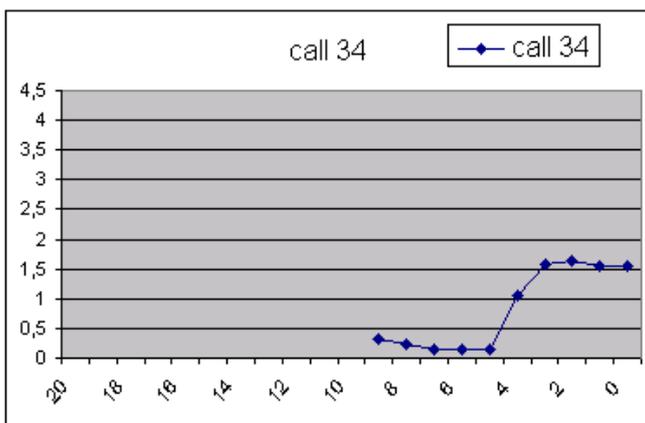
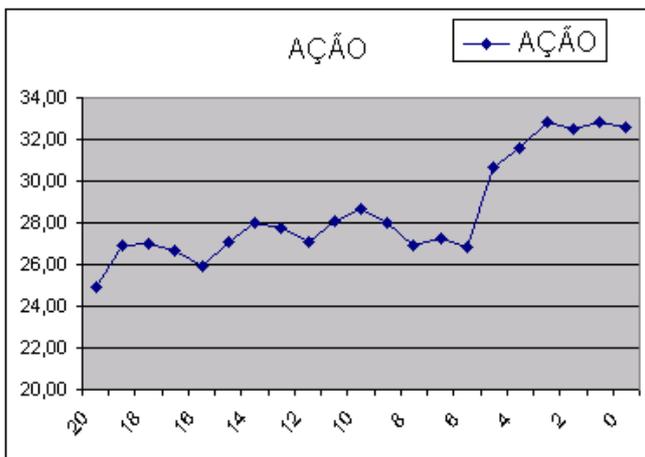
# ANEXO 6

## TESTES DA LEGITIMIDADE

tnlp132		TESTE 5b	
		valores de fechamento	
		AÇÃO	call 32
	20	24,93	
	19	26,90	
	18	27,00	
	17	26,70	
	16	25,95	
	15	27,10	
	14	28,01	
	13	27,76	
	12	27,10	
	11	28,10	
	10	28,66	
	9	28,00	0,76
	8	26,91	0,59
	7	27,21	0,36
	6	26,86	0,41
	5	30,70	0,36
t=24	4	31,57	1,88
i=2,08%	3	32,81	2,62
	2	32,50	2,6
	1	32,80	2,55
12/11/2002	0	32,57	2,55
<b>para o dia 13</b>			
	t=		23
	S=		33,49
	i=		2,08%
	X=		32



tnlp134		TESTE 5c	
		valores de fechamento	
		AÇÃO	call 34
	20	24,93	
	19	26,90	
	18	27,00	
	17	26,70	
	16	25,95	
	15	27,10	
	14	28,01	
	13	27,76	
	12	27,10	
	11	28,10	
	10	28,66	
	9	28,00	0,33
	8	26,91	0,24
	7	27,21	0,15
	6	26,86	0,15
	5	30,70	0,15
t=24	4	31,57	1,05
i=2,08%	3	32,81	1,59
	2	32,50	1,63
	1	32,80	1,55
12/11/2002	0	32,57	1,55
<b>para o dia 13</b>			
	t=		23
	S=		33,49
	i=		2,08%
	X=		34



# ANEXO 6

## TESTES DA LEGITIMIDADE

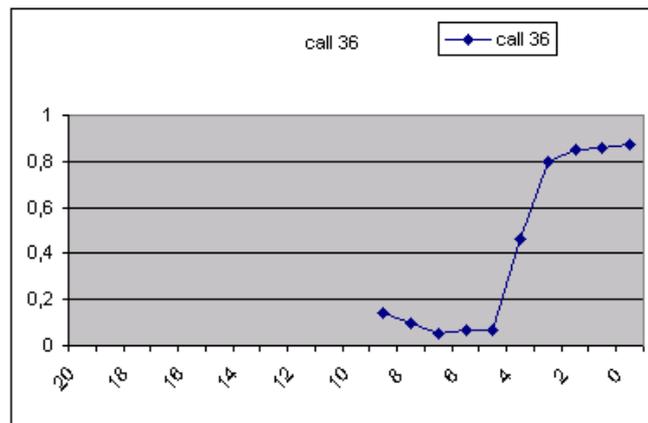
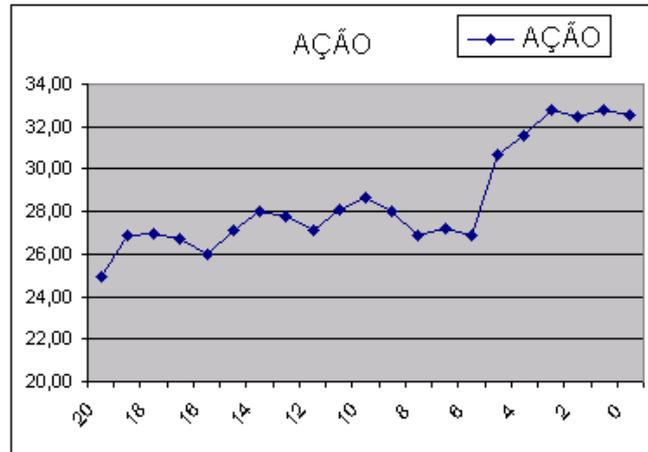
**TESTE 5d**  
valores de fechamento

	AÇÃO	call 36
20	24,93	
19	26,90	
18	27,00	
17	26,70	
16	25,95	
15	27,10	
14	28,01	
13	27,76	
12	27,10	
11	28,10	
10	28,66	
9	28,00	0,14
8	26,91	0,10
7	27,21	0,05
6	26,86	0,07
5	30,70	0,07
4	31,57	0,46
3	32,81	0,80
2	32,50	0,85
1	32,80	0,86
0	32,57	0,87

t=24  
i=2,08%

12/11/2002

**para o dia 13**  
t= 23  
S= 33,49  
i= 2,08%  
X= 36



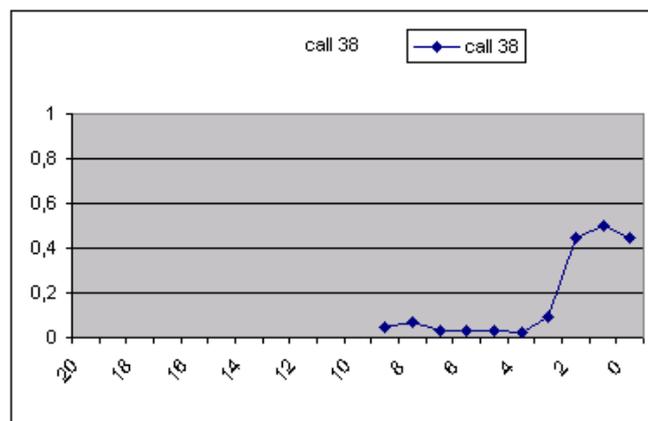
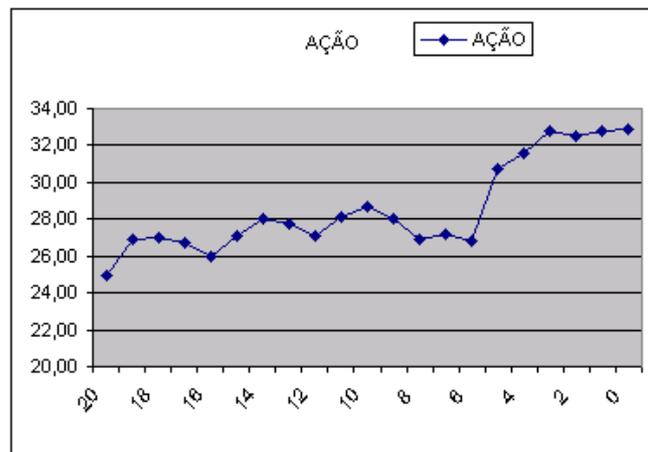
**TESTE 5e**  
valores de fechamento

	AÇÃO	call 38
20	24,93	
19	26,90	
18	27,00	
17	26,70	
16	25,95	
15	27,10	
14	28,01	
13	27,76	
12	27,10	
11	28,10	
10	28,66	
9	28,00	0,05
8	26,91	0,07
7	27,21	0,03
6	26,86	0,03
5	30,70	0,03
4	31,57	0,02
3	32,81	0,09
2	32,50	0,45
1	32,80	0,50
0	32,85	0,45

t=24  
i=2,08%

12/11/2002

**para o dia 13**  
t= 23  
S= 33,49  
i= 2,08%  
X= 38



# ANEXO 6

## TESTES DA LEGITIMIDADE

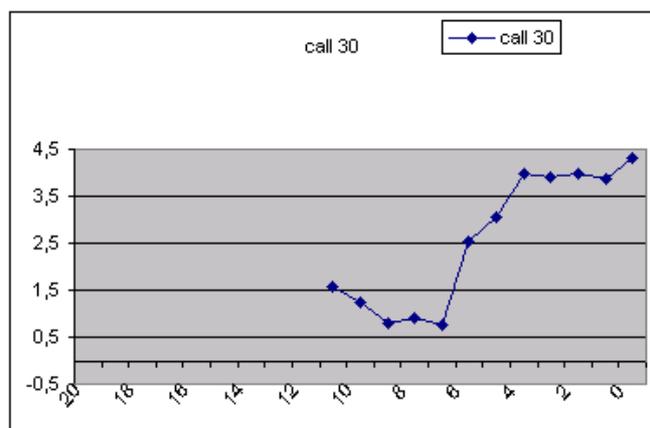
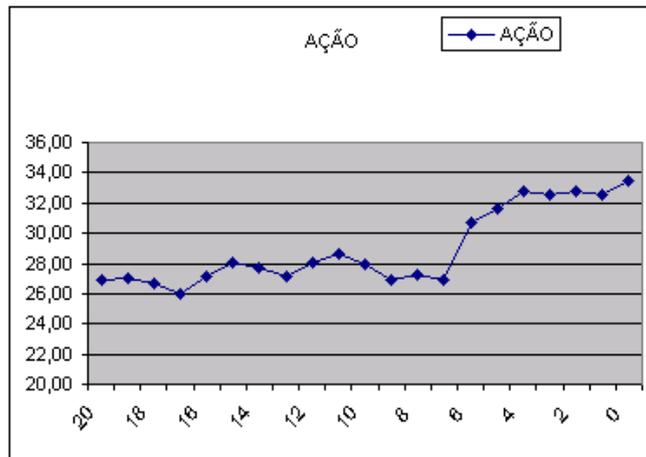
**tnlp130**      **TESTE 6a**  
valores de fechamento

	AÇÃO	call 30	
20	26,90		
19	27,00		
18	26,70		
17	25,95		
16	27,10		
15	28,01		
14	27,76		
13	27,10		
12	28,10		
11	28,66	1,59	
10	28,00	1,25	
9	26,91	0,80	
8	27,21	0,90	
7	26,86	0,77	
6	30,70	2,55	
5	31,57	3,05	
4	32,81	4,00	
3	32,50	3,90	
2	32,80	3,97	
1	32,57	3,87	
13/11/2001	0	33,49	4,30

t=23  
i=2,08%

13/11/2001

**para o dia 14**  
t= 22  
S= 33,10  
i = 2,08%  
X= 30



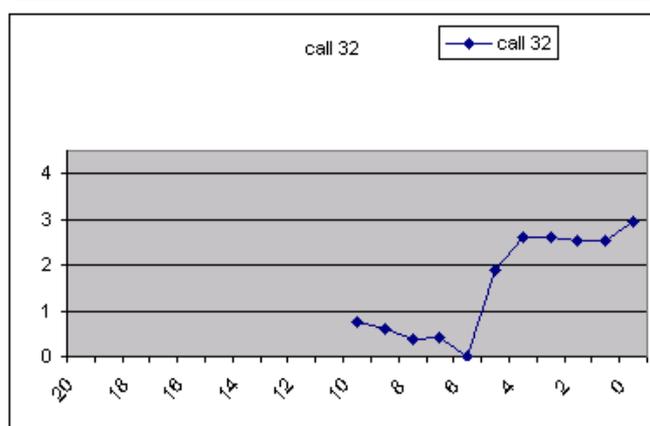
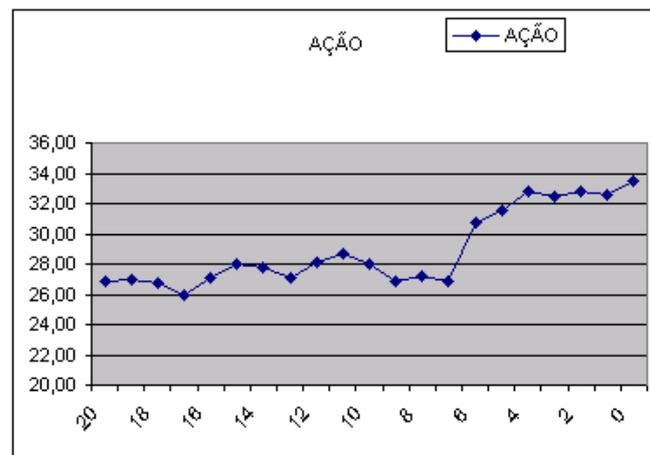
**tnlp132**      **TESTE 6b**  
valores de fechamento

	AÇÃO	call 32	
20	26,90		
19	27,00		
18	26,70		
17	25,95		
16	27,10		
15	28,01		
14	27,76		
13	27,10		
12	28,10		
11	28,66		
10	28,00	0,76	
9	26,91	0,59	
8	27,21	0,36	
7	26,86	0,41	
6	30,70	0,36	
5	31,57	1,88	
4	32,81	2,62	
3	32,50	2,6	
2	32,80	2,55	
1	32,57	2,55	
13/11/2002	0	33,49	2,95

t=23  
i=2,08%

13/11/2002

**para o dia 14**  
t= 22  
S= 33,10  
i = 2,08%  
X= 32



# ANEXO 6

## TESTES DA LEGITIMIDADE

**teste 6c**

tnlpl34 valores de fechamento

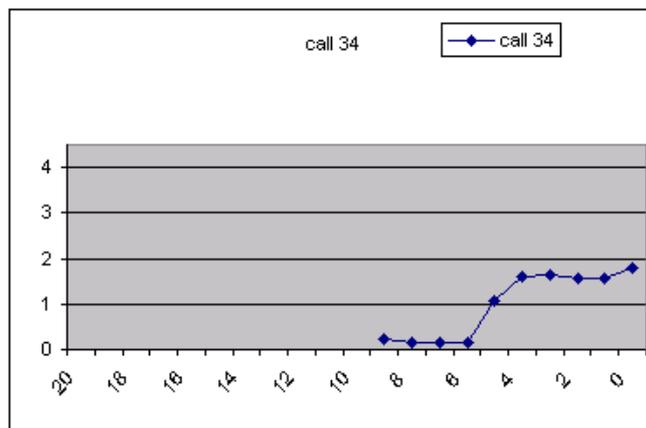
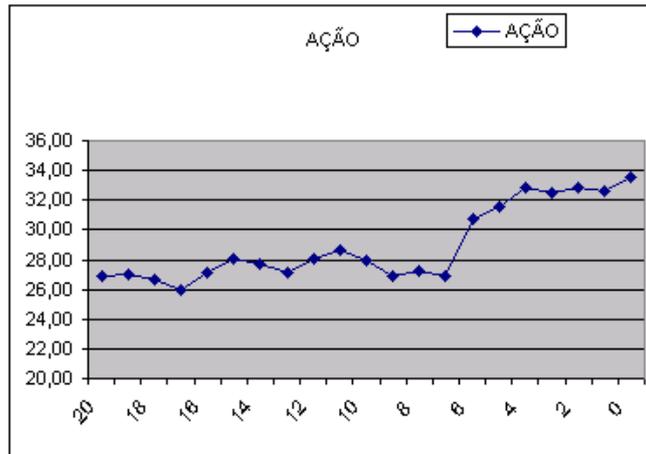
	AÇÃO	call 34	
20	26,90		
19	27,00		
18	26,70		
17	25,95		
16	27,10		
15	28,01		
14	27,76		
13	27,10		
12	28,10		
11	28,66		
10	28,00		
9	26,91	0,24	
8	27,21	0,15	
7	26,86	0,15	
6	30,70	0,15	
5	31,57	1,05	
4	32,81	1,59	
3	32,50	1,63	
2	32,80	1,55	
1	32,57	1,55	
13/11/2002	0	33,49	1,8

t=23  
i=2,08%

13/11/2002

**para o dia 14**

t= 22  
S= 33,10  
i= 2,08%  
X= 34



**teste 6d**

tnlpl36 valores de fechamento

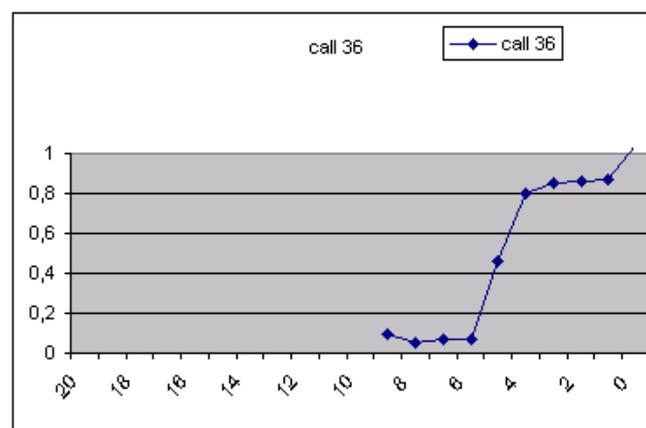
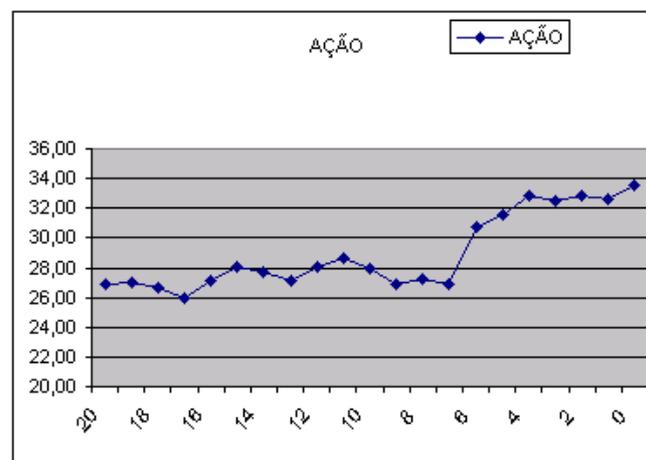
	AÇÃO	call 36	
20	26,90		
19	27,00		
18	26,70		
17	25,95		
16	27,10		
15	28,01		
14	27,76		
13	27,10		
12	28,10		
11	28,66		
10	28,00		
9	26,91	0,10	
8	27,21	0,05	
7	26,86	0,07	
6	30,70	0,07	
5	31,57	0,46	
4	32,81	0,80	
3	32,50	0,85	
2	32,80	0,86	
1	32,57	0,87	
13/11/2002	0	33,49	1,04

t=23  
i=2,08%

13/11/2002

**para o dia 14**

t= 22  
S= 33,10  
i= 2,08%  
X= 36



# ANEXO 6

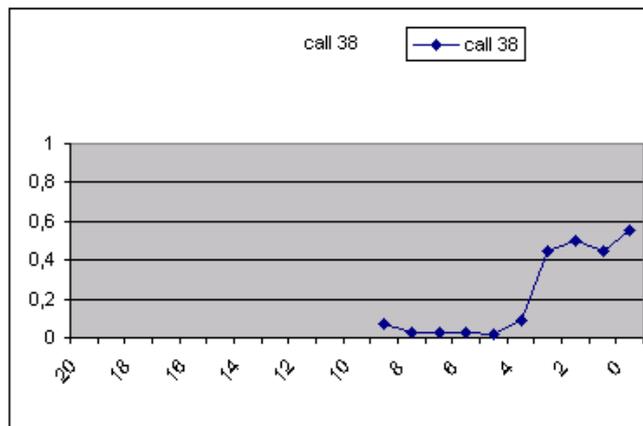
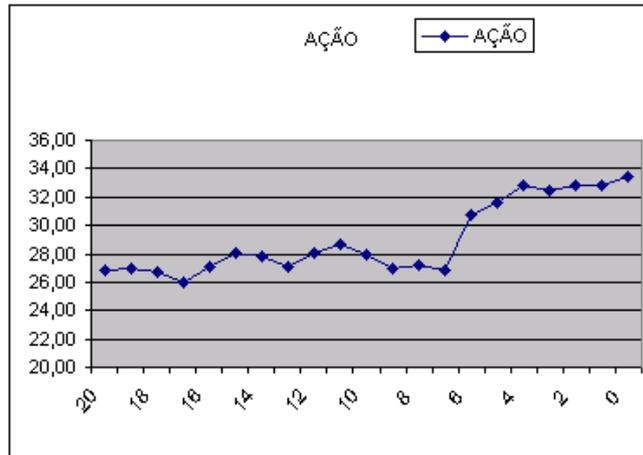
## TESTES DA LEGITIMIDADE

**TESTE 6e**  
valores de fechamento

tmplh38	AÇÃO	call 38	
20	26,90		
19	27,00		
18	26,70		
17	25,95		
16	27,10		
15	28,01		
14	27,76		
13	27,10		
12	28,10		
11	28,66		
10	28,00		
9	26,91	0,07	
8	27,21	0,03	
7	26,86	0,03	
6	30,70	0,03	
5	31,57	0,02	
t=23	4	32,81	0,09
i=2,08%	3	32,50	0,45
	2	32,80	0,50
	1	32,85	0,45
13/11/2002	0	33,49	0,55

**para o dia 14**

t=	22
S=	33,10
i =	2,08%
X=	38

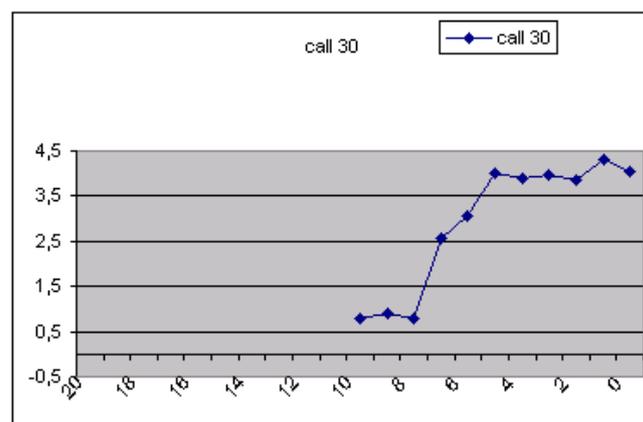
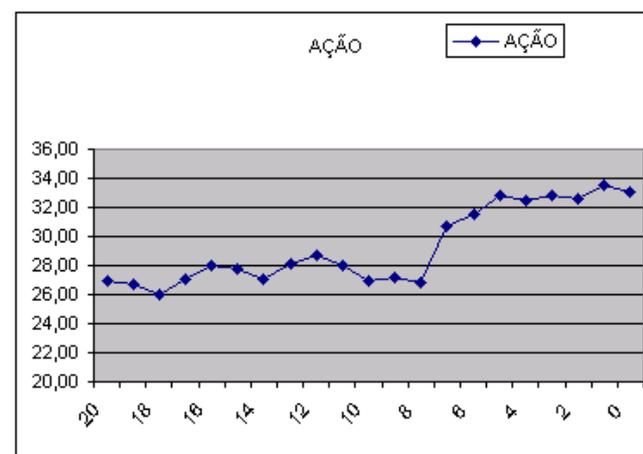


**TESTE 7a**  
valores de fechamento

tmpl30	AÇÃO	call 30	
20	27,00		
19	26,70		
18	25,95		
17	27,10		
16	28,01		
15	27,76		
14	27,10		
13	28,10		
12	28,66		
11	28,00		
10	26,91	0,80	
9	27,21	0,90	
8	26,86	0,77	
7	30,70	2,55	
6	31,57	3,05	
5	32,81	4,00	
t=22	4	32,50	3,90
i=2,08%	3	32,80	3,97
	2	32,57	3,87
	1	33,49	4,30
14/11/2001	0	33,10	4,06

**para o dia 16**

t=	21
S=	33,65
i =	2,08%
X=	30



# ANEXO 6

## TESTES DA LEGITIMIDADE

**tnlpl32**      **TESTE 7b**

valores de fechamento

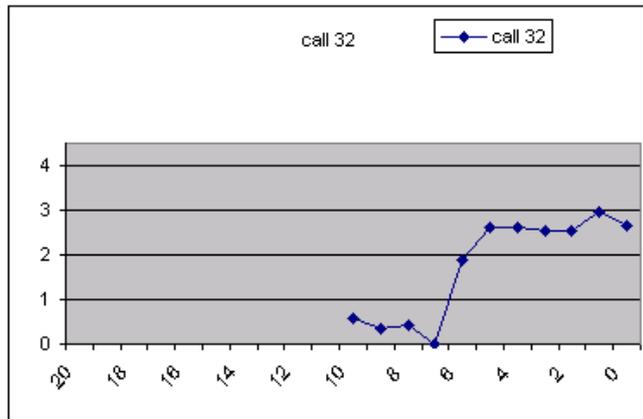
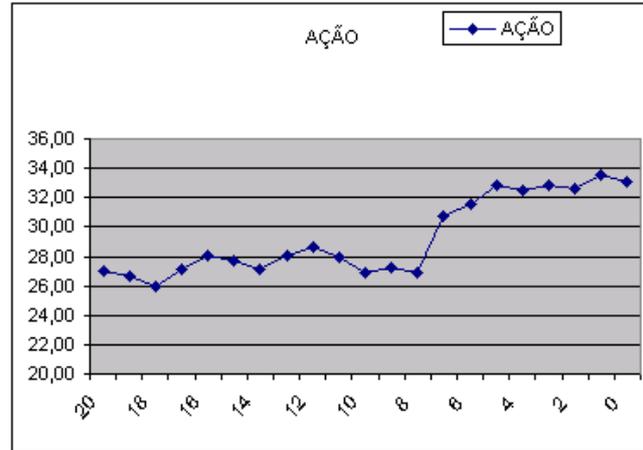
	AÇÃO	call 32
20	27,00	
19	26,70	
18	25,95	
17	27,10	
16	28,01	
15	27,76	
14	27,10	
13	28,10	
12	28,66	
11	28,00	
10	26,91	0,59
9	27,21	0,36
8	26,86	0,41
7	30,70	0,36
6	31,57	1,88
5	32,81	2,62
4	32,50	2,6
3	32,80	2,55
2	32,57	2,55
1	33,49	2,95
14/11/2002	0	2,65

t=22  
i=2,08%

14/11/2002

**para o dia 16**

t= 21  
S= 33,65  
i= 2,08%  
X= 32



**tnlpl34**      **TESTE 7c**

valores de fechamento

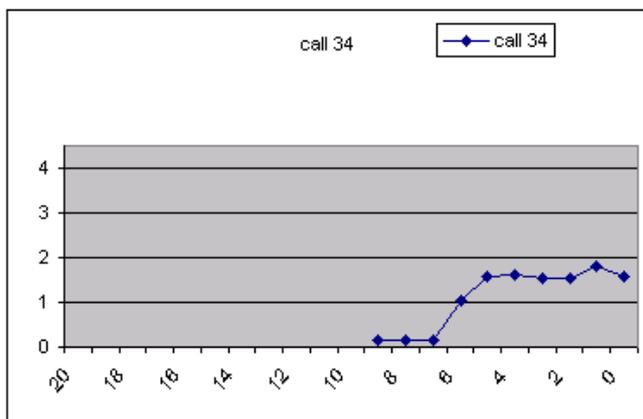
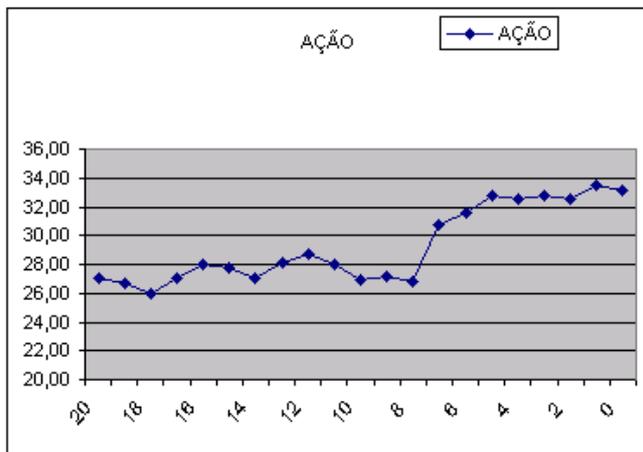
	AÇÃO	call 34
20	27,00	
19	26,70	
18	25,95	
17	27,10	
16	28,01	
15	27,76	
14	27,10	
13	28,10	
12	28,66	
11	28,00	
10	26,91	
9	27,21	0,15
8	26,86	0,15
7	30,70	0,15
6	31,57	1,05
5	32,81	1,59
4	32,50	1,63
3	32,80	1,55
2	32,57	1,55
1	33,49	1,8
14/11/2002	0	1,57

t=22  
i=2,08%

14/11/2002

**para o dia 16**

t= 21  
S= 33,65  
i= 2,08%  
X= 34



# ANEXO 6

## TESTES DA LEGITIMIDADE

**TESTE 7d**

valores de fechamento

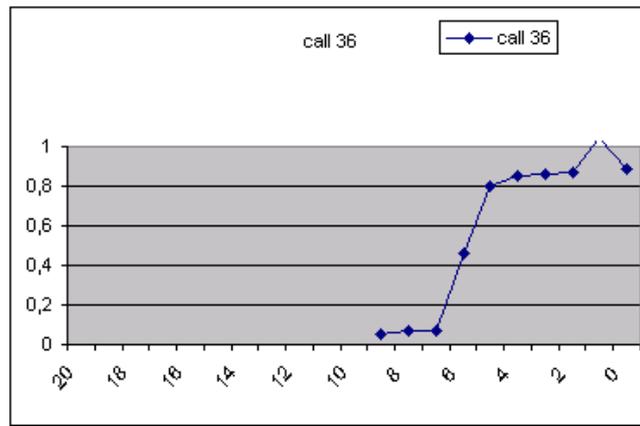
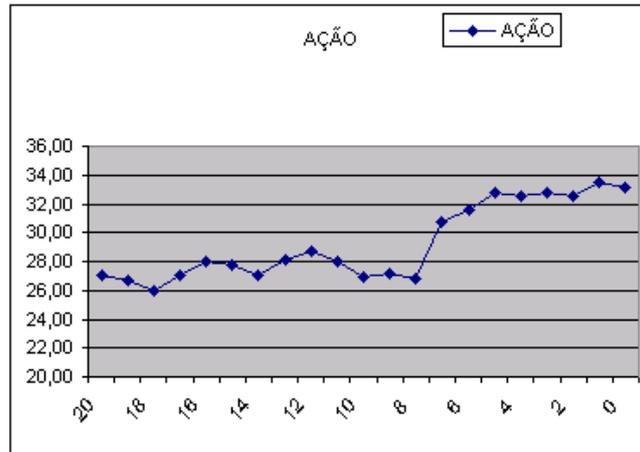
tmpl36	AÇÃO	call 36
20	27,00	
19	26,70	
18	25,95	
17	27,10	
16	28,01	
15	27,76	
14	27,10	
13	28,10	
12	28,66	
11	28,00	
10	26,91	
9	27,21	0,05
8	26,86	0,07
7	30,70	0,07
6	31,57	0,46
5	32,81	0,80
4	32,50	0,85
3	32,80	0,86
2	32,57	0,87
1	33,49	1,04
14/11/2002	0	0,89

t=22  
i=2,08%

14/11/2002

**para o dia 16**

t= 21  
S= 33,65  
i= 2,08%  
X= 36



**TESTE 7e**

valores de fechamento

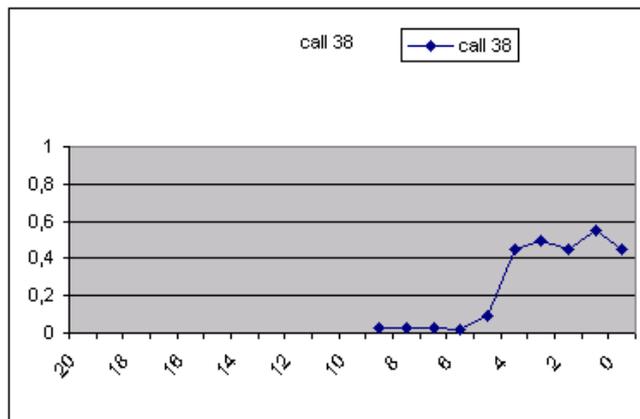
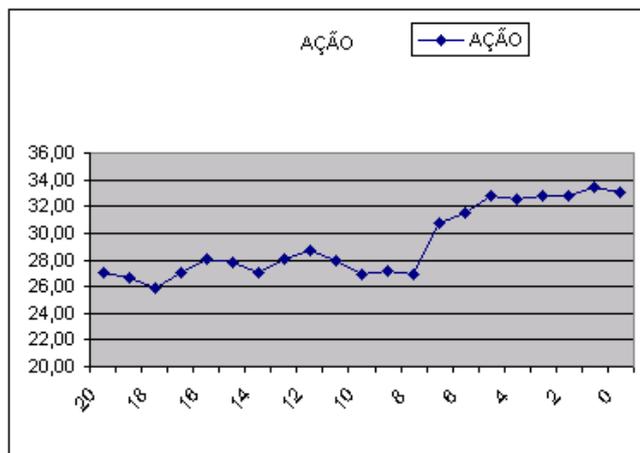
tmplh38	AÇÃO	call 38
20	27,00	
19	26,70	
18	25,95	
17	27,10	
16	28,01	
15	27,76	
14	27,10	
13	28,10	
12	28,66	
11	28,00	
10	26,91	
9	27,21	0,03
8	26,86	0,03
7	30,70	0,03
6	31,57	0,02
5	32,81	0,09
4	32,50	0,45
3	32,80	0,50
2	32,85	0,45
1	33,49	0,55
14/11/2002	0	0,45

t=22  
i=2,08%

14/11/2002

**para o dia 16**

t= 21  
S= 33,65  
i= 2,08%  
X= 38



# ANEXO 6

## TESTES DA LEGITIMIDADE

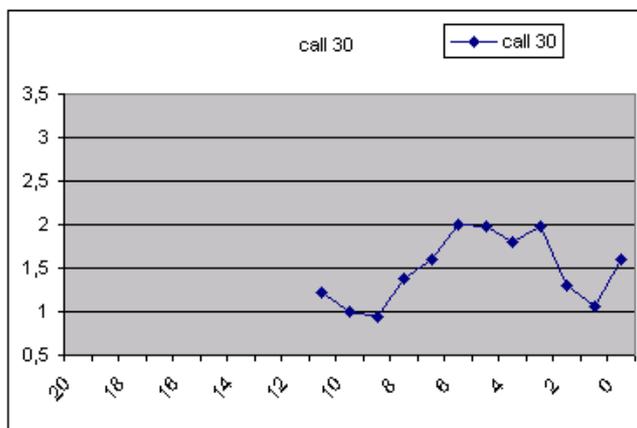
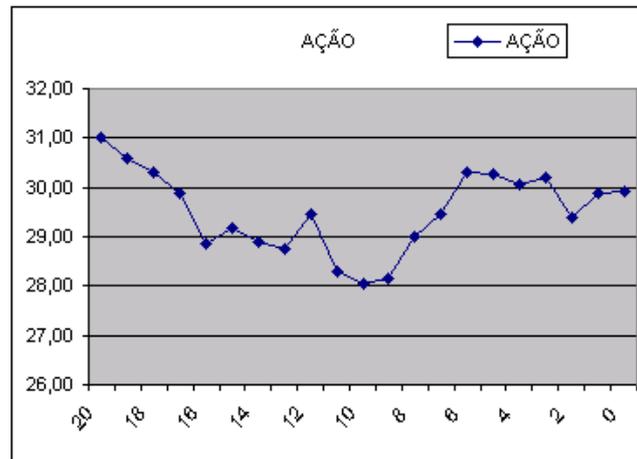
**tnlpf30**      **TESTE 8a**  
valores de fechamento

	<b>AÇÃO</b>	<b>call 30</b>	
20	31,01		
19	30,60		
18	30,29		
17	29,90		
16	28,85		
15	29,19		
14	28,89		
13	28,75		
12	29,45		
11	28,31	1,23	
10	28,05	1,00	
9	28,15	0,93	
8	29,00	1,37	
7	29,45	1,59	
6	30,30	2,00	
5	30,26	1,98	
4	30,06	1,81	
3	30,19	1,98	
2	29,40	1,31	
1	29,90	1,06	
24/5/2002	0	29,91	1,60

t=14  
i=2,00%

24/5/2002

**para o dia 27(seguinte)**  
t= 13  
S= 30,58  
i = 2,00%  
X= 30,00



2,00

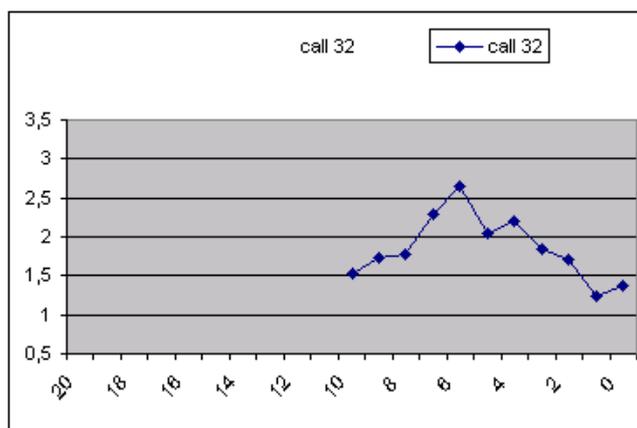
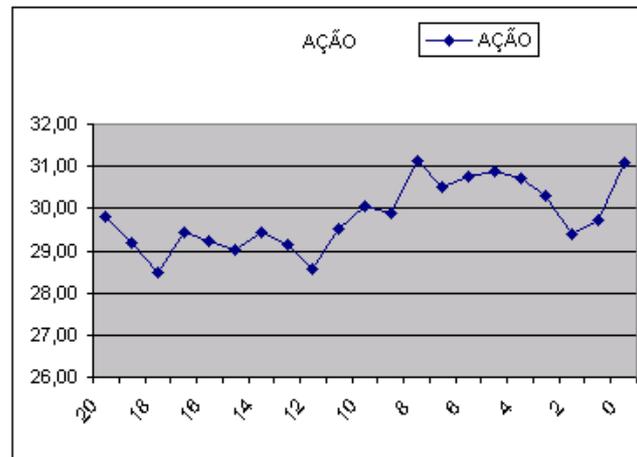
**tnlpf32**      **TESTE 8b**  
valores de fechamento

	<b>AÇÃO</b>	<b>call 32</b>	
20	29,80		
19	29,18		
18	28,47		
17	29,42		
16	29,23		
15	29,03		
14	29,42		
13	29,13		
12	28,58		
11	29,51		
10	30,05	1,52	
9	29,87	1,74	
8	31,12	1,77	
7	30,49	2,30	
6	30,74	2,65	
5	30,88	2,04	
4	30,70	2,20	
3	30,32	1,85	
2	29,41	1,71	
1	29,71	1,24	
23/4/2002	0	31,10	1,37

t=37 dias  
i=2,00%

23/4/2002

**para o dia 24**  
t= 36  
S= 31,01  
i = 2,00%  
X= 32



1,45

# ANEXO 6

## TESTES DA LEGITIMIDADE

**tnlpf30**

**TESTE 9a**  
valores de fechamento

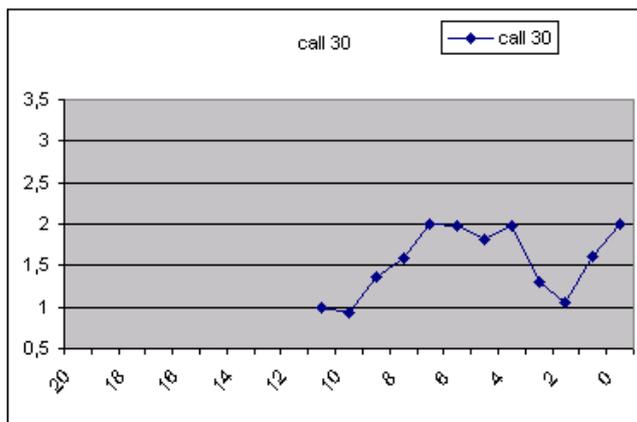
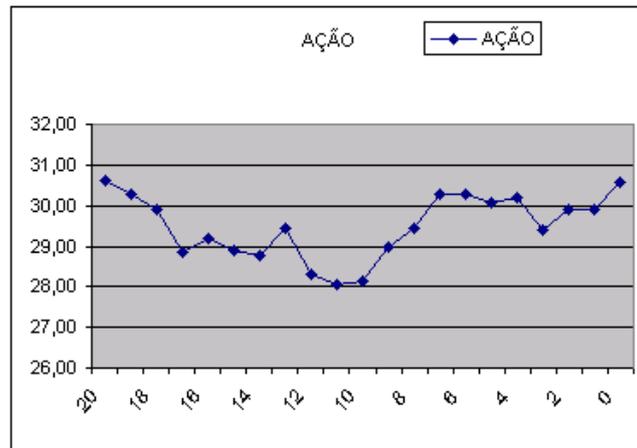
	<b>AÇÃO</b>	<b>call 30</b>
20	30,60	
19	30,29	
18	29,90	
17	28,85	
16	29,19	
15	28,89	
14	28,75	
13	29,45	
12	28,31	
11	28,05	1,00
10	28,15	0,93
9	29,00	1,37
8	29,45	1,59
7	30,30	2,00
6	30,26	1,98
5	30,06	1,81
4	30,19	1,98
3	29,40	1,31
2	29,90	1,06
1	29,91	1,60
0	30,58	2,00

t=13  
i=2,00%

27/5/2002

**para o dia 28**

t=	12
S=	31,1
i=	2,00%
X=	30



2,40

**tnlpf32**

**TESTE 9b**  
valores de fechamento

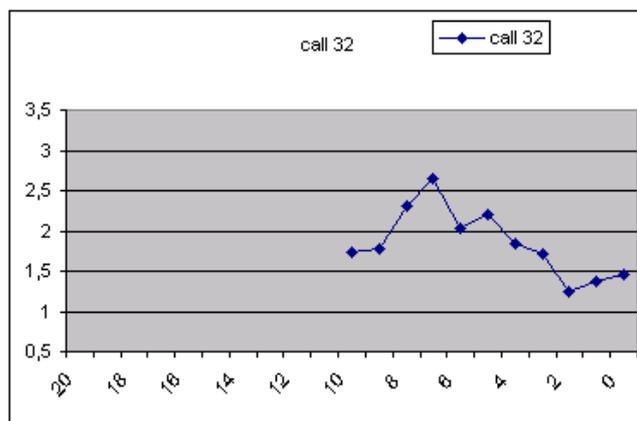
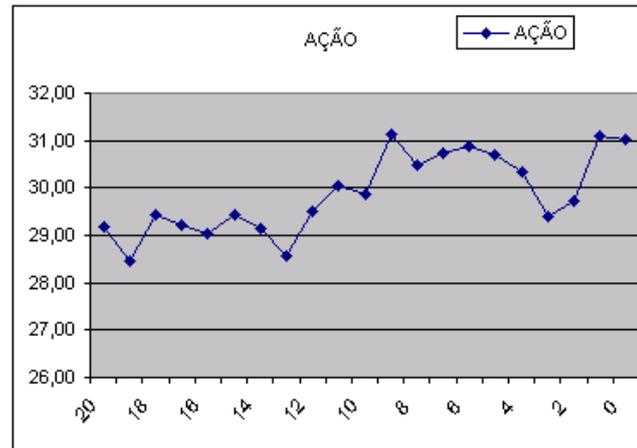
	<b>AÇÃO</b>	<b>call 32</b>
20	29,18	
19	28,47	
18	29,42	
17	29,23	
16	29,03	
15	29,42	
14	29,13	
13	28,58	
12	29,51	
11	30,05	
10	29,87	1,74
9	31,12	1,77
8	30,49	2,30
7	30,74	2,65
6	30,88	2,04
5	30,70	2,20
4	30,32	1,85
3	29,41	1,71
2	29,71	1,24
1	31,10	1,37
0	31,01	1,45

t=36dias  
i=2,00%

24/4/2002

**para o dia 25**

t=	35
S=	30,60
i=	2,00%
X=	32



1,56

# ANEXO 6

## TESTES DA LEGITIMIDADE

**tnlpf30**

**TESTE 10a**  
valores de fechamento

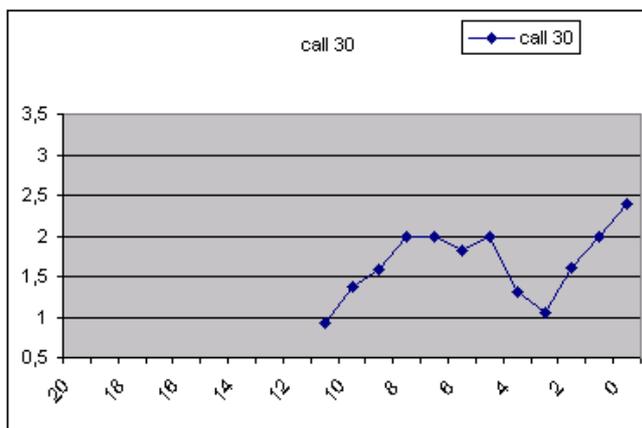
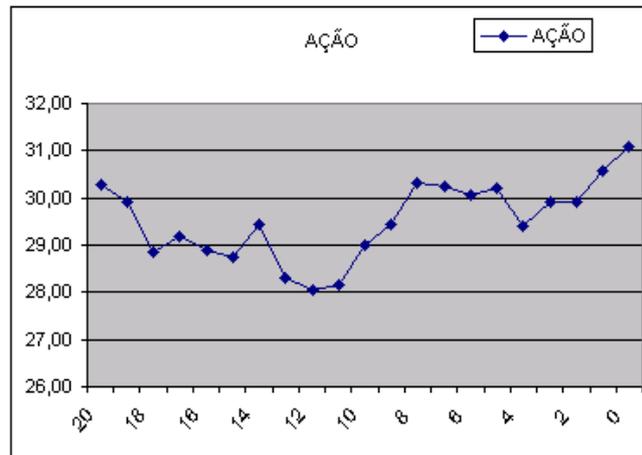
	AÇÃO	call 30	
20	30,29		
19	29,90		
18	28,85		
17	29,19		
16	28,89		
15	28,75		
14	29,45		
13	28,31		
12	28,05		
11	28,15	0,93	
10	29,00	1,37	
9	29,45	1,59	
8	30,30	2,00	
7	30,26	1,98	
6	30,06	1,81	
5	30,19	1,98	
4	29,40	1,31	
3	29,90	1,06	
2	29,91	1,60	
1	30,58	2,00	
28/5/2002	0	31,10	2,40

t=12  
i=2,00%

28/5/2002

**para o dia 29**

t=	11
S=	31,86
i=	1,97%
X=	30



3,02

**tnlpf32**

**TESTE 10b**  
valores de fechamento

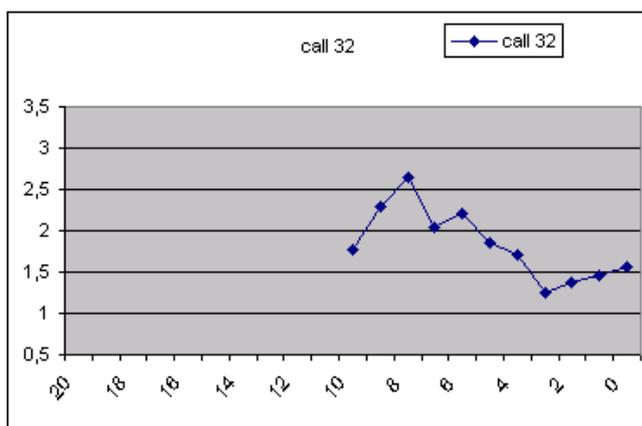
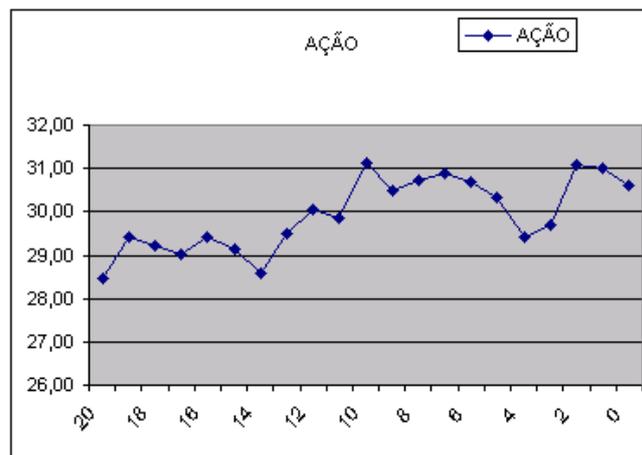
	AÇÃO	call 32	
20	28,47		
19	29,42		
18	29,23		
17	29,03		
16	29,42		
15	29,13		
14	28,58		
13	29,51		
12	30,05		
11	29,87		
10	31,12	1,77	
9	30,49	2,30	
8	30,74	2,65	
7	30,88	2,04	
6	30,70	2,20	
5	30,32	1,85	
4	29,41	1,71	
3	29,71	1,24	
2	31,10	1,37	
1	31,01	1,45	
25/4/2002	0	30,60	1,56

t=35dias  
i=2,00%

25/4/2002

**para o dia 26**

t=	34
S=	30,29
i=	2,00%
X=	32



1,80

# ANEXO 6

## TESTES DA LEGITIMIDADE

**tnlpf30**

**TESTE 11a**  
valores de fechamento

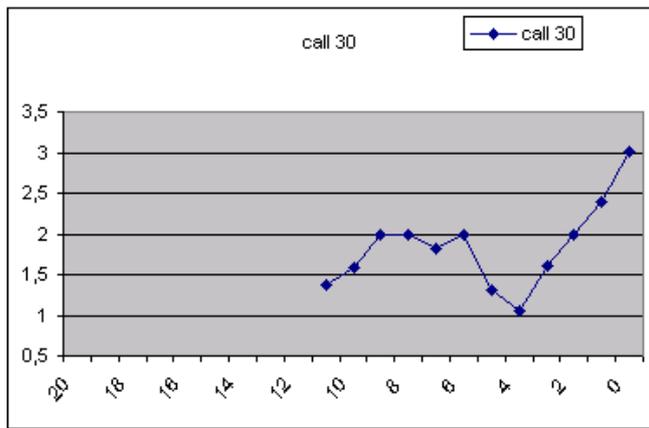
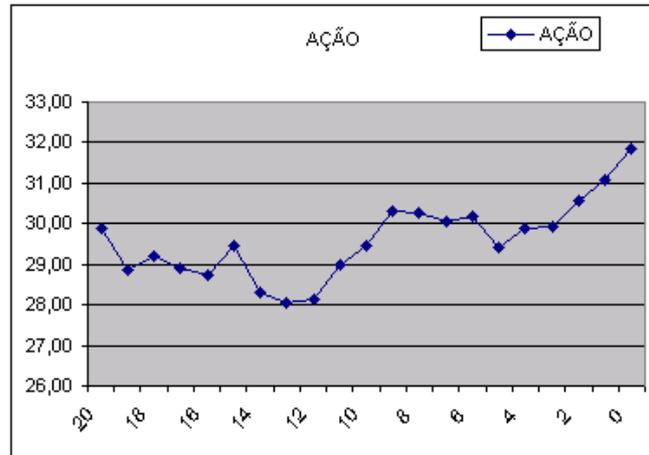
	<b>AÇÃO</b>	<b>call 30</b>
20	29,90	
19	28,85	
18	29,19	
17	28,89	
16	28,75	
15	29,45	
14	28,31	
13	28,05	
12	28,15	
11	29,00	1,37
10	29,45	1,59
9	30,30	2,00
8	30,26	1,98
7	30,06	1,81
6	30,19	1,98
5	29,40	1,31
4	29,90	1,06
3	29,91	1,60
2	30,58	2,00
1	31,10	2,40
29/5/2002	0	31,86 3,02

t=11  
i=2,00%

29/5/2002

**para o dia 31**

t= 10  
S= 31,87  
i= 1,94%  
X= 30



3,03

**tnlpf32**

**TESTE 11b**  
valores de fechamento

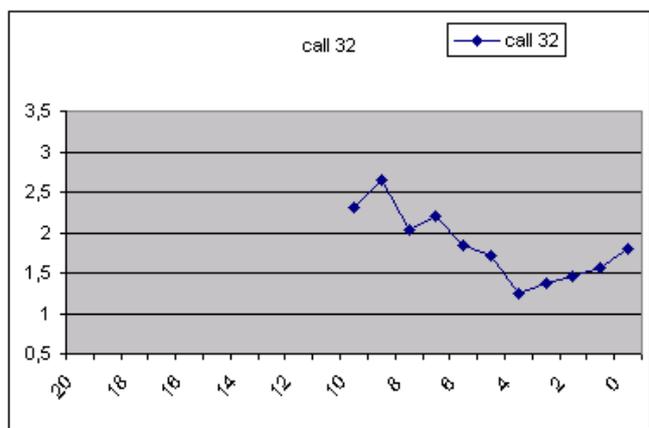
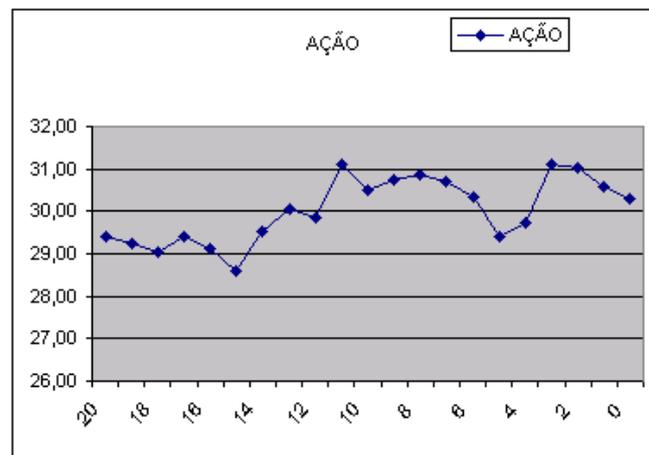
	<b>AÇÃO</b>	<b>call 32</b>
20	29,42	
19	29,23	
18	29,03	
17	29,42	
16	29,13	
15	28,58	
14	29,51	
13	30,05	
12	29,87	
11	31,12	
10	30,49	2,30
9	30,74	2,65
8	30,88	2,04
7	30,70	2,20
6	30,32	1,85
5	29,41	1,71
4	29,71	1,24
3	31,10	1,37
2	31,01	1,45
1	30,60	1,56
26/4/2002	0	30,29 1,80 31

t=34dias  
i=2,00%

26/4/2002

**para o dia 29**

t= 32  
S= 29,90  
i= 2,00%  
X= 32



1,45

# ANEXO 6

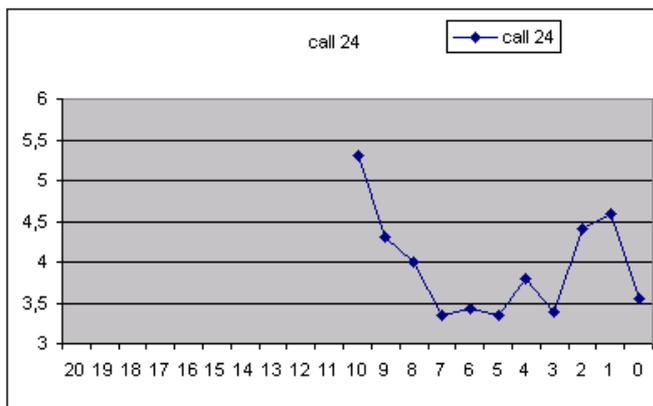
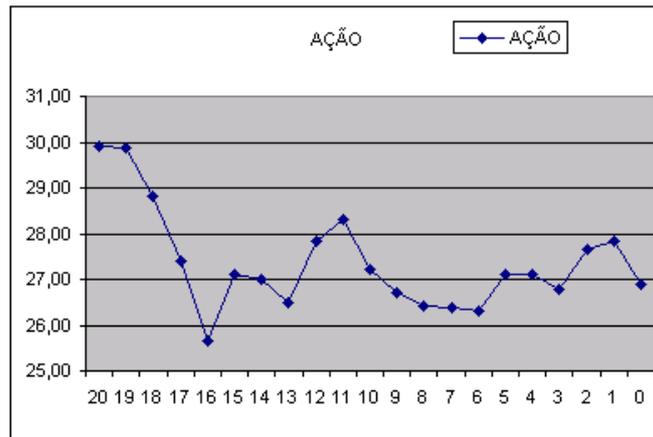
## TESTES DA LEGITIMIDADE

**tnlph24**      **TESTE 12a**  
valores de fechamento

	<b>AÇÃO</b>	<b>call 24</b>
20	29,91	
19	29,86	
18	28,83	
17	27,40	
16	25,65	
15	27,10	
14	27,00	
13	26,50	
12	27,85	
11	28,30	
10	27,20	5,3
9	26,72	4,3
8	26,41	4
7	26,40	3,35
6	26,30	3,42
5	27,11	3,35
4	27,11	3,8
3	26,80	3,38
2	27,64	4,4
1	27,85	4,6
15/7/2002	0	26,90    3,55

t=25dias  
i=2,20%

**para o dia 16**  
t= 24  
S= 26,4  
i= 2,20%  
X= 24,00



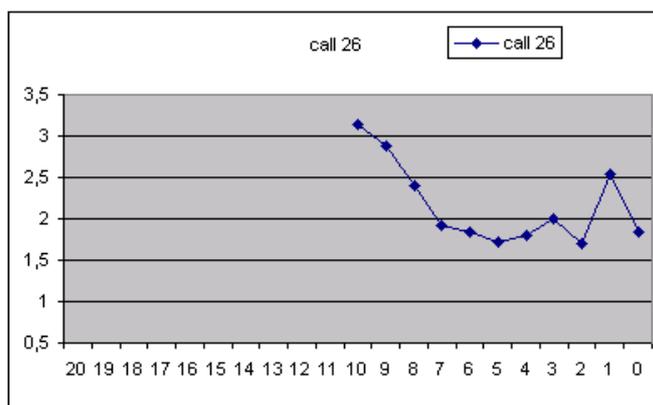
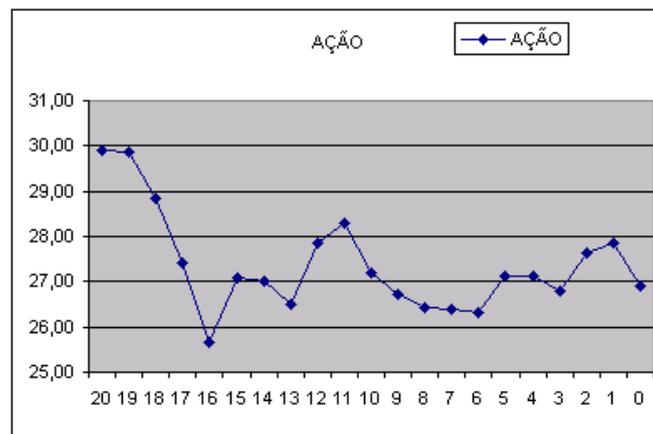
3,06

**tnlph26**      **TESTE 12b**  
valores de fechamento

	<b>AÇÃO</b>	<b>call 26</b>
20	29,91	
19	29,86	
18	28,83	
17	27,40	
16	25,65	
15	27,10	
14	27,00	
13	26,50	
12	27,85	
11	28,30	
10	27,20	3,15
9	26,72	2,89
8	26,41	2,4
7	26,40	1,92
6	26,30	1,85
5	27,11	1,72
4	27,11	1,8
3	26,80	2
2	27,64	1,7
1	27,85	2,55
15/7/2002	0	26,90    1,85

t=25dias  
i=2,20%

**para o dia 16**  
t= 24  
S= 26,4  
i= 2,20%  
X= 26



1,75

# ANEXO 6

## TESTES DA LEGITIMIDADE

**TESTE 12c**

valores de fechamento

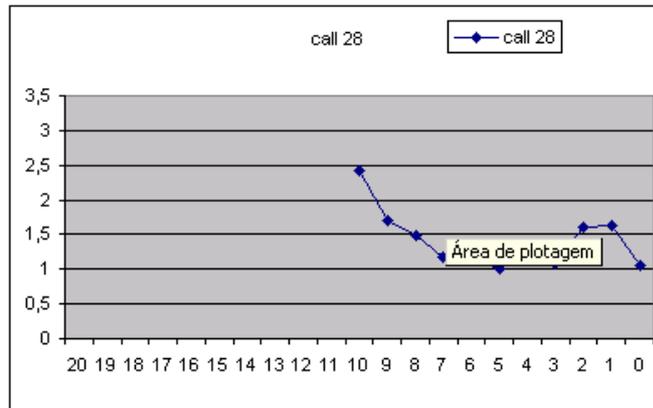
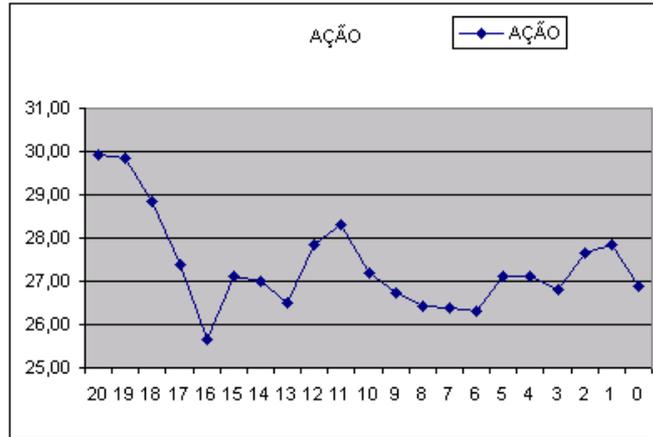
tnlph28	AÇÃO	call 28
20	29,91	
19	29,86	
18	28,83	
17	27,40	
16	25,65	
15	27,10	
14	27,00	
13	26,50	
12	27,85	
11	28,30	
10	27,20	2,42
9	26,72	1,7
8	26,41	1,48
7	26,40	1,17
6	26,30	1,14
5	27,11	1
4	27,11	1,25
3	26,80	1,07
2	27,64	1,6
1	27,85	1,62
0	26,90	1,05

t=25dias  
i=2,20%

15/7/2002

**para o dia 16**

t= 24  
S= 26,4  
i= 2,20%  
X= 28



0,87

**TESTE 13a**

valores de fechamento

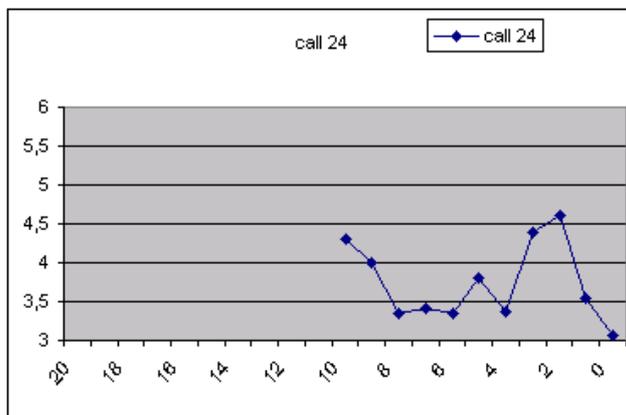
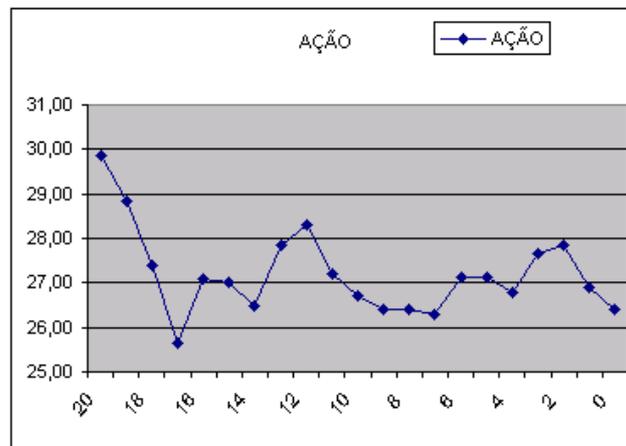
tnlph24	AÇÃO	call 24
20	29,86	
19	28,83	
18	27,40	
17	25,65	
16	27,10	
15	27,00	
14	26,50	
13	27,85	
12	28,30	
11	27,20	
10	26,72	4,3
9	26,41	4
8	26,40	3,35
7	26,30	3,42
6	27,11	3,35
5	27,11	3,8
4	26,80	3,38
3	27,64	4,4
2	27,85	4,6
1	26,90	3,55
0	26,40	3,06

t=24dias  
i=2,20%

16/7/2002

**para o dia 17**

t= 23  
S= 26,88  
i= 2,20%  
X= 24



3,50

# ANEXO 6

## TESTES DA LEGITIMIDADE

**tnlph26**      **TESTE 13b**

valores de fechamento

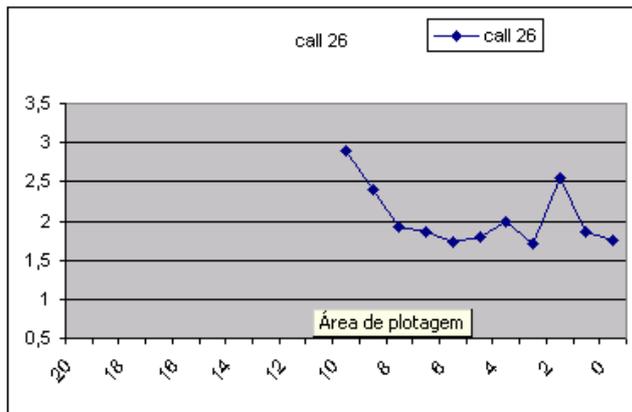
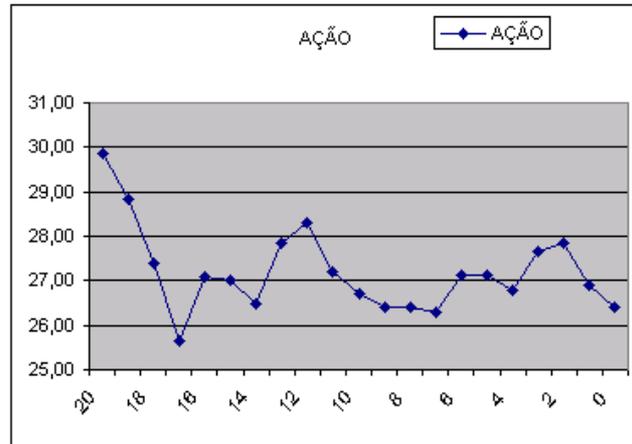
	<b>AÇÃO</b>	<b>call 26</b>	
20	29,86		
19	28,83		
18	27,40		
17	25,65		
16	27,10		
15	27,00		
14	26,50		
13	27,85		
12	28,30		
11	27,20		
10	26,72	2,89	
9	26,41	2,4	
8	26,40	1,92	
7	26,30	1,85	
6	27,11	1,72	
5	27,11	1,8	
4	26,80	2	
3	27,64	1,7	
2	27,85	2,55	
1	26,90	1,85	
16/7/2002	0	26,40	1,75

t=24dias  
i=2,20%

16/7/2002

**para o dia 17**

t=	23
S=	26,88
i=	2,20%
X=	26



1,78

**tnlph28**      **TESTE 13c**

valores de fechamento

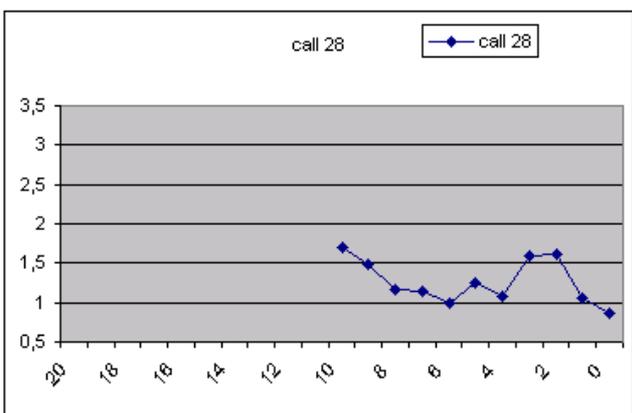
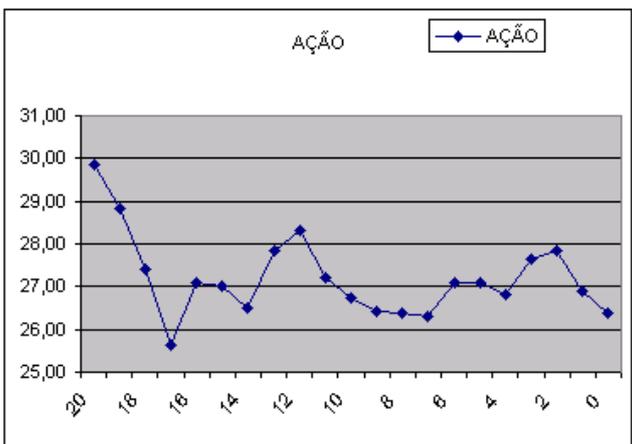
	<b>AÇÃO</b>	<b>call 28</b>	
20	29,86		
19	28,83		
18	27,40		
17	25,65		
16	27,10		
15	27,00		
14	26,50		
13	27,85		
12	28,30		
11	27,20		
10	26,72	1,7	
9	26,41	1,48	
8	26,40	1,17	
7	26,30	1,14	
6	27,11	1	
5	27,11	1,25	
4	26,80	1,07	
3	27,64	1,6	
2	27,85	1,62	
1	26,90	1,05	
16/7/2002	0	26,40	0,87

t=24dias  
i=2,20%

16/7/2002

**para o dia 17**

t=	23
S=	26,88
i=	2,20%
X=	28



0,96

# ANEXO 6

## TESTES DA LEGITIMIDADE

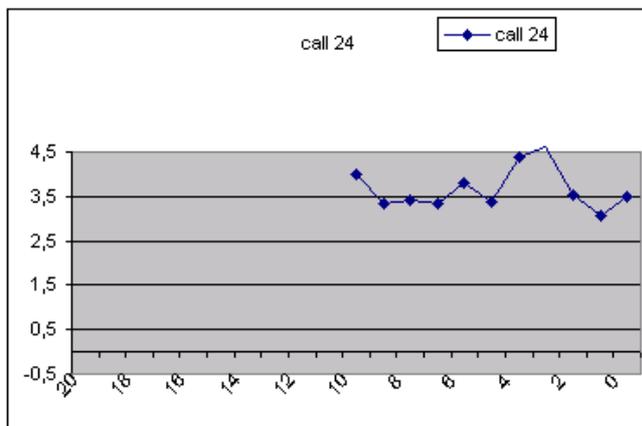
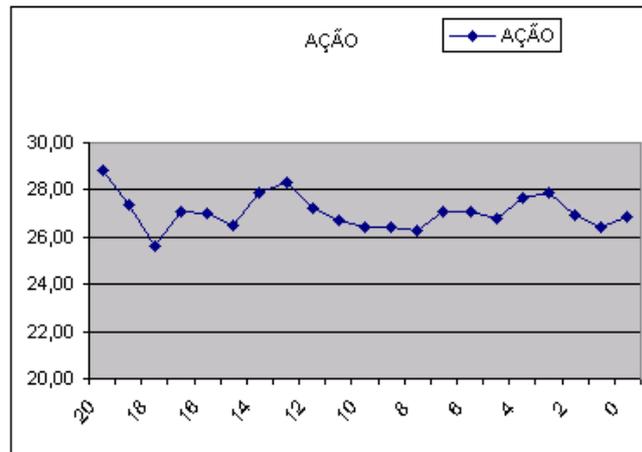
**tnlph24**      **TESTE 14a**  
valores de fechamento

	AÇÃO	call 24
20	28,83	
19	27,40	
18	25,65	
17	27,10	
16	27,00	
15	26,50	
14	27,85	
13	28,30	
12	27,20	
11	26,72	
10	26,41	4
9	26,40	3,35
8	26,30	3,42
7	27,11	3,35
6	27,11	3,8
5	26,80	3,38
4	27,64	4,4
3	27,85	4,6
2	26,90	3,55
1	26,40	3,06
17/7/2002	0	26,88    3,5

t=23dias  
i=2,20%

17/7/2002

**para o dia 18**  
t= 22  
S= 27,09  
i= 2,20%  
X= 24



3,58

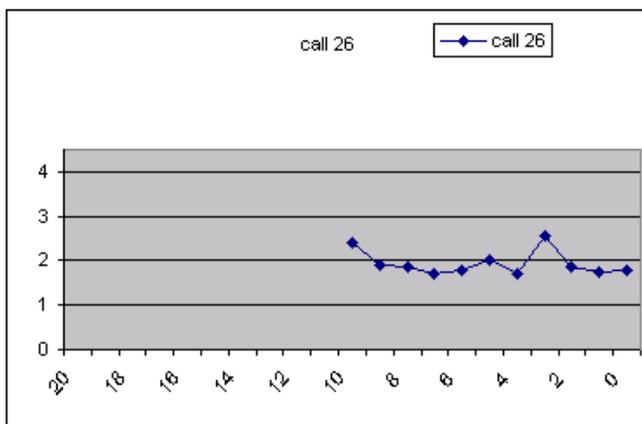
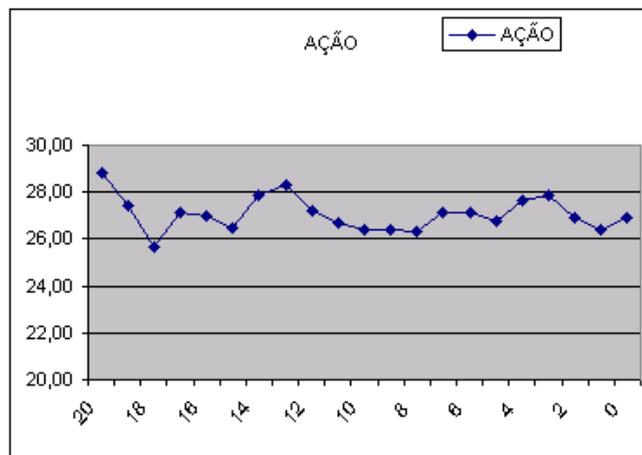
**tnlph26**      **TESTE 14b**  
valores de fechamento

	AÇÃO	call 26
20	28,83	
19	27,40	
18	25,65	
17	27,10	
16	27,00	
15	26,50	
14	27,85	
13	28,30	
12	27,20	
11	26,72	
10	26,41	2,4
9	26,40	1,92
8	26,30	1,85
7	27,11	1,72
6	27,11	1,8
5	26,80	2
4	27,64	1,7
3	27,85	2,55
2	26,90	1,85
1	26,40	1,75
17/7/2002	0	26,88    1,78

t=23dias  
i=2,20%

17/7/2002

**para o dia 18**  
t= 22  
S= 27,09  
i= 2,20%  
X= 26



1,85

# ANEXO 6

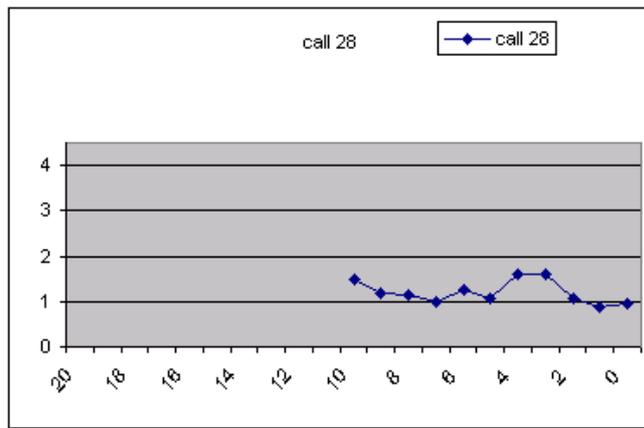
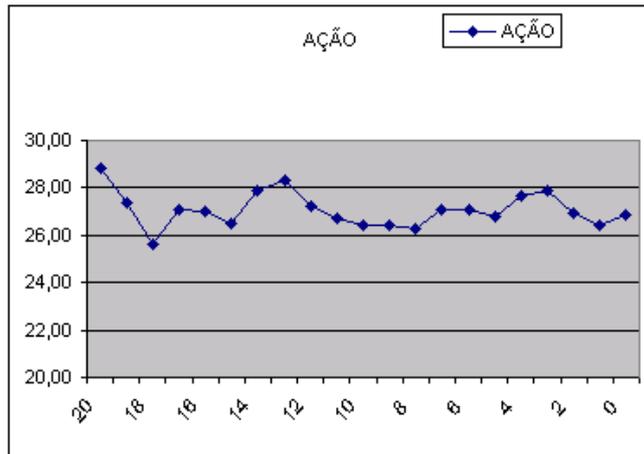
## TESTES DA LEGITIMIDADE

**TESTE 14c**  
valores de fechamento

tnlph28	AÇÃO	call 28	
20	28,83		
19	27,40		
18	25,65		
17	27,10		
16	27,00		
15	26,50		
14	27,85		
13	28,30		
12	27,20		
11	26,72		
10	26,41	1,48	
9	26,40	1,17	
8	26,30	1,14	
7	27,11	1	
6	27,11	1,25	
5	26,80	1,07	
4	27,64	1,6	
3	27,85	1,62	
2	26,90	1,05	
1	26,40	0,87	
17/7/2002	0	26,88	0,96

t=23dias  
i=2,20%

para o dia 18  
t= 22  
S= 27,09  
i= 2,20%  
X= 28



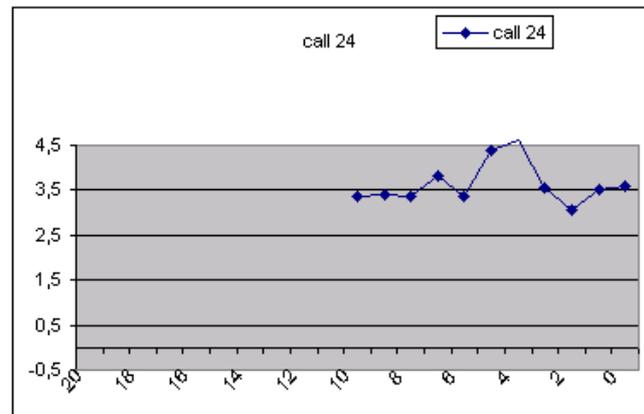
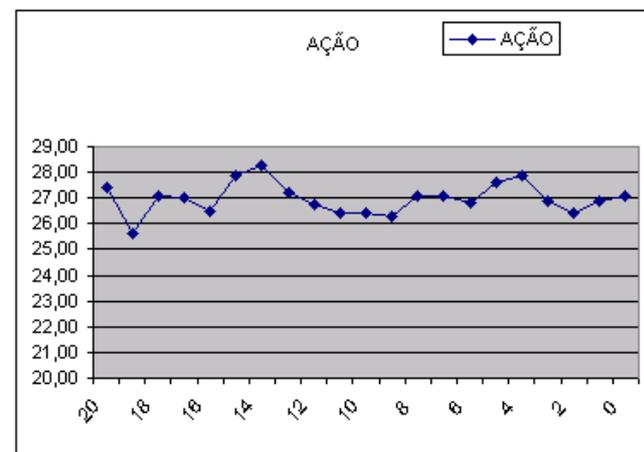
1,02

**TESTE 15a**  
valores de fechamento

tnlph24	AÇÃO	call 24	
20	27,40		
19	25,65		
18	27,10		
17	27,00		
16	26,50		
15	27,85		
14	28,30		
13	27,20		
12	26,72		
11	26,41		
10	26,40	3,35	
9	26,30	3,42	
8	27,11	3,35	
7	27,11	3,8	
6	26,80	3,38	
5	27,64	4,4	
4	27,85	4,6	
3	26,90	3,55	
2	26,40	3,06	
1	26,88	3,5	
18/7/2002	0	27,09	3,58

t=22dias  
i=2,20%

para o dia 19  
t= 21  
S= 26,5  
i= 2,20%  
X= 24



3,15

# ANEXO 6

## TESTES DA LEGITIMIDADE

**tnlph26**

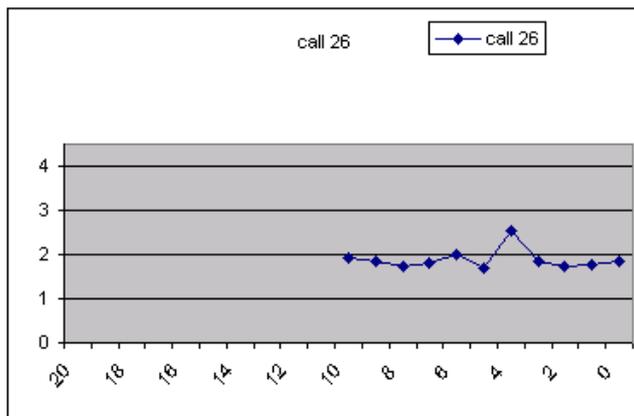
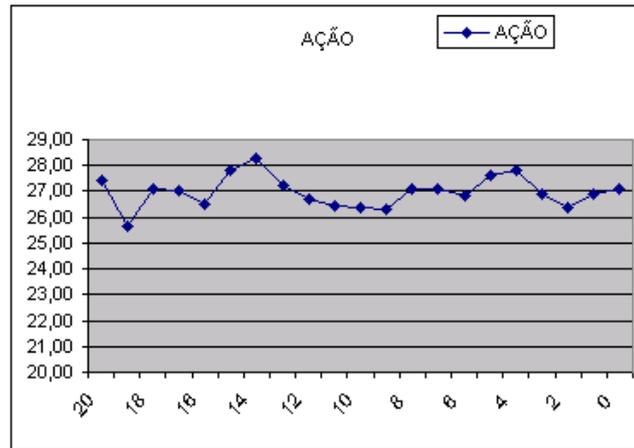
**TESTE 15b**  
valores de fechamento

	AÇÃO	call 26
20	27,40	
19	25,65	
18	27,10	
17	27,00	
16	26,50	
15	27,85	
14	28,30	
13	27,20	
12	26,72	
11	26,41	
10	26,40	1,92
9	26,30	1,85
8	27,11	1,72
7	27,11	1,8
6	26,80	2
5	27,64	1,7
4	27,85	2,55
3	26,90	1,85
2	26,40	1,75
1	26,88	1,78
18/72002	0	27,09

t=22dias  
i=2,20%

18/72002

**para o dia 19**  
t= 21  
S= 26,5  
i= 2,20%  
X= 26



1,70

**tnlph28**

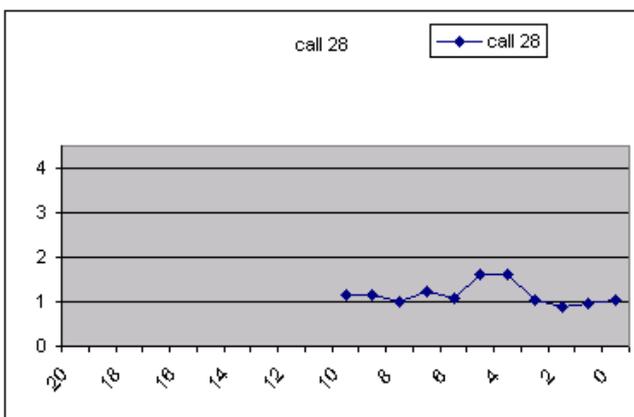
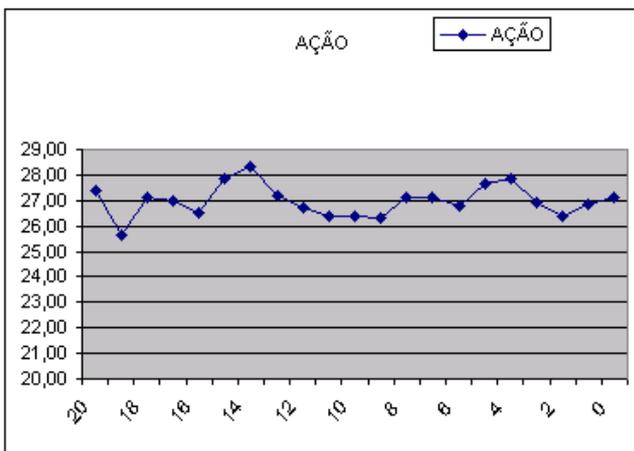
**TESTE 15c**  
valores de fechamento

	AÇÃO	call 28
20	27,40	
19	25,65	
18	27,10	
17	27,00	
16	26,50	
15	27,85	
14	28,30	
13	27,20	
12	26,72	
11	26,41	
10	26,40	1,17
9	26,30	1,14
8	27,11	1
7	27,11	1,25
6	26,80	1,07
5	27,64	1,6
4	27,85	1,62
3	26,90	1,05
2	26,40	0,87
1	26,88	0,96
18/72002	0	27,09

t=22dias  
i=2,20%

18/72002

**para o dia 19**  
t= 21  
S= 26,5  
i= 2,20%  
X= 28



0,78

## **ANEXO 7**

### **RESPOSTAS AOS TESTES DE LEGITIMIDADE**

## TESTE COM OPERADORES – ANEXO 7

TESTE: OPERADOR 1										AÇÃO			COMPARAÇÃO			
TESTE	data	S	X	t	i	Volatilidade ponderada	call do dia	call OPTE	call real do dia seg	pe/o programa	operador usando o programa	operador sem programa	OPTE	OPERAD OR COM OPTE	OPERAD OR SEM OPTE	
1	1a	10/7/2001	31,90	30,00	30	2,01%	0,361	3,40	3,09	4,00	V	V	V	X	X	X
2	1b	10/7/2001	31,90	34,00	30	2,01%	0,361	2,11	1,86	2,69	V	C	V	X	OK	X
3	1c	10/7/2001	31,90	36,00	30	2,01%	0,361	0,65	0,50	1,06	V	V	V	X	X	X
4	1d	10/7/2001	31,90	40	30	2,01%	0,361	0,15	0,09	0,29	V	V	V	X	X	X
5	2a	11/7/2001	32,57	30,00	29	2,02%	0,384	4,00	3,66	4,51	V	C	C	X	OK	OK
6	2b	11/7/2001	32,57	34,00	29	2,02%	0,384	2,69	2,33	3,20	V	V	C	X	X	OK
7	2c	11/7/2001	32,57	36,00	29	2,02%	0,384	1,06	0,73	1,15	V	V	V	X	X	X
8	2d	11/7/2001	32,57	40	29	2,02%	0,384	0,29	0,16	0,30	V	V	V	X	X	X
9	3a	12/7/2001	33,52	30,00	28	2,02%	0,431	4,51	4,53	5,34	C	C	C	OK	OK	OK
10	3b	12/7/2001	33,52	34,00	28	2,02%	0,431	3,20	3,21	3,80	C	C	C	OK	OK	OK
11	3c	12/7/2001	33,52	36,00	28	2,02%	0,431	1,15	1,20	1,38	C	C	V	OK	OK	X
12	3d	12/7/2001	33,52	40	28	2,02%	0,431	0,30	0,36	0,31	C	C	V	OK	OK	X
						AÇÃO				COMPARAÇÃO COM VALOR			ACERTOS			
						C= COMPRA				OK = CERTA			4			
						V=VENDA				X = ERRADA			33,3%			
													6			
													50,0%			
													33,3%			

TESTE: OPERADOR 2										AÇÃO			COMPARAÇÃO			
TESTE	data	S	X	t	i	Volatilidade ponderada	call do dia	call OPTE	call real do dia seg	pe/o programa	operador usando o programa	operador sem programa	OPTE	OPERAD OR COM OPTE	OPERAD OR SEM OPTE	
1	1a	10/7/2001	31,90	30,00	30	2,01%	0,361	3,40	3,09	4,00	V	C	C	X	OK	OK
2	1b	10/7/2001	31,90	34,00	30	2,01%	0,361	2,11	1,86	2,69	V	C	C	X	OK	OK
3	1c	10/7/2001	31,90	36,00	30	2,01%	0,361	0,65	0,50	1,06	V	V	V	X	X	X
4	1d	10/7/2001	31,90	40	30	2,01%	0,361	0,15	0,09	0,29	V	V	V	X	X	X
5	2a	11/7/2001	32,57	30,00	29	2,02%	0,384	4,00	3,66	4,51	V	C	C	X	OK	OK
6	2b	11/7/2001	32,57	34,00	29	2,02%	0,384	2,69	2,33	3,20	V	C	C	X	OK	OK
7	2c	11/7/2001	32,57	36,00	29	2,02%	0,384	1,06	0,73	1,15	V	V	V	X	X	X
8	2d	11/7/2001	32,57	40	29	2,02%	0,384	0,29	0,16	0,30	V	V	V	X	X	X
9	3a	12/7/2001	33,52	30,00	28	2,02%	0,431	4,51	4,53	5,34	C	C	C	OK	OK	OK
10	3b	12/7/2001	33,52	34,00	28	2,02%	0,431	3,20	3,21	3,80	C	C	V	OK	OK	X
11	3c	12/7/2001	33,52	36,00	28	2,02%	0,431	1,15	1,20	1,38	C	C	V	OK	OK	X
12	3d	12/7/2001	33,52	40	28	2,02%	0,431	0,30	0,36	0,31	C	C	C	OK	OK	OK
						AÇÃO				COMPARAÇÃO COM VALOR			ACERTOS			
						C= COMPRA				OK = CERTA			4			
						V=VENDA				X = ERRADA			8			
													66,7%			
													50,0%			

## TESTE COM OPERADORES – ANEXO 7

TEST: OPERADOR										AÇÃO			COMPARAÇÃO				
TESTE	data	S	X	t	i	Volatilidade ponderada	call do dia	call OPTE	call real do dia seg	pelo programa	operador usando o programa	operador sem programa	COMPARAÇÃO				
													OPTE	OPERAD OR COM OPTE	OPERAD OR SEM OPTE		
1	12a	15/7/2002	26,90	24,00	25	2,20%	0,462	3,55	3,70	3,06	C	V	V	X	OK	OK	
2	12b	15/7/2002	26,90	24,00	25	2,20%	0,462	1,85	2,31	1,75	C	V	C	X	OK	X	
3	12c	15/7/2002	26,90	28,00	25	2,20%	0,462	1,05	1,31	0,87	C	C	V	X	X	OK	
4	13a	16/7/2002	26,40	24,00	24	2,20%	0,440	3,06	3,21	3,50	C	C	V	OK	OK	X	
5	13b	16/7/2002	26,40	26,00	24	2,20%	0,440	1,75	1,88	1,78	C	C	V	OK	OK	X	
6	13c	16/7/2002	26,40	28,00	24	2,20%	0,440	0,87	0,98	0,96	C	C	V	OK	OK	X	
7	14a	17/7/2002	26,88	24,00	23	2,20%	0,426	3,50	3,55	3,58	C	V	C	OK	X	OK	
8	14b	17/7/2002	26,88	26,00	23	2,20%	0,426	1,78	2,11	1,85	C	C	V	OK	OK	X	
9	14c	17/7/2002	26,88	28,00	23	2,20%	0,426	0,96	1,10	1,02	C	C	C	OK	OK	OK	
10	15a	18/7/2002	27,09	24,00	22	2,20%	0,386	3,58	3,64	3,15	C	V	C	X	OK	X	
11	15b	18/7/2002	27,09	26,00	22	2,20%	0,386	1,85	2,10	1,70	C	C	C	X	X	X	
12	15c	18/7/2002	27,09	28,00	22	2,20%	0,386	1,02	1,03	0,78	C	C	V	X	X	OK	
AÇÃO						COMPARAÇÃO COM VALOR						ACERTOS					
C= COMPRA						OK = CERTA						6      8      5					
V=VENDA						X = ERRADA						50,0%    66,7%    41,7%					

TEST: OPERADOR										AÇÃO			COMPARAÇÃO				
TESTE	data	S	X	t	i	Volatilidade ponderada	call do dia	call OPTE	call real do dia seg	pelo programa	operador usando o programa	operador sem programa	COMPARAÇÃO				
													OPTE	OPERAD OR COM OPTE	OPERAD OR SEM OPTE		
1	12a	15/7/2002	26,90	24,00	25	2,20%	0,462	3,55	3,70	3,06	C	V	V	X	OK	OK	
2	12b	15/7/2002	26,90	24,00	25	2,20%	0,462	1,85	2,31	1,75	C	V	V	X	OK	OK	
3	12c	15/7/2002	26,90	28,00	25	2,20%	0,462	1,05	1,31	0,87	C	C	V	X	X	OK	
4	13a	16/7/2002	26,40	24,00	24	2,20%	0,440	3,06	3,21	3,50	C	C	V	OK	OK	X	
5	13b	16/7/2002	26,40	26,00	24	2,20%	0,440	1,75	1,88	1,78	C	C	V	OK	OK	X	
6	13c	16/7/2002	26,40	28,00	24	2,20%	0,440	0,87	0,98	0,96	C	C	V	OK	OK	X	
7	14a	17/7/2002	26,88	24,00	23	2,20%	0,426	3,50	3,55	3,58	C	V	V	OK	X	X	
8	14b	17/7/2002	26,88	26,00	23	2,20%	0,426	1,78	2,11	1,85	C	C	V	OK	OK	X	
9	14c	17/7/2002	26,88	28,00	23	2,20%	0,426	0,96	1,10	1,02	C	C	V	OK	OK	X	
11	15a	18/7/2002	27,09	24,00	22	2,20%	0,386	3,58	3,64	3,15	C	V	C	X	OK	X	
12	15b	18/7/2002	27,09	26,00	22	2,20%	0,386	1,85	2,10	1,70	C	C	C	X	X	X	
13	15c	18/7/2002	27,09	28,00	22	2,20%	0,386	1,02	1,03	0,78	C	V	V	X	OK	OK	
AÇÃO						COMPARAÇÃO COM VALOR						ACERTOS					
C= COMPRA						OK = CERTA						6      9      4					
V=VENDA						X = ERRADA						50,0%    75,0%    33,3%					



## TESTE COM OPERADORES – ANEXO 7

TESTE: OPERADOR não aplicado 4											AÇÃO			COMPARAÇÃO		
TESTE	data	S	X	t	i	Volatilidade ponderada	call do dia	call OPTE	call real do dia seg	peço pelo programa	operador usando o programa	operador sem programa	OPTE	OPERAD OR COM OPTE	OPERAD OR SEM OPTE	
1	4a	9/11/2001	32,80	30,00	25	2,08%	0,799	3,97	5,06	3,87	C		OK			
2	4b	9/11/2001	32,80	32,00	25	2,08%	0,799	2,55	3,95	2,55	C		OK			
3	4c	9/11/2001	32,80	34,00	25	2,08%	0,799	1,55	3,03	1,55	C		OK			
4	4d	9/11/2001	32,80	36,00	25	2,08%	0,799	0,86	2,29	0,87	C		OK			
5	5e	9/11/2001	32,80	38,00	25	2,08%	0,799	0,50	1,70	0,45	C		X			
6	5a	12/11/2001	32,57	30,00	24	2,08%	0,727	3,87	4,58	4,30	C		OK			
7	5b	12/11/2001	32,57	32,00	24	2,08%	0,727	2,55	3,45	2,95	C		OK			
8	5c	12/11/2001	32,57	34,00	24	2,08%	0,727	1,55	2,55	1,80	C		OK			
9	5d	12/11/2001	32,57	36,00	24	2,08%	0,727	0,87	1,84	1,04	C		OK			
10	5e	12/11/2001	32,57	38,00	24	2,08%	0,727	0,45	1,30	0,55	C		OK			
11	6a	13/11/2001	33,10	30,00	23	2,08%	0,679	4,30	4,74	4,30	C		X			
12	6b	13/11/2001	33,10	32,00	23	2,08%	0,679	2,95	3,53	2,95	C		X			
13	6c	13/11/2001	33,10	34,00	23	2,08%	0,679	1,80	2,55	1,80	C		X			
14	6d	13/11/2001	33,10	36,00	23	2,08%	0,679	1,04	1,80	1,04	C		X			
15	6e	13/11/2001	33,10	38,00	23	2,08%	0,679	0,55	1,23	0,55	C		X			
16	7a	14/11/2001	33,65	30,00	22	2,08%	0,626	4,30	4,94	4,40	C		OK			
17	7b	14/11/2001	33,65	32,00	22	2,08%	0,626	2,95	3,63	2,98	C		OK			
18	7c	14/11/2001	33,65	34,00	22	2,08%	0,626	1,80	2,57	1,80	C		OK			
19	7d	14/11/2001	33,65	36,00	22	2,08%	0,626	1,04	1,75	1,00	C		OK			
20	7e	14/11/2001	33,65	38,00	22	2,08%	0,626	0,55	0,45	0,51	C		OK			
		AÇÃO				COMPARAÇÃO COM VALOR							ACERTOS			
		C= COMPRA				OK = CERTA							14			
		V=VENDA				X = ERRADA							70,0%			

## **ANEXO 8**

### **OPTE – INTERPRETAÇÃO DOS MEDIDORES DE SENSIBILIDADE DA FÓRMULA DE BLACK & SCHOLES**

## ANEXO 8

### OPTE - Interpretação medidores de sensibilidade da fórmula de BLACK & SCHOLES

O programa OPTE, que está sendo analisado no presente trabalho, já foi descrito no capítulo 4. Neste Anexo pretenderá mostrar, de forma simples, como usar e interpretar os dados.

Após a introdução dos dados (valores de fechamento do ativo-objeto) na tela de cálculo da volatilidade, passa-se-à tela de avaliação. A tela de avaliação divide-se em duas partes:

- a) na parte superior, em um retângulo de tons escuros, estão os campos de inserção de dados (valor atual do ativo-objeto, taxa de juros, taxa de dividendos, volatilidade, dias que faltam até a data de exercício e o preço de exercício);
- b) na parte inferior, estão os campos de respostas; no lado esquerdo os dados referentes às opções de compra – *call*, e no lado direito os dados referentes às opções de venda – *put*. O programa responde com o valor teórico da opção, bem como dos medidores de sensibilidade, também chamados de “as gregas”, por serem representados por letras do alfabeto grego.

Os fatores de sensibilidade são formados pelas derivadas de primeira e segunda ordem da equação geral de BLACK & SCHOLES. Para que o

processo possa melhor ser interpretado, usaremos os dados apresentados na figura a seguir, indicando caso a caso como cada fator de sensibilidade pode auxiliar no processo de decisão.

Serão analisados os dados em função das opções de compra, visto que no Mercado Brasileiro de Ações, apenas estas possuem volume de negócio que permita liquidez dos títulos.

Dados e resultados da tela de avaliação:

		Dados	Dividendos
input	Ativo-objeto (S)	30,00	(q) 0,00 % over ao mês
input	Taxa de Juro (Rf)	1,20	% over ao mês
input	Prazo p/ Vencimento (T)	38	dias úteis
input	Volatilidade (s)	0,31	anual
input	Preço de Exercício (K)	32,00	

Resultados - CALL		Resultados - PUT européia	
C	Prêmio	0,85	2,36
$\Delta$	Delta	0,3640	-0,6360
$\Gamma$	Gamma	0,1036	0,1036
$\Theta$	Tetha	-0,0219	-0,0093
$\Lambda$	Vega	0,0439	0,0439
$\rho$	Rho	0,0013	-0,0027

Introdução / Ajuda      Tela inicial      Cálculo da volatilidade

FIGURA 1 DO ANEXO 8 –Tela de Avaliação 1 – Dados Iniciais

Os medidores de sensibilidade são a seguir descritos:

## Delta ( $\Delta$ ):

É a derivada primeira da Fórmula BLACK & SCHOLES, com relação ao valor do ativo objeto; pode ser definido como a taxa de variação de seu preço com relação ao ativo objeto e é dada pela fórmula:  $\Delta = N(d_1)$

Se delta = 0,5, significa que para se garantir uma ação do ativo objeto necessita-se adquirir 2 opções deste ativo, ou ainda uma variação de 1 ponto no ativo objeto proporcionará uma variação de 0,5 pontos no preço da opção.

No exemplo temos que delta é igual a 0,3640 (dados iniciais) significa dizer que para garantir uma ação do ativo objeto temos que adquirir 2,747 opções do ativo  $\left(\frac{1}{0,3640} = 2,747\right)$ .

De outra forma, pode-se dizer que uma variação unitária no valor do ativo objeto resultará em uma variação de 0,3640, ou seja, se o ativo aumentar em R\$0,20, ou seja, passar de R\$30,00 para R\$30,20, o valor da opção de compra (*call*) aumentará aproximadamente R\$0,07 (0,20x0,3640), ou seja passará a R\$0,92, como pode ser demonstrado na figura abaixo:

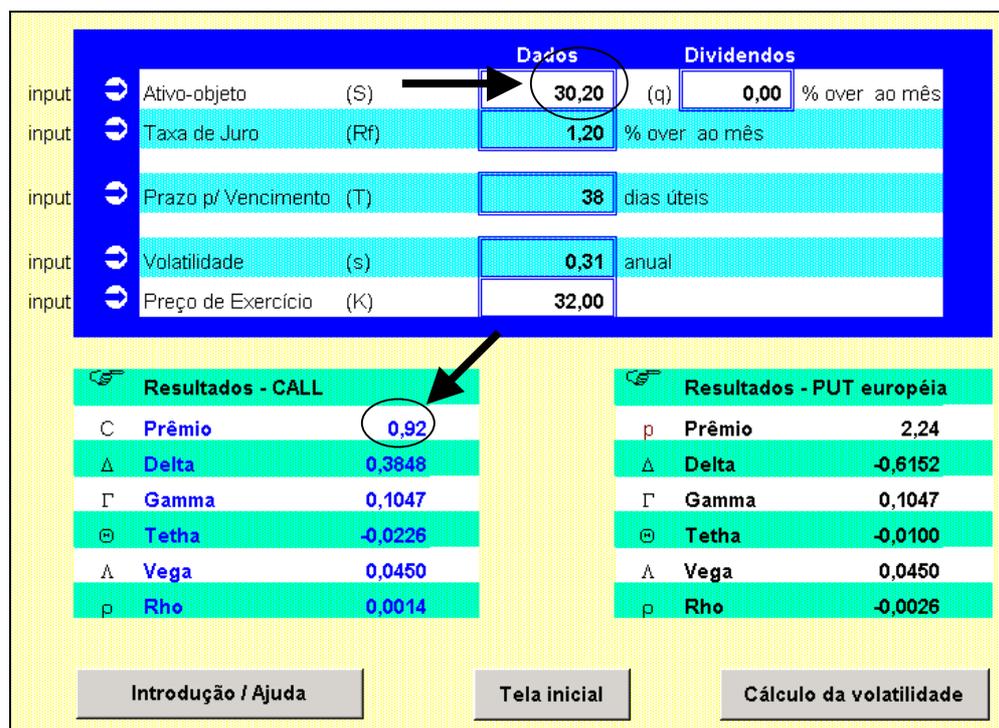


FIGURA 2 DO ANEXO 8 – Tela de Avaliação 2 – Variação do prêmio– Analisado pelo Delta

### Gama( $\Gamma$ ):

É a derivada segunda da Fórmula BLACK & SCHOLES, com relação ao valor do ativo objeto (derivada de delta)

É a taxa de variação do Delta em relação a pequenas variações do valor ativo objeto. Seguindo o exemplo, se, para as condições iniciais, com o ativo-objeto valendo R\$30,00, temos que gama vale 0,1036, ou seja, se houver uma pequena variação no valor do ativo objeto, passando a valer R\$0,20 a mais, ou seja, R\$30,20, teremos um aumento de 0,0207 ( $0,20 \times 0,1036$ ) no valor do seu delta, passando este a 0,3847 (o programa respondeu com o valor de 0,3848 – quadro anterior- que pode ser considerado de mesma grandeza).



FIGURA 3 DO ANEXO 8 – Tela de Avaliação 3 – Variação do prêmio – Analisado pelo Gama

## Teta( $\Theta$ ):

É a derivada da Fórmula de BLACK & SCHOLES em relação a tempo (prazo do exercício), identifica a perda de valor da opção ao longo do tempo:

Um teta = -0,15 significa que a cada dia que passa se os demais valores permanecerem constantes, a opção perderá 0,15.

No exemplo acima temos que, para tempo até o vencimento de 38 dias, com teta de -0,0219, o valor da opção de compra perderá este valor a cada dia sem alterar as demais condições. Passados três dias (a 35 dias do vencimento) a opção deveria estar valendo R\$0,78 ( $0,85 - 0,0219 \times 3$ ). Introduzindo os dados no programa, tem-se a tela abaixo que mostra exatamente o resultado:

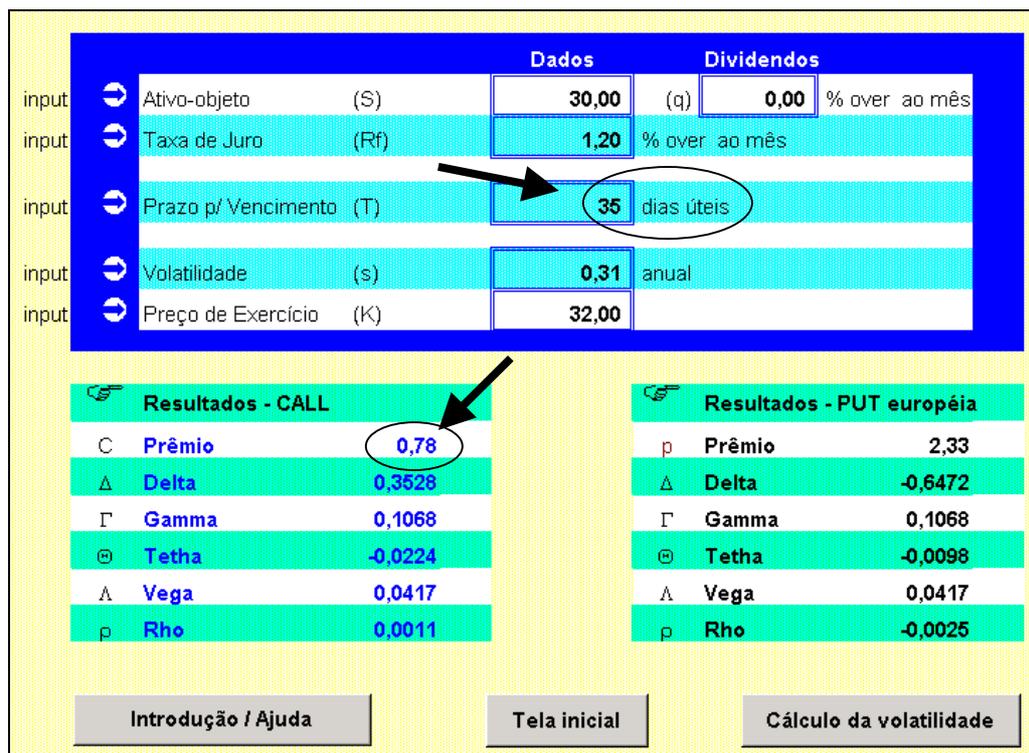


FIGURA 4 DO ANEXO 8 – Tela de Avaliação 4 – Variação do prêmio – Analisado pelo Teta

## Vega( $\Lambda$ ):

É a derivada da Equação de BLACK & SCHOLES em relação à volatilidade. Mostra a variação do valor da opção de acordo com pequenas variações da volatilidade do ativo objeto. Se o vega for alto em termos absolutos, o valor da opção ficará muito sensível à volatilidade.

No caso do exemplo, temos para uma volatilidade de 0,31 (31%) um vega de 0,0439 para a opção de compra. Este valor indica que, para cada ponto percentual de variação da volatilidade, o valor da opção de compra assim variará:

Se a volatilidade variar em 0,02 (1%) para menos, tem-se um novo valor da opção estimado em R\$0,76 ( $0,85 - 0,0434 \times 2$ ), que é a mesma resposta dada pelo programa quando alterada a volatilidade, como pode-se ver na figura abaixo:

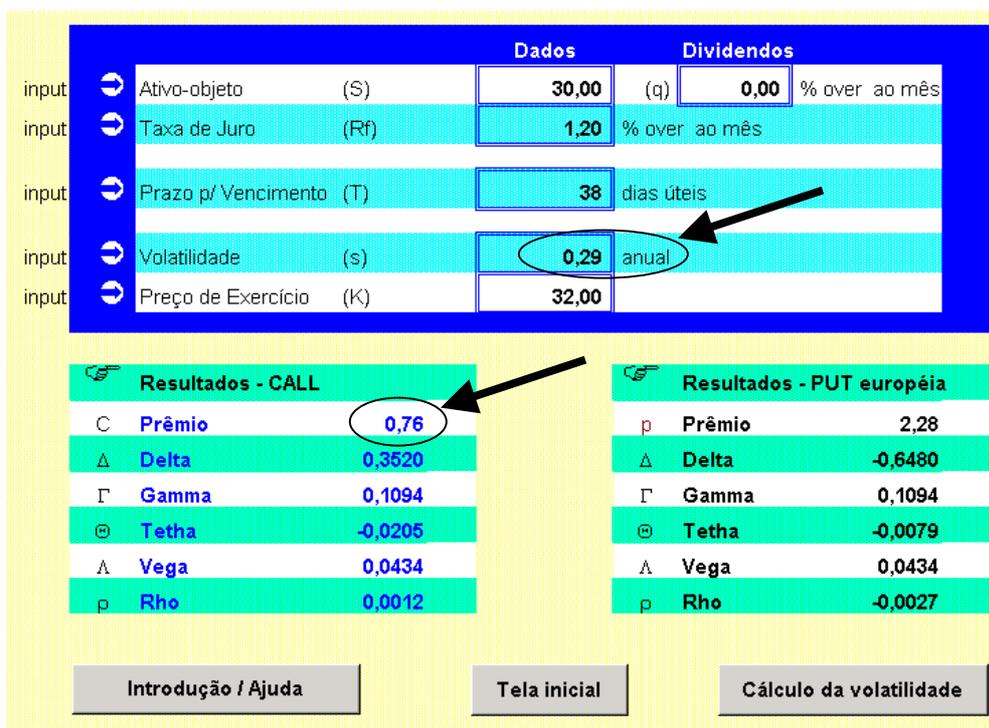


FIGURA 5 DO ANEXO 8 – Tela de Avaliação 5 – Variação do prêmio – Analisado pelo Vega.

## Rho ( $\rho$ ):

É a derivada da Equação de BLACK & SCHOLES em relação a taxa de juros. Mostra a variação do valor da opção de acordo com pequenas variações da taxa de juros.

O programa responde da seguinte forma: se indicar um rho de 0,0010, significa dizer que esta é a variação no valor da opção para cada ponto percentual, ou seja, se a taxa de juros variar de 1,20% para 1,30% teremos uma variação de 10 pontos percentuais.

No exemplo, temos um rho de 0,0013 (na Tela de Avaliação 1 – Dados Iniciais), fazendo a taxa de juros variar de 1,20% para 2,20%, ou seja, uma variação positiva de 100 pontos percentuais (1 ponto percentual = 0,01%) tem-se como estimativa que o valor da opção de compra passará de R\$0,85 para R\$0,98 ( $0,85 + 0,0013 \times 100$ ), aplicando-se a nova taxa ao programa a resposta será idêntica:

The screenshot displays a software interface for option valuation. It is divided into several sections:

- Dados (Inputs):** A table with columns for parameter names and values.

	Dados	Dividendos
input Ativo-objeto (S)	30,00	(q) 0,00 % over ao mês
input Taxa de Juro (Rf)	2,20	% over ao mês
input Prazo p/ Vencimento (T)	38	dias úteis
input Volatilidade (s)	0,31	anual
input Preço de Exercício (K)	32,00	
- Resultados - CALL:** A table showing the Greeks for a call option.

	Resultados - CALL
C	Prêmio 0,98
$\Delta$	Delta 0,4040
$\Gamma$	Gamma 0,1068
$\Theta$	Tetha -0,0266
$\Lambda$	Vega 0,0453
$\rho$	Rho 0,0014
- Resultados - PUT européia:** A table showing the Greeks for a European put option.

	Resultados - PUT européia
p	Prêmio 2,10
$\Delta$	Delta -0,5960
$\Gamma$	Gamma 0,1068
$\Theta$	Tetha -0,0038
$\Lambda$	Vega 0,0453
$\rho$	Rho -0,0025
- Buttons:** At the bottom, there are three buttons: "Introdução / Ajuda", "Tela inicial", and "Cálculo da volatilidade".

FIGURA 6 DO ANEXO 8 – Tela de Avaliação 6 – Variação do Prêmio – Analisado pelo Rho.

## **ANEXO 9**

### **SISTEMA PROTÓTIPO**

## ANEXO 9

### SISTEMA PROTÓTIPO

O *Sistema Protótipo*, assim chamado, foi um sistema elaborado inicialmente, na fase de validação do OPTE, para testar as fórmulas preconizadas pelo método de BLACK & SCHOLES, com devidas adaptações sugeridas por Lemgruber (1995) e Becker e Lembruber (1987), pois que o sistema OPTE, distribuído por Lemgruber (1998), foi desenvolvido em planilha eletrônica *Excel* da *Microsoft*<sup>®</sup> e encontra-se protegido por senha, não permitindo a verificação das fórmulas desenvolvidas.

Para o desenvolvimento do *Sistema Protótipo*, inicialmente, por facilidade de uso dos validadores, escolheu-se a planilha eletrônica *Lotus 123*. Verificadas as fórmulas, passou-se a desenvolver o sistema na mesma plataforma do OPTE, ou seja na planilha *Excel*.

Num segundo momento, o *Sistema Protótipo* também serviu para o teste de algumas sugestões colhidas durante o processo de validação do OPTE, como:

- a colocação lado a lado (na mesma tela) de diversas séries de opções, de um mesmo ativo;
- sem sair do programa, pode-se ter a análise de mais de um ativo e de suas opções;

O *Sistema Protótipo*, em um primeiro momento, testou as fórmulas, preconizadas pelo OPTE, produzindo os mesmos resultados, fato que pode ser comprovado durante a fase de Verificação. Ele foi desenvolvido em duas telas básicas:

- Tela 1 – Avaliação das Opções;
- Tela 2 – Cálculo da Volatilidade.

Em um segundo momento, procurou-se fazer com que na mesma tela se pudesse analisar um conjunto de opções de um mesmo ativo. Apresentando a Tela 1 as seguintes características:

- no canto superior esquerdo apresenta o número para o ativo e, logo ao lado, um local em destaque para o nome deste ativo que está sendo analisado;
- logo abaixo, aparecem as características gerais do ativo-objeto e do mercado, como: valor do ativo-objeto, taxa de juros over mensal (taxa de juros que o mercado paga para ativos sem risco), dividendos (expresso em taxa over mensal), volatilidade (cujo cálculo é feito na Tela 2) e o valor de alfa, que pode aí ser alterado (permitindo alterar imediatamente o fator de proximidade dos valores no cálculo da volatilidade);
- abaixo então aparecem os valores de análise das opções, podendo-se na mesma tela analisar até quatro opções diferentes, relativas ao mesmo ativo objeto. Identificam-se primeiramente as opções, prazo para o vencimento (em dias úteis) e valor de exercício;
- por fim apresentam-se os resultados para as opções de compra (*call*) e para as opções de venda européia (*put*), com seus respectivos medidores de sensibilidade (delta, gama, teta, vega e rho – cujo uso é descrito no anexo 8)

1		ATIVO: <b>TNLP4</b>			
Ativo-objeto (S)	32,57				
Taxa de Juro (Rf)	2,02	% over a.m.			
Dividendos (q)	0,00	% over a.m.			
Volatilidade ( $\sigma$ )	0,38	para	$\alpha = 10\%$		
<b>OPÇÃO</b>	<b>TNLPH30</b>	<b>TNLPH32</b>	<b>TNLPH36</b>	<b>TNLPH40</b>	
Prazo p/ Venc (T)	29 dias úteis	(T) 29 dias úteis	(T) 29 dias úteis	(T) 29 dias úteis	
Preço Exerc. (K)	30,00	(K) 32,00	(K) 36,00	(K) 40,00	
<b>Resultados CALL</b>		<b>CALL</b>		<b>CALL</b>	
<b>Prêmio</b>	<b>C 3,65</b>	<b>C 2,33</b>	<b>C 0,72</b>	<b>C 0,16</b>	
Delta	$\Delta$ 0,8008	$\Delta$ 0,6369	$\Delta$ 0,2904	$\Delta$ 0,0870	
Gamma	$\Gamma$ 0,0657	$\Gamma$ 0,0883	$\Gamma$ 0,0806	$\Gamma$ 0,0372	
Tetha	$\Theta$ -0,0356	$\Theta$ -0,0399	$\Theta$ -0,0310	$\Theta$ -0,0134	
Vega	$\Lambda$ 0,0310	$\Lambda$ 0,0416	$\Lambda$ 0,0380	$\Lambda$ 0,0176	
Rho	$\rho$ 0,0022	$\rho$ 0,0018	$\rho$ 0,0008	$\rho$ 0,0003	
<b>Resultados - PUT européia</b>		<b>PUT</b>		<b>PUT</b>	
<b>Prêmio</b>	<b>p 0,50</b>	<b>p 1,14</b>	<b>p 3,46</b>	<b>p 6,82</b>	
Delta	$\Delta$ -0,1992	$\Delta$ -0,3631	$\Delta$ -0,7096	$\Delta$ -0,9130	
Gamma	$\Gamma$ 0,0657	$\Gamma$ 0,0883	$\Gamma$ 0,0806	$\Gamma$ 0,0372	
Tetha	$\Theta$ -0,0158	$\Theta$ -0,0188	$\Theta$ -0,0072	$\Theta$ 0,0130	
Vega	$\Lambda$ 0,0310	$\Lambda$ 0,0416	$\Lambda$ 0,0380	$\Lambda$ 0,0176	
Rho	$\rho$ -0,0007	$\rho$ -0,0013	$\rho$ -0,0026	$\rho$ -0,0035	

FIGURA 1 DO ANEXO 9 - Tela 1 – Sistema Protótipo – Tela de Avaliação  
 Fonte: Desenvolvido pelo Autor

1		ATIVO: <b>TNLP4</b>	
<b>CALCULO DA VOLATILIDADE</b>			
		$(\alpha)$ alfa = 10%	
<b>Volatilidade:</b>		histórica <b>0,313</b>	
		ponderada <b>0,383</b>	
<b>DIA</b>	<b>PREÇO</b>	<b>RETORNO</b>	<b>PESO</b>
-20	38,25		
-19	38,09	-0,42%	1,35%
-18	37,80	-0,76%	1,50%
-17	35,99	-4,91%	1,67%
-16	35,20	-2,22%	1,85%
-15	35,80	1,69%	2,06%
-14	36,30	1,39%	2,29%
-13	37,20	2,45%	2,54%
-12	36,66	-1,46%	2,82%
-11	36,10	-1,54%	3,14%
-10	35,55	-1,54%	3,49%
-9	34,50	-3,00%	3,87%
-8	34,70	0,58%	4,30%
-7	35,25	1,57%	4,78%
-6	35,05	-0,57%	5,31%
-5	34,40	-1,87%	5,90%
-4	33,69	-2,09%	6,56%
-3	33,60	-0,27%	7,29%
-2	33,09	-1,53%	8,10%
-1	31,90	-3,66%	9,00%
0	32,57	2,08%	10,00%

FIGURA 2 DO ANEXO 9 -TELA 2 –Sistema Protótipo–Tela de Cálculo da Volatilidade  
 Fonte: Desenvolvido pelo Autor

A Tela 2 avalia a volatilidade, conforme preconizado pelo OPTE, analisando-se os últimos 21 valores de fechamento do ativo objeto, pode ser acessada com um simples toque na tecla *PgDn* (*Page Down*- Página para baixo) da Planilha. Lançam-se no local próprio os valores do ativo objeto e o sistema calcula automaticamente a volatilidade. Como o cálculo da volatilidade é o mesmo para as diversas opções do mesmo ativo, a Tela 2 apresenta espaços vazios. Para se retornar novamente a Tela 1 apenas tem-se que digitar a tecla *PgUp* (*Page Up* – página para cima).

Sempre que se desejar, pode-se mudar da Tela 1 para a Tela 2, e vice-versa, apenas digitando as teclas *PgDn* (*Page Down* - página para baixo) ou *PgUp* (*Page Up* - página para cima), conforme o caso.

O *Sistema Protótipo* ainda permite que na mesma planilha se calculem opções relativas a outros ativos-objetos, porém, na mesma tela, apenas aparece o cálculo de quatro opções ao mesmo tempo. As colunas da planilha que contém as células de cálculo podem facilmente ser duplicadas e assim pode-se ter lado a lado um sem número de ativos e suas respectivas opções, bastando, para acessá-los, que se mova a planilha para o lado, com as setas de cursor características.

Uma das restrições do *Sistema Protótipo* é que se deve manter o espaço de pelo menos duas opções para cada ativo-objeto (mesmo que se deseje usar apenas uma), pois estas colunas em certos momentos, são usadas em cálculos auxiliares.

Pode-se, por exemplo, ter na mesma tela o cálculo de opções de ativos diferentes:

- ativo-objeto 1 com o cálculo de duas opções;
- ativo-objeto 2 com o cálculo de duas opções,

como pode ser visto nas figuras das telas 1b e 2b a seguir mostradas:

1 ATIVO: <b>TNLP4</b>				1 ATIVO: <b>EBTP4</b>			
Ativo-objeto (S)	32,57			Ativo-objeto (S)	1,72		
Taxa de Juro (Rf)	2,02	% over a.m.		Taxa de Juro (Rf)	2,02	% over a.m.	
Dividendos (q)	0,00	% over a.m.		Dividendos (q)	0,00	% over a.m.	
Volatilidade ( $\sigma$ )	0,38	para $\alpha =$	10%	Volatilidade ( $\sigma$ )	0,35	para $\alpha =$	10%
OPÇÃO		TNLPH30	TNLPH32	OPÇÃO		EBTPH20	EBTPH23
Prazo p/ Venc (T)	29	dias úteis	(T) 29 dias úteis	Prazo p/ Venc (T)	65	dias úteis	(T) 65 dias úteis
Preço Exerc. (K)	30,00		(K) 32,00	Preço Exerc. (K)	2,00		(K) 1,50
Resultados CALL			CALL	Resultados CALL			CALL
Prêmio	C	3,65	C 2,33	Prêmio	C	0,05	C 0,31
Delta	$\Delta$	0,8008	$\Delta$ 0,6369	Delta	$\Delta$	0,3017	$\Delta$ 0,8672
Gamma	$\Gamma$	0,0657	$\Gamma$ 0,0883	Gamma	$\Gamma$	1,1501	$\Gamma$ 0,7085
Tetha	$\Theta$	-0,0356	$\Theta$ -0,0399	Tetha	$\Theta$	-0,0011	$\Theta$ -0,0013
Vega	$\Lambda$	0,0310	$\Lambda$ 0,0416	Vega	$\Lambda$	0,0031	$\Lambda$ 0,0019
Rho	$\rho$	0,0022	$\rho$ 0,0018	Rho	$\rho$	0,0001	$\rho$ 0,0003
Resultados - PUT europeia			PUT	Resultados - PUT europeia			PUT
Prêmio	p	0,50	p 1,14	Prêmio	p	0,25	p 0,02
Delta	$\Delta$	-0,1992	$\Delta$ -0,3631	Delta	$\Delta$	-0,6983	$\Delta$ -0,1328
Gamma	$\Gamma$	0,0657	$\Gamma$ 0,0883	Gamma	$\Gamma$	1,1501	$\Gamma$ 0,7085
Tetha	$\Theta$	-0,0158	$\Theta$ -0,0188	Tetha	$\Theta$	0,0002	$\Theta$ -0,0003
Vega	$\Lambda$	0,0310	$\Lambda$ 0,0416	Vega	$\Lambda$	0,0031	$\Lambda$ 0,0019
Rho	$\rho$	-0,0007	$\rho$ -0,0013	Rho	$\rho$	-0,0003	$\rho$ -0,0001

FIGURA 3 DO ANEXO 9 - Tela 1b – Sistema Protótipo – Tela de Avaliação para 2 ativos com 2 opções cada.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

1 ATIVO: <b>TNLP4</b>				1 ATIVO: <b>EBTP4</b>			
CALCULO DA VOLATILIDADE				CALCULO DA VOLATILIDADE			
$(\alpha)$ alfa = 10%				$(\alpha)$ alfa = 10%			
Volatilidade:				Volatilidade:			
histórica 0,313				histórica 0,286			
ponderada 0,383				ponderada 0,346			
DIA	PREÇO	RETORNO	PESO	DIA	PREÇO	RETORNO	PESO
-20	38,25			-20	1,58		
-19	38,09	-0,42%	1,35%	-19	1,60	1,26%	1,35%
-18	37,80	-0,76%	1,50%	-18	1,62	1,24%	1,50%
-17	35,99	-4,91%	1,67%	-17	1,62	0,00%	1,67%
-16	35,20	-2,22%	1,85%	-16	1,60	-1,24%	1,85%
-15	35,80	1,69%	2,06%	-15	1,67	4,28%	2,06%
-14	36,30	1,39%	2,29%	-14	1,64	-1,81%	2,29%
-13	37,20	2,45%	2,54%	-13	1,66	1,21%	2,54%
-12	36,66	-1,46%	2,82%	-12	1,65	-0,60%	2,82%
-11	36,10	-1,54%	3,14%	-11	1,64	-0,61%	3,14%
-10	35,55	-1,54%	3,49%	-10	1,69	3,00%	3,49%
-9	34,50	-3,00%	3,87%	-9	1,70	0,59%	3,87%
-8	34,70	0,58%	4,30%	-8	1,70	0,06%	4,30%
-7	35,25	1,57%	4,78%	-7	1,72	1,11%	4,78%
-6	35,05	-0,57%	5,31%	-6	1,73	0,58%	5,31%
-5	34,40	-1,87%	5,90%	-5	1,78	2,85%	5,90%
-4	33,69	-2,09%	6,56%	-4	1,80	1,12%	6,56%
-3	33,60	-0,27%	7,29%	-3	1,75	-2,82%	7,29%
-2	33,09	-1,53%	8,10%	-2	1,76	0,57%	8,10%
-1	31,90	-3,66%	9,00%	-1	1,71	-2,88%	9,00%
0	32,57	2,08%	10,00%	0	1,72	0,58%	10,00%

FIGURA 4 DO ANEXO 9 -TELA 2b –Sistema Protótipo–Tela de Cálculo da Volatilidade para 2 ativos

Fonte: Desenvolvido pelo Autor