

A FEA e a USP respeitam os direitos autorais deste trabalho. Nós acreditamos que a melhor proteção contra o uso ilegítimo deste texto é a publicação online. Além de preservar o conteúdo motiva-nos oferecer à sociedade o conhecimento produzido no âmbito da universidade pública e dar publicidade ao esforço do pesquisador. Entretanto, caso não seja do interesse do autor manter o documento online, pedimos compreensão em relação à iniciativa e o contato pelo e-mail bibfea@usp.br para que possamos tomar as providências cabíveis (remoção da tese ou dissertação da BDTD).

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE CONTABILIDADE E ATUÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS CONTÁBEIS

POTENCIALIDADE DA UTILIZAÇÃO DAS OPÇÕES REAIS
NO ORÇAMENTO DE CAPITAL PARA MENSURAÇÃO DE ATIVOS

Alberto Toyohiko Tomiya

Orientador: Prof. Dr. Nilton Cano Martin

SÃO PAULO
2004

Prof. Dr. Adolpho José Melfi
Reitor da Universidade de São Paulo

Profa. Dra. Maria Tereza Leme Fleury
Diretora da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Prof. Dr. Reinaldo Guerreiro
Chefe do Departamento de Contabilidade e Atuária

Prof. Dr. Fábio Frezatti
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis

T658.151
T657p

ALBERTO TOYOHICO TOMIYA

DEDALUS - Acervo - FEA



20600027399

**POTENCIALIDADE DA UTILIZAÇÃO DAS OPÇÕES REAIS
NO ORÇAMENTO DE CAPITAL PARA MENSURAÇÃO DE ATIVOS**

Dissertação apresentada ao Departamento de Contabilidade e Atuária da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Contábeis.

Orientador: Prof. Dr. Nilton Cano Martin

USP - FEA - SBD
DATA DA DEFESA <u>16 / 02 / 05</u>

SÃO PAULO

2004

15048

87091

Dissertação defendida e aprovada no Departamento de Contabilidade e Atuária da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo – Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, pela seguinte banca examinadora:

Dissertação defendida e aprovada, em 16.02.2005, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, pela seguinte comissão julgadora:

Prof. Dr. Nilton Cano Martin
Prof. Dr. João Luiz Corrar
Prof. Dr. Eduardo Kazuo Kayo

Tomiya, Alberto Toyohiko

Potencialidade da Utilização das Opções Reais no Orçamento de Capital para Mensuração de Ativos / Alberto Toyohiko Tomiya . – São Paulo, 2004. 219 f.

**Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2004
Bibliografia.**

1. Opções Reais 2. Mensuração de Ativos 3. Flexibilidade Gerencial 4. Contabilidade Gerencial. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP II. Título.

Esta obra é dedicada ao meu pai, Yoshihiko Tomiya
(*In memoriam*), que neste ano de 2004 nos deixou
para viver ao lado do Nosso Senhor e Salvador.

São inúmeras pessoas as quais gostaria de agradecer neste momento.

Antes de tudo agradeço a Deus, nosso Criador e Salvador, que guiou todos os passos e detalhes deste trabalho.

Agradeço à minha fiel, eterna e companheira Lilian pela paciência e compreensão nas horas difíceis e ao meu filho Jonathan que é motivo de inspiração em todos os momentos.

Em especial, agradeço ao meu pai (*In Memoriam*) e à minha mãe por despertar em nós a alegria pelo trabalho e estudo. Sem eles, nada seria possível.

Uma menção especial deve ser feita aos nossos avós, estes sim, são grandes vencedores ! Eles suportaram situações que talvez nenhum de nós nesta geração sequer tenha noção.

Um agradecimento especial ao Prof Nilton Cano Martín que desde as saudosas aulas de contabilidade gerencial aos sábados, tem nos apoiado a pesquisar, a mudar o paradigma e a inovar. Ele tem uma importância ímpar na realização deste trabalho.

Agradeço aos meus irmãos Eduardo, Cristina e Carlos pelo companheirismo e amor tanto em momentos agradáveis como difíceis.

Agradeço ao meu melhor amigo Elicio Onoe, companheiro de lutas, amizade que transcende qualquer coisa que este mundo possa prover.

**“Os prazeres profundos da vida não
satisfazem: eles nos apontam para adiante”**

Larry Crabb

RESUMO

A Mensuração de Ativos tem grande importância na Contabilidade Gerencial. Como o objetivo da Contabilidade Gerencial é oferecer informações úteis para usuários internos ajudando-os a tomar a melhor decisão, a Mensuração de Ativos contribui para quantificar a mudança neste valor. Dependendo da mudança no valor do ativo, a empresa pode tomar decisões para ajustar a performance com o objetivo de retornar ao planejamento estratégico original. Por outro lado, hoje nós vivemos em um mundo incerto. E o mundo está ficando cada vez mais incerto, dia a dia. Então, a quantificação do risco deve ser incluída na Mensuração de Ativos, que é incluída através da Mensuração da Flexibilidade Gerencial, a mais importante tarefa deste trabalho. Portanto, este trabalho foca na Mensuração de Ativos que contribui para a Contabilidade Gerencial, incluindo a Quantificação do Risco. Para fazer isto, Vários Conceitos de Mensuração de Ativos são analisados e vários métodos quantitativos são apresentados. Outro ponto importante é que a Contabilidade Gerencial não trata a Quantificação de Risco tão profundamente no seu campo de pesquisa. Mais ainda, esse trabalho tem por objetivo introduzir a Quantificação de Risco para a Comunidade de Contabilidade Gerencial. Como a Contabilidade Gerencial tem por objetivo fornecer modelos para o usuário tomar a melhor decisão em uma situação prática, um estudo de caso foi realizado para aplicar e analisar os conceitos da pesquisa bibliográfica. Finalmente, os resultados deste estudo de caso são analisados e futuros campos de pesquisa são especificados.

ABSTRACT

The Asset Measurement has great importance in Managerial Accounting. As the object of Managerial Accounting is to offer useful information to internal users helping them to take the best decision, the Asset Measurement contributes to quantify the shift in this value. Depending on the shift of the Asset Value, the company can take decision to adjust the performance aiming to come back to the Original Strategic Planning. On the other hand, today we live in a uncertain world. And the world is becoming much more uncertain, day by day. So, the Risk Quantification must be included in the Asset Measurement. And the Risk Quantification is introduced by the Managerial Flexibility Measurement, the most important task of this job. Therefore, this job focus on the Asset Measurement that contributes to the Managerial Accounting including the Risk Quantification. To do this, Several concepts about Asset Measurement are analysed and several quantitative methods are presented. Other important point is that the Managerial Accounting does not treat the Risk Quantification so deep in its research field. Moreover, this job aims to introduce the Risk Quantification to the Managerial Accounting Community. As Management Accounting aims to supply models to take the best decision in a practical situation, a case study was made to analyse the concepts of the bibliographic research. Finally the results of the case study are analysed and the future research fields are specified.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	3
LISTA DE TABELAS.....	4
LISTA DE GRÁFICOS	5
LISTA DAS DEMAIS ILUSTRAÇÕES.....	6
1 INTRODUÇÃO - A MENSURAÇÃO DOS ATIVOS E AS NECESSIDADES DE INFORMAÇÃO CONTÁBIL	7
1.1 Justificativa do tema	10
1.2 Metodologia de pesquisa	11
1.2.1 O problema da pesquisa.....	11
1.2.2 Variável dependente e variável independente	11
1.2.3 Objetivo geral e específicos da pesquisa	12
1.2.4 Plano do trabalho	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 FCD (Fluxo de Caixa Tradicional).....	21
2.2 Opções reais.....	22
2.3 Fundamentos de uma opção financeira.....	25
2.4 Precificação da flexibilidade gerencial	27
2.5 Métodos numéricos para avaliação de opções reais	35
2.5.1 PDE (Partial Differential Equation).....	36
2.5.2 Programação dinâmica.....	38
2.5.3 Simulação.....	43
2.6 Tipos de opções reais.....	45
2.6.1 Opção de adiamento.....	45
2.6.2 Opção de abandono.....	52
2.6.3 Opção de mudança de escala: contrair ou expandir.....	58
2.7 Modelo de Schwartz e Moon	64
2.8 Cálculo do valor da empresa utilizando modelo de Longstaff e Schwartz.....	72
3 METODOLOGIA DE PESQUISA	75
3.1 Projeto de pesquisa	75
3.1.1 Questão de estudo e objetivos.....	75
3.1.2 Proposições	77
3.1.3 Unidade de análise	77
3.1.4 Lógica que une os dados às preposições.....	77
3.1.5 Critérios para interpretação das constatações	77
3.2 Coleta de dados.....	78
3.2.1 Dados contábeis	79
3.2.2 Dados gerenciais	79
3.3 Análise quantitativa e processamento dos dados.....	80
3.3.1 Cálculo do V* utilizando PDE.....	80
3.3.2 Cálculo do valor da empresa utilizando o FCD tradicional.....	85
3.3.3 Cálculo do valor da flexibilidade gerencial utilizando método binomial (CRR).....	95
3.3.4 Cálculo do valor da empresa utilizando modelo de Schwartz e Moon.....	98
3.3.5 Cálculo do valor da empresa utilizando Modelo de Longstaff e Schwartz .	104
3.4 Análise de volatilidade.....	107
4 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS.....	112
4.1 Conclusões.....	112

4.2 Sugestões para futuras pesquisas	116
REFERÊNCIAS.....	117
ANEXOS	122

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição das variáveis de uma opção	27
Quadro 2 - Tipos de opções reais.....	45
Quadro 3 - Aplicações de opções de adiamento e incertezas	52
Quadro 4 - Procedimento de coleta e estimação de parâmetros para o modelo de Schwartz e Moon	71
Quadro 5 - Protocolo de coleta de dados	78
Quadro 6 - Procedimento de coleta e estimação de parâmetros para o cálculo de V* e P*	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela temporal de valores.....	16
Tabela 2 - Valor da opção de crescimento de algumas empresas nos EUA.....	25
Tabela 3 - Exemplos de rotas geradas aleatoriamente com V_i	72
Tabela 4 - Decisão ótima em $T=2$ e $T=1$	73
Tabela 5 - Cálculo do desvio padrão de $\Delta V/V$	82
Tabela 6 - Regressão temporal dos fluxos de caixa.....	84
Tabela 7 - Regressão temporal de receitas.....	87
Tabela 8 - Equações de CGS, despesas em relação à receita.....	87
Tabela 9 - Regressão do CGS em função da receita.....	88
Tabela 10 - Regressão das despesas administrativas em função da receita.....	89
Tabela 11 - Regressão das despesas comerciais em função da receita.....	90
Tabela 12 - Cálculo do desvio padrão trimestral.....	95
Tabela 13 - Cálculo do μ_0, η_0	98
Tabela 14 - Cálculo do δ	100
Tabela 15 - Regressão entre $\Delta R/R$ (%) e ΔIPC (%).....	102
Tabela 16 - Regressão entre μ_t (%) e ΔIPC (%).....	103
Tabela 17 - Cálculo do σ_t^2 , histórico.....	108
Tabela 18 - Coeficiente da regressão de ordem 1.....	109
Tabela 19 - Valor do Projeto nos 5 métodos de mensuração utilizados.....	112
Tabela 20 - Valor da Flexibilidade gerencial para os 5 métodos de mensuração utilizados.....	112

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Flexibilidade gerencial em função do valor do projeto.....	33
Gráfico 2 - Flexibilidade gerencial em função do Valor do Projeto $\sigma = 0,3$	35
Gráfico 3 - Valor V e Valor de Liquidação S em função de t	58
Gráfico 4 - VP marginal em função do investimento	63
Gráfico 5 - Regressão do Fluxo de Caixa em relação ao Tempo	83
Gráfico 6 - Regressão Temporal de Receitas.....	86
Gráfico 7 - Resíduos sem autocorrelação serial.....	91
Gráfico 8 - Resíduos com autocorrelação serial	91
Gráfico 9 - Dados com Heterocedasticidade	93
Gráfico 10 - Gráfico da volatilidade em função do valor da FG	97
Gráfico 11 - Cálculo do δ	100
Gráfico 12 - Relação da Volatilidade com o valor da FG	113

LISTA DAS DEMAIS ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 - Relacionamento da mensuração do ativo com contabilidade gerencial	10
Ilustração 2 - Análise temporal de Hendriksen.....	18
Ilustração 3 - Diferença entre FCD e opções reais	20
Ilustração 4 - Valor do projeto em função da incerteza.....	24
Ilustração 5 - Valor da opção em função do valor do ativo	26
Ilustração 6 - Tipos de métodos numéricos para valorização e opções	36
Ilustração 7- Componentes da equação de Black-Scholes.....	38
Ilustração 8 - Diagrama básico do modelo binomial	39
Ilustração 9 - Modelo Binomial aplicado a opções.....	40
Ilustração 10 - Modelo Binomial aplicado a opções de adiamento	47
Ilustração 11 - Valor da opção no instante $t=2$	48
Ilustração 12 - Valor da opção no instante $t=1$	49
Ilustração 13 - Modelo Binomial para opção de abandono	54
Ilustração 14 - Valor da opção de abandono em todos os nós.....	55
Ilustração 15 - Cálculo da opção contração + expansão.....	61
Ilustração 16 - Algoritmo de cálculo do modelo Schwartz e Moon	70
Ilustração 17 - Tela de consulta do sistema gerencial	79
Ilustração 18 - Tela da simulação de Schwartz e Moon	104
Ilustração 19 - Variação da volatilidade com o tempo	110
Ilustração 20 - Resumo da pesquisa efetuada	114

1 INTRODUÇÃO - A MENSURAÇÃO DOS ATIVOS E AS NECESSIDADES DE INFORMAÇÃO CONTÁBIL

A mensuração de ativos é o grande objetivo da Contabilidade. Desde sua invenção no século XVI, quando a Contabilidade já era, basicamente, utilizada para a mensuração de ativos, até anos mais recentes como em 1934 quando o Congresso Americano criou a SEC (*Securities and Exchange Commission*) e, pela primeira vez, regulamentou, oficialmente, como deveria ser feita a Contabilidade de uma empresa, a Contabilidade sempre focou o seu trabalho na mensuração de ativos, já que o método da dupla entrada, que é a base da Contabilidade e é voltado para a medida do lucro, sempre tem como consequência o aumento ou diminuição dos ativos das entidades. E a demanda sobre informações sobre o crescimento/redução dos ativos das entidades através de suas operações foi se tornando cada vez maior, exigindo da Contabilidade a criação de procedimentos e técnicas cada vez mais adequados para identificar e avaliar as transações através de seu impacto nos resultados e nos ativos empresariais. Pois, é claro, os tomadores de decisão empresarial precisam saber desses impactos para fazer um balizamento de sua gestão dos recursos empresariais, que sempre estão voltados para o grande objetivo: maximizar os resultados e o patrimônio dos proprietários. A história da tecnologia contábil pode ser vista, na verdade, como uma história da tecnologia da mensuração dos ativos empresariais (STERLING, 1971, p. 107).

Modernamente, os mercados e as transações das empresas adquiriram tal complexidade que existe uma demanda cada vez maior por informações contábeis, principalmente aquelas que mensuram o impacto das operações da empresa no seu patrimônio. Essas informações devem ser produzidas de forma bastante específica e adaptada dependendo de quem está tomando a decisão ou qual modelo de decisão que está sendo utilizado. Por exemplo, dentro de um Banco se têm, entre outros, dois tipos diferentes de tomadores de decisão: os que concedem crédito e os acionistas. Os primeiros priorizam informações sobre a liquidez e a rentabilidade dos contratos de empréstimos. O acionista, do seu lado, prioriza informações sobre os benefícios futuros que influenciarão o valor da ação. São demandas diferentes e peculiares, que vão exigir da Contabilidade relatórios específicos, mas todos têm um objetivo comum: verificar se os ativos da empresa estão aumentando ou não. Dessa forma, pode-se dizer que todas as decisões estratégico-operacionais de uma empresa são tomadas em função de seus possíveis impactos nos resultados e nos ativos empresariais, o que vai exigir, para o seu

controle de desempenho, uma adequada e adaptada mensuração dos ativos (STERLING 1971:108) A mensuração do ativo desempenha, pois, um importante papel central na Contabilidade, cujo objetivo maior é fornecer informações úteis para os diversos tomadores de decisão.

Foi para atender às necessidades de diferentes tipos de tomadores de decisões, que a Contabilidade se dividiu em Contabilidade Financeira e Contabilidade Gerencial. A Contabilidade Financeira visa fornecer informação para tomadores de decisão externos, como acionistas, credores, autoridades fiscais, e outros. Por isso, tem como característica ser totalmente objetiva, ser integralmente desprovida de julgamentos, ser passível de auditoria, além de consistente e precisa. Esse tipo de Contabilidade focaliza seu trabalho nas transações passadas da empresa, pois são as únicas que podem ter uma avaliação totalmente objetiva.

Por outro lado, a Contabilidade Gerencial visa fornecer informações para tomadores de decisões internos, como gestores, administradores, executivos e proprietários. Esses tomadores de decisão possuem objetivos diferentes. Se os tomadores de decisão externos procuram avaliar o **desempenho objetivo e passado**, os tomadores de decisão internos estão mais focados no **impacto futuro das decisões atuais**, ou seja, desejam medir de que forma as decisões atuais irão conduzir (ou não!) a um aumento do valor futuro dos resultados e dos ativos empresariais.

Nesse último meio século, a Contabilidade vem atendendo, razoavelmente, aos usuários externos a partir da elaboração de um imenso e altamente detalhado manual de princípios e normas relativas à identificação e à valorização objetiva dos ativos com vistas à elaboração e publicação das demonstrações financeiras oficiais. Entretanto, todo esse aparelhamento normativo serve muito pouco aos interesses dos usuários internos. O que se percebe, hoje, é uma grande lacuna no que tange a informações de mensuração de ativos para os usuários internos, já que esses demandam da Contabilidade informações relativas a desdobramentos ou desempenhos futuros de decisões atuais. Uma certa “mentalidade da Contabilidade Financeira” domina, hoje, a gerencial e não são poucos os autores que imaginam que é possível atender aos dois tipos de usuários com um único tipo de Contabilidade.

Mas isso é, em grande parte, um absurdo, pois se está admitindo, implicitamente, que as demandas dos dois tipos de usuários são as mesmas e é bastante claro que isso não é uma

verdade. É necessário que se leve em conta o fato de existir duas demandas diferentes: uma, a dos usuários externos, focalizada no desempenho passado da empresa e a outra, a dos usuários internos, focalizada no desempenho futuro. Essas demandas diferentes implicam em modelos de mensuração de ativo que são, necessariamente, diferentes para cada usuário. Como foi dito, o usuário externo focalizará a mensuração no passado e o usuário interno focalizará a mensuração no futuro.

Um capítulo especial com relação à mensuração dos ativos com objetivos gerenciais é o orçamento de capital. Segundo Atkinson, Banker, Kaplan e Young (2000:523), "*o orçamento de capital é uma abordagem sistêmica para avaliar investimentos em ativos de longo prazo ou de capital*" e as decisões de investimentos necessitam de um modelo de decisão especial e de importância verdadeiramente estratégica dada sua relevância para o aumento do valor da empresa a longo prazo.

Em relação ao orçamento de capital em face do que foi dito acima, a pergunta que surge é: como a Contabilidade Gerencial pode fornecer informações úteis (objetivo principal da Contabilidade) para que os usuários internos possam tomar a melhor decisão possível, sendo que eles (usuários internos) estão focalizados no desempenho futuro das decisões atuais de investimentos?

O primeiro ponto – de relevância fundamental! – que surge para o desenvolvimento de um modelo de mensuração de ativos pertinente à decisão de investimentos é o contexto de risco ou incerteza que é intrínseco e inarredável de qualquer decisão voltada a obter resultados futuros. Segundo Merton (1977), Incerteza é a característica imprevisível de todos os negócios enquanto o risco é a incerteza que importa para a empresa, ou seja, aquela incerteza que existe com relação aos desempenhos futuros da empresa. Cada vez mais, a incerteza e o risco predominam, em função da alta competitividade e globalização e, é claro, essa incerteza não pode deixar de estar presente nos modelos de avaliação dessas decisões. Não é a toa que a área de gerenciamento de riscos adquiriu papel fundamental dentro das corporações no que tange à administração de ativos. Bancos e empresas que não deram o devido valor à incerteza quebraram literalmente. Por isso, a incerteza deve ser levada em conta no momento de valorizar o ativo. Desse modo, é necessário inserir na Contabilidade Gerencial os conceitos de orçamento de capital e também a quantificação da incerteza na mensuração de

ativos, que é essencial para uma adequada valorização de ativos, tendo em vista o seu desempenho futuro em termos de geração de resultados.

1.1 Justificativa do tema

A ilustração 1 relacionamento da mensuração do ativo com Contabilidade Gerencial (Elaborada pelo autor)

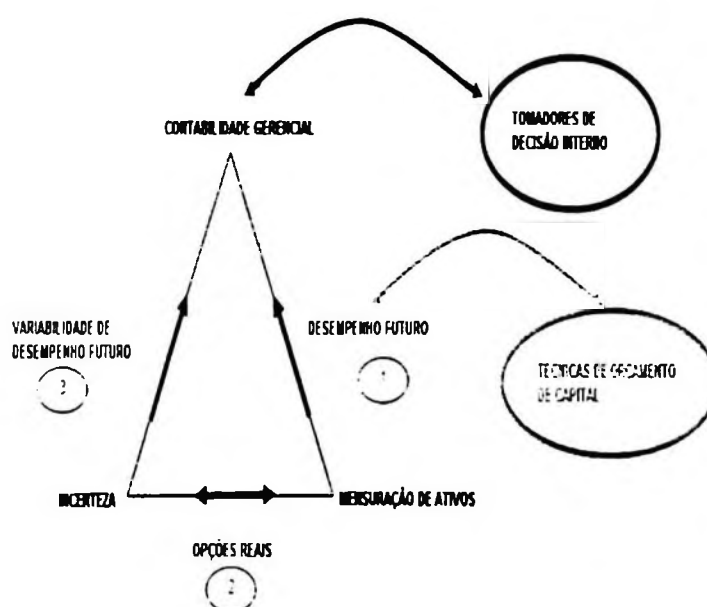


Ilustração 1 - Relacionamento da mensuração do ativo com contabilidade gerencial

Segundo Dixit e Pindyck (1994), a Incerteza em análise de investimentos pode ser caracterizada por duas componentes: O valor do investimento no futuro e o *timing* em que ocorrerá o investimento. As condições de mercado são a fonte principal de Incerteza que pode alterar as decisões futuras no que tange a valor e *timing*. As flechas 2 e 3 da ilustração 1 mostram esse relacionamento.

Por outro lado, as técnicas de orçamento de capital têm apresentado, exaustivamente, o FCD tradicional como técnica de análise de investimento. O FCD tradicional tem a característica de engessar os investimentos futuros, tomando uma decisão do tipo faz – desiste, considerando os investimentos futuros fixos com relação a valor e *timing*. Claramente essa característica do FCD tradicional não leva em conta a Incerteza que caracteriza os Investimentos.

Entretanto, existem pesquisas envolvendo aplicação de Técnicas de Monte Carlo (DCFR - *Discounted Cash Flow at Risk*) que tratam os fluxos de caixa futuros de uma forma estocástica que embutem um certo grau de incerteza na análise de investimento. Porém, o DCFR ainda engessa o valor do investimento no futuro com relação ao valor e *timing* de Investimento. Ao invés de considerar o valor fixo, considera o valor esperado e o *timing* do Investimento não se altera.

Essa característica de flexibilização de valor e *timing* de investimento no futuro que, não é captada nem pelo FCD tradicional como pelo DCFR, é captada pela técnica de Opções Reais. Essa característica, que será discutida nas próximas secções, será apresentada como Flexibilidade Gerencial e pode ser quantificada pelas Opções Reais.

Assim, a justificativa para utilização de Opções Reais na mensuração de ativos é a captura da Flexibilidade Gerencial que nada mais é do que a quantificação da capacidade do modelo decidir investir, não investir, abandonar, aumentar a escala ou diminuir a escala em função das condições de mercado. E as técnicas de Opções Reais valorizam essa Flexibilidade Gerencial, alterando o valor do ativo como mostra a flecha 2 da ilustração 1.

1.2 Metodologia de pesquisa

1.2.1 O problema da pesquisa

O presente trabalho visa, fundamentalmente, responder à seguinte questão: Como a Flexibilidade Gerencial em relação às decisões de investimentos e seu *timing* influencia a mensuração do valor do ativo na Contabilidade Gerencial?

1.2.2 Variável dependente e variável independente

A variável dependente a ser analisada neste trabalho será o valor da Flexibilidade Gerencial que é influenciada pelos fluxos de caixa futuro e riscos associados a tal fluxo, enquanto a variável independente será o valor do ativo.

1.2.3 Objetivo geral e específicos da pesquisa

O objetivo geral deste trabalho será analisar como a Flexibilidade Gerencial influencia a mensuração do ativo na Contabilidade Gerencial.

O tema em questão se caracteriza por ser relativamente pouco explorado na Contabilidade Gerencial. No departamento alguns trabalhos já focaram esse assunto como em Monteiro (2003) que faz uma análise de Opções Reais aplicadas em ambientes de alta volatilidade. Assim, devido à relevância do tema, o presente trabalho objetiva atingir os seguintes objetivos específicos:

- (1) Estudar a metodologia das Opções Reais, discutindo as contribuições para o processo de avaliação de ativos, de forma a ajudar na mensuração do ativo com o objetivo de fornecer informações úteis para a tomada de decisão na Contabilidade Gerencial. Para atingir tal objetivo, foi realizada uma profunda pesquisa sobre o FCD e sobre os conceitos e técnicas das Opções Reais, conforme pode ser observado no capítulo 2 e pela Bibliografia.
- (2) Como este trabalho se situa na Contabilidade Gerencial, que pretende fornecer modelos decisórios para uso na realidade empírica, ele não poderia ficar limitado a pesquisas bibliográficas. Assim, através de um estudo de caso real, buscou-se comparar a mensuração do valor da empresa pelo método do FCD tradicional com a que é foi realizada através da metodologia das Opções Reais.
- (3) Verificar até que ponto a Flexibilidade Gerencial aumenta o valor do investimento, influenciando, assim, a tomada de decisão.
- (4) Verificar quais os modelos de Opções Reais (Binomial, Schwartz & Moon e Longstaff & Schwartz) são mais aplicáveis ao orçamento de capitais.

1.2.4 Plano do trabalho

Este trabalho está estruturado em 4 capítulos, além das referências bibliográficas e dos anexos. Segue-se o resumo de cada um dos 3 capítulos subsequentes.

Capítulo 2 – Referencial Teórico

Nessa etapa, será apresentada a revisão da literatura a respeito do tema da dissertação. Serão visitadas contribuições dos estudiosos no assunto, modelos matemáticos e métodos numéricos. Todo o embasamento teórico para a análise de Opções Reais será visitado neste capítulo, incluindo o modelo de B&S (Black-Scholes), Programação Dinâmica (Modelo Binomial) e Simulações. Serão, também, apresentados os modelos de Schwartz-Moon e Longstaff-Schwartz que serão utilizados no estudo de caso.

Capítulo 3 – Metodologia de Pesquisa

Será realizado o estudo de caso, em que o modelo do FCD tradicional, modelo binomial com opções compostas, o modelo de Schwartz & Moon e o modelo de Longstaff & Schwartz serão aplicados e os resultados analisados em uma empresa real, porém mantida a identidade confidencial por estar em um processo de venda para um grupo europeu.

Capítulo 4 – Resultados da Pesquisa; Considerações Finais e Referências Bibliográficas

Serão discutidos os resultados dos modelos aplicados e também sugeridos campos para futuras pesquisas no que tange à Flexibilidade Gerencial

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O tema em questão propõe uma forma alternativa de mensurar o ativo, mais particularmente o ativo imobilizado. Atualmente, a Contabilidade utiliza o custo histórico para contabilizar o ativo imobilizado. Será colocado que, para determinados modelos de decisão, o fluxo de caixa descontado é a mensuração mais adequada de valor, especialmente para os modelos de decisão da Contabilidade Gerencial relativos a novos investimentos. Além disso, será mostrado que a Análise das Opções Reais fornece instrumentos para acrescentar ao Fluxo de Caixa Descontado (FCD) tradicional, a chamada flexibilidade gerencial em face do risco que agrega valor ao preço do ativo.

A mensuração do ativo tem sido um capítulo importante da Contabilidade. Segundo Iudícibus (2000:129):

É tão importante o estudo do ativo que poderíamos dizer que é um capítulo fundamental da contabilidade, porque à sua definição e avaliação está ligada a multiplicidade de relacionamentos contábeis que envolvem receitas e despesas.

Ainda, segundo Iudícibus (2000), o ativo precisa ter algumas características como posse e propriedade da empresa, apresentar uma potencialidade de serviços futuros (fluxo de caixa futuro) e ser de exclusivo uso da entidade.

Antes de apresentar as justificativas para a valorização dos ativos, serão apresentados os objetivos da Contabilidade. A AAA (American Accounting Association) apresenta a seguinte definição:

Contabilidade é uma atividade de serviço. Sua função é disponibilizar informações quantitativas, primariamente financeiras por natureza, sobre eventos econômicos que potencialmente seriam úteis para tomada de decisões econômicas.

Um ponto importante, nessa definição, é a utilidade de informações para a tomada de decisões. Sterling (1972:163), também, concorda com esse ponto de vista e vai mais além:

Eu vejo contabilidade como uma atividade de comunicação e medição, com o objetivo de prover informações úteis. Uma vez que descobrimos qual propriedade é útil, então se deve utilizar métodos para mensurar esta propriedade. Portanto prover informações úteis deve ser o principal objetivo da contabilidade.

Surge, então, uma questão: Do que depende essa utilidade para o tomador de decisão?

Segundo Sterling (1972), existem duas correntes de pesquisa acadêmica. A primeira defende que a propriedade da informação (no caso em estudo o valor do ativo) depende do tomador de decisão. A segunda corrente defende que a propriedade da informação depende do modelo de tomada de decisão, propriedade essa que é preferível ser especificada em função do modelo de tomada de decisão, por 3 motivos:

- (1) Hoje em dia o tomador de decisão pode ou não utilizar os relatórios contábeis. Não existe uma terceira alternativa.
- (2) Os tomadores de decisões são muito diversificados e tomam decisões em bases muitas vezes subjetivas.
- (3) O modelo de tomada de decisão é racional e ajuda os tomadores de decisões a atingir seus objetivos.

Assim, a Contabilidade visa fornecer informações úteis que ajudem o usuário na tomada de decisões, cuja propriedade de informação deve ser especificada em função do modelo de tomada de decisão.

No presente trabalho, o modelo de tomada de decisão é o orçamento de capitais ou de novos investimentos. Portanto, a Contabilidade Gerencial, em sua função ligada ao orçamento de capitais, deve fornecer informações úteis para ajudar o tomador de decisão a decidir qual a melhor escolha perante diversas alternativas de investimento em ativos. Para isso, a Contabilidade Gerencial precisa valorizar o ativo adequadamente, de forma a apontar qual das alternativas de aplicação em ativos teria o maior valor, em função da sua geração futura de fluxo de caixa.

Segundo Kam (1990), os valores econômicos verdadeiros são valores com utilidade. O problema é que existem na Contabilidade diversos valores que podem ser utilizados dependendo do modelo de tomada de decisão. O ativo será analisado sob o ponto de vista de cada um deles (os mais importantes):

- **Custo Histórico (CH):** O custo histórico é o custo de aquisição do ativo. Segundo Hendriksen (1999, p. 306):

O custo histórico é definido pelo preço agregado pago pela empresa para adquirir a propriedade e uso de um ativo

- **Custo de Reposição (CR):** É o custo de mercado do ativo. Segundo Hendriksen (1999, p. 308):

O custo corrente (ou de reposição) é o preço de troca que seria exigido hoje para obter o mesmo ativo ou ativo equivalente

- **Valor de Saída: (VS)** É o valor recebido caso o ativo seja vendido. Segundo Hendriksen (1999, p. 310):

Os preços de saída representam o volume de caixa, ou o valor de algum outro instrumento de pagamento, recebido quando um ativo ou seu serviço deixa a empresa por meio de troca ou conversão.

- **Fluxo de Caixa Descontado: (FCD)** O fluxo de caixa representa o valor do ativo em termos de benefícios futuros trazidos a valor presente. Segundo Hendriksen (1999, p. 312):

O conceito de fluxo de caixa descontado possui algum mérito como conceito de avaliação de empreendimentos isolados, nos quais não há fatores conjuntos exigindo contabilidade separada, ou nos quais a agregação de ativos pode ser levada suficientemente longe para incluir todos os fatores conjuntos."

A tabela 1 resume todos esses conceitos em uma tabela temporal:

Tabela 1 - Tabela temporal de valores

Tempo	Passado	Presente	Futuro
Compra	CH	CR	FCD
Venda		VS	FCD

FONTE: STERLING; 1972, p.169

Note-se que, dependendo de onde se encontra a propriedade desejada no tempo, se optará por um dos 4 métodos. Explicando melhor: se a propriedade a ser analisada se encontra no

passado, utiliza-se o custo histórico. A Contabilidade Societária/Fiscal, por exemplo, focaliza o custo histórico, pois tem interesse em realizar a análise de valores ocorridos no passado.

Se a propriedade a ser analisada se encontra no presente, dependendo da situação (comprando ou vendendo), utiliza-se o custo de reposição (compra) ou o valor de saída (venda).

Se a propriedade a ser analisada se encontra no futuro, valoriza-se o ativo utilizando o FCD. É o caso do orçamento de capitais em que o valor de um ativo será uma função de seus benefícios futuros. Essa valorização será apresentada nas próximas seções.

Note que essa análise temporal de Sterling (1972) está totalmente de acordo com a idéia, acima exposta, de escolher a propriedade em função do modelo de decisão. De fato, Irving Fisher (1906) e John Canning (1929) mostraram que, pelo menos em teoria, o valor de um ativo é o valor presente dos fluxos de caixa futuros relacionados a ele.

Hendriksen (1999) faz outra análise temporal, como mostra a ilustração 2. Segundo ele, o ativo tem dois instantes cujos valores são inquestionáveis: o instante da compra e o instante da venda. No instante da compra, utiliza-se o Custo Histórico (CH), enquanto no da venda utiliza-se o Valor de Saída. (VS). O conflito existe entre esses dois instantes. As maiores divergências ocorrem em relação a adotar o CH, CR ou FCD entre o instante da entrada e o da saída do ativo. O caminho 1 é o adotado pela Contabilidade Societária que considera o custo histórico (CH) até o momento da venda. O caminho 2 é o utilizado pelos adeptos do Custo de reposição (CR) que, para fins gerenciais, é mais adequado que o CH. E, por fim, o caminho 3, utilizado pelos adeptos do FCD, no qual a informação a respeito dos “serviços futuros” de um ativo tem mais utilidade. Esse é o caso deste estudo, pois o modelo de tomada de decisão é relativo à análise de alternativas de investimentos, ou modelo de decisão em orçamento de capital.

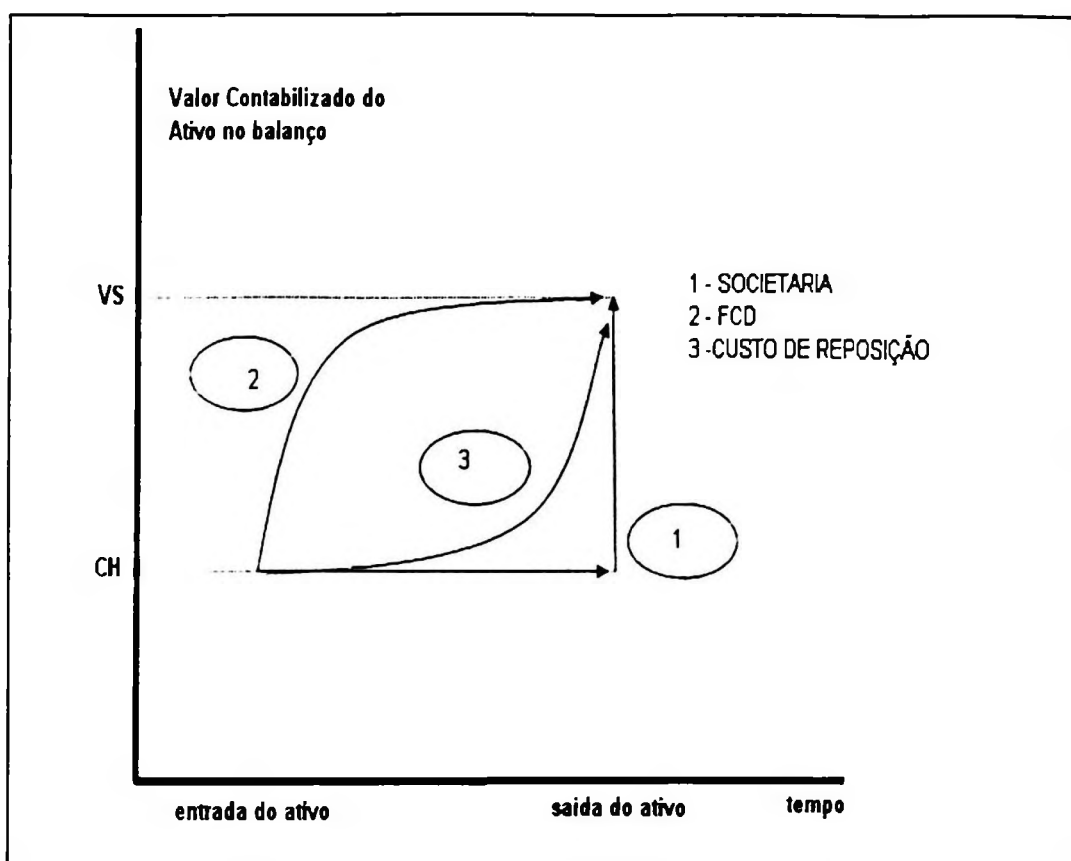


Ilustração 2 - Análise temporal de Hendriksen

FONTE: HENDRIKSEN: 1999, p. 305

Além disso, a Contabilidade visa mensurar os efeitos econômicos e a variação desses efeitos na entidade. Segundo Staubus (1985), esses efeitos econômicos são:

- 1- Mudanças mensuráveis de variação na riqueza da entidade,
- 2- Mudanças mensuráveis na liquidez da entidade,
- 3- Perfil do risco ao qual a entidade e seus constituintes estão expostos.

Por outro lado, o FCD não é muito utilizado na Contabilidade Societária (normativa) por uma série de fatores. O primeiro, conforme foi apresentado, é que o FCD não tem objetividade e fica difícil estabelecer um critério único para todas as entidades utilizarem um critério objetivo. No caso da Contabilidade Societária, a objetividade e a comparabilidade são fundamentais.

Entretanto como o modelo de decisão deste trabalho é o do orçamento de capitais que pertence à Contabilidade Gerencial e não à Societária, o critério de valor FCD deverá ser o escolhido, pois fornecerá informações mais úteis para a tomada de decisão.

Será descrito este procedimento, tendo como consequência a produção de informações úteis para tomada de decisão.

Tradicionais técnicas de orçamento de capital como o Fluxo de Caixa Descontado (FCD ou DCF, em inglês) e Árvore de Decisão (AD ou DTA, em inglês) são largamente utilizadas para decisões de orçamento de capital e, basicamente, seguem o mesmo procedimento. Segundo Weston e Brigham (2000) e Van Horne (1995), o seguinte procedimento deve ser adotado para a avaliação de investimento:

- (1) Calcular o valor presente de cada fluxo de caixa, incluindo entradas e saídas, descontadas ao custo de capital do projeto.
- (2) Somar esses fluxos de caixa descontados, soma esta é definida como valor presente líquido (VPL do projeto).
- (3) Se o VPL do projeto for positivo, o projeto deverá ser aceito, enquanto se o VPL do projeto for negativo, este deverá ser rejeitado. Se dois projetos forem mutuamente excludentes, o projeto, cujo VPL apresentasse o maior valor, deveria ser o escolhido.

Desse modo o FCD apresenta 3 características:

- (1) Os fluxos de caixa futuros devem ser estimados com base nas condições de mercado de hoje, ou seja, se houver qualquer variação em alguma variável de saída no futuro como preço, por exemplo, o fluxo de caixa futuro estimado permanecerá o mesmo.
- (2) Deve-se utilizar uma única taxa de desconto que, no caso, seria o custo de capital do projeto.
- (3) NO FCD, o custo de Investimento está posicionado em um instante futuro fixo no tempo, sem flexibilidade de mudança no tempo e também em termos do valor investido. Explicando melhor, se as condições de mercado piorarem, o Investimento continuará com o mesmo valor e a decisão de investimento no futuro não muda.

Nota-se, então, pelas 3 características acima descritas, que o FCD apresenta inflexibilidade

das decisões de investimento com relação a mudanças de mercado. E a razão disso é a própria metodologia do FCD a qual exige que as entradas de fluxo de caixa e os custos de investimentos no futuro devem ser posicionados, fixamente, no futuro, com valores fixos para que sejam trazidos a valor presente e calculado o valor presente líquido. Esse engessamento em relação a valores no futuro e instantes de tempo no qual os valores são recebidos ou gastos, é característica do FCD.

Nas próximas secções serão apresentados modelos de opções reais que flexibilizam as decisões de investimento que será realizado somente se as condições de mercado forem favoráveis. Se as condições de mercado não forem favoráveis, o investimento será adiado ou mesmo não será realizado. A ilustração 3 ilustra a diferença de decisão entre o FCD e o modelo de opções reais:

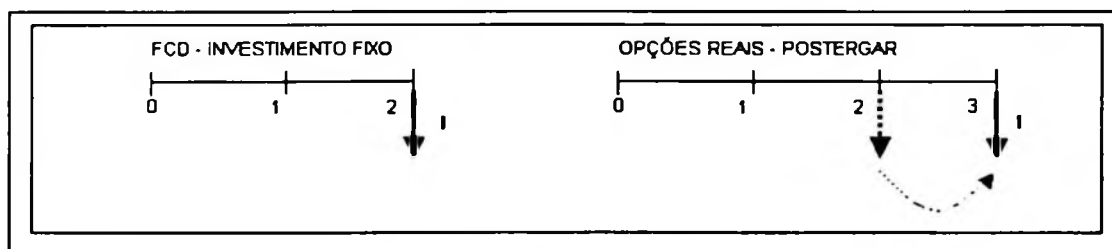


Ilustração 3 - Diferença entre FCD e opções reais

Assim, tendo a decisão de postergar um investimento no futuro, altera-se o valor do ativo hoje.

Além disto, segundo Dixit e Pindyck (1994), os investimentos devem ter 3 características que são a irreversibilidade (ou parcialmente irreversível), a incerteza e a escolha do timing de investimento. A **irreversibilidade** do projeto presume que o valor investido não pode ser recuperado ou recuperado na totalidade, pois geralmente os investimentos são específicos a um determinado segmento. A **incerteza** refere-se a acontecimentos futuros que podem alterar o curso do projeto, no sentido de que decisões futuras de investimento, que são planejadas hoje, com as condições de mercado atuais, podem ser diferentes no futuro. A **escolha do timing** do projeto representa a flexibilidade gerencial perante o risco e será visto que essa propriedade adiciona **valor** ao projeto. Claramente, o FCD não prioriza essas três características.

Segundo Trigeorgis (1995), como o atual mercado é caracterizado pelas mudanças, incerteza e interações competitivas, a realização de fluxos de caixa provavelmente será diferente do que a empresa previu inicialmente. Como novas informações chegam e as incertezas sobre as condições de mercado e fluxos de caixa futuro são, gradualmente, resolvidas, a empresa possui uma flexibilidade gerencial de tomar decisões que têm valor alterando sua estratégia operacional para capitalizar as oportunidades futuras favoráveis ou minimizar perdas. Por exemplo, ele pode ser capaz de postergar, expandir, contrair, abandonar ou mesmo alterar o projeto em diferentes estágios durante sua vida operacional dependendo das informações obtidas e incertezas do projeto resolvidas.

2.1 FCD (Fluxo de Caixa Tradicional)

Segundo Van Horne (1995, p. 135) o fluxo de caixa futuro deve ser especificado da seguinte forma:

Para cada proposta de investimento, nós precisamos providenciar informações sobre fluxo de caixa futuro após impostos. Além disto, a informação deve ser providenciada em bases incrementais, assim nós analisamos apenas as diferenças entre os fluxos de caixa com e sem o projeto.

Assim, no FCD a primeira tarefa a ser realizada é a projeção dos fluxos de caixa futuros. E esses fluxos de caixa levam em conta a situação de mercado hoje, com investimentos futuros fixos independente da mudança de cenário no futuro. No FCD, se uma saída de caixa (investimento) estiver sido prevista hoje, não há como alterar essa decisão no futuro, caso essa decisão de investimento não for mais atraente naquele instante futuro.

O próximo passo é qual a taxa que deve ser utilizada para trazer os fluxos de caixa futuros a valor presente. Segundo Brigham e Gapensky (1992, p. 177):

Desenvolvendo o custo de capital da firma, nós primeiro identificamos e determinamos o custo de cada componente e depois combinamos os custos de capital de cada componente para formar o custo de capital médio ponderado (WACC em inglês). Capital, como nós usamos o termo, representa os fundos utilizados para financiar os ativos da firma e suas operações... O capital constitui então o lado direito inteiro do balanço, incluindo dívidas de curto prazo, dívidas de longo prazo e o patrimônio líquido.

Note-se, então, que o método FCD tradicional utiliza um custo de capital fixo que depende da situação do balanço atual da empresa. Se houver alguma alteração no futuro, essa alteração não é captada pelo FCD tradicional.

Conclui-se, então, que o FCD tradicional “engessa” tanto o valor dos investimentos futuros como o período em que esses investimentos futuros ocorrerão e o custo de capital no tempo.

2.2 Opções reais

Antes de descrever as opções reais, serão definidos dois termos que serão utilizados no restante do trabalho. Segundo Hull (2002, p. 160):

Opções de Compra assegura ao detentor da opção o direito de comprar um ativo em uma certa data por um certo preço. Uma opção de venda assegura ao detentor da opção o direito de vender um ativo em uma certa data por um certo preço. A data especificada em contrato é conhecida como data de exercício. O preço especificado em contrato é conhecido como preço de exercício.

As opções podem ser de dois tipos: Opções Americanas ou Opções Européias. Segundo Hull (2002, p. 160):

Opções podem ser Americanas ou Européias, uma distinção que não tem nada haver com a localização geográfica. Opções Americanas podem ser exercidas a qualquer instante até a data de exercício, enquanto Opções Européias podem ser exercidas somente na data de exercício.

Tendo caracterizado a opção, será discutido todo o embasamento teórico das Opções Reais, considerando sempre uma variável de saída (preço ou valor) como estocástica.

Segundo Trigeorgis (1995), como o atual mercado é caracterizado pelas mudanças, incerteza e interações competitivas, a realização de fluxos de caixa, provavelmente, será diferente do que a empresa previu inicialmente. Como novas informações chegam e as incertezas sobre as condições de mercado e fluxos de caixa futuro são, gradualmente, resolvidas, a empresa possui uma flexibilidade gerencial de tomar decisões que têm valor alterando sua estratégia operacional para capitalizar as oportunidades futuras favoráveis ou minimizar perdas. Por exemplo, ele pode ser capaz de postergar, expandir, contrair, abandonar ou mesmo alterar o

projeto em diferentes estágios durante sua vida operacional dependendo das informações obtidas e incertezas do projeto resolvidas.

Segundo Schwartz e Trigeorgis (2001), a teoria das opções reais (ROT em inglês) veio para preencher essa lacuna, incorporando a flexibilidade gerencial no orçamento de capitais. **Percebe-se, então, que a teoria de opções reais pode ser incorporada ao consagrado FCD tradicional com o objetivo de adicionar flexibilidade gerencial ao projeto, sendo que essa flexibilidade gerencial adiciona valor ao projeto.**

Um outro ponto é a incerteza que caracteriza os projetos. Existem inúmeras incertezas como o tamanho de mercado, demanda dos produtos, o preço que o mercado irá aceitar o produto, movimentação de competidores, os custos variáveis, mudança de legislação, choques econômicos etc., os quais influenciam a tomada de decisão de implantar ou não um determinado projeto no futuro. Note-se que o FCD tradicional não capta essas incertezas pelo menos diretamente. Alguns poderiam argumentar que a incerteza impacta no WACC, o que não deixa de ser verdade, mas a teoria das opções reais traz um novo paradigma com relação à incerteza.

Segundo Amram e Kulatilaka (1999), a Teoria das Opções Reais muda o paradigma da incerteza em relação ao investimento. A visão tradicional mostra que, com o aumento da incerteza, o valor do projeto diminui, tornando mais difícil a aceitação do projeto. Mas com a Teoria das Opções Reais, com o aumento da incerteza, o valor do projeto aumenta, pois, com a flexibilidade gerencial, aumenta a possibilidade de serem tomadas ações para corrigir rotas, evitar investimentos desnecessários, aumentar a capacidade produtiva ou mesmo diminuir a capacidade produtiva. A ilustração 4 mostra essa diferença de paradigma:

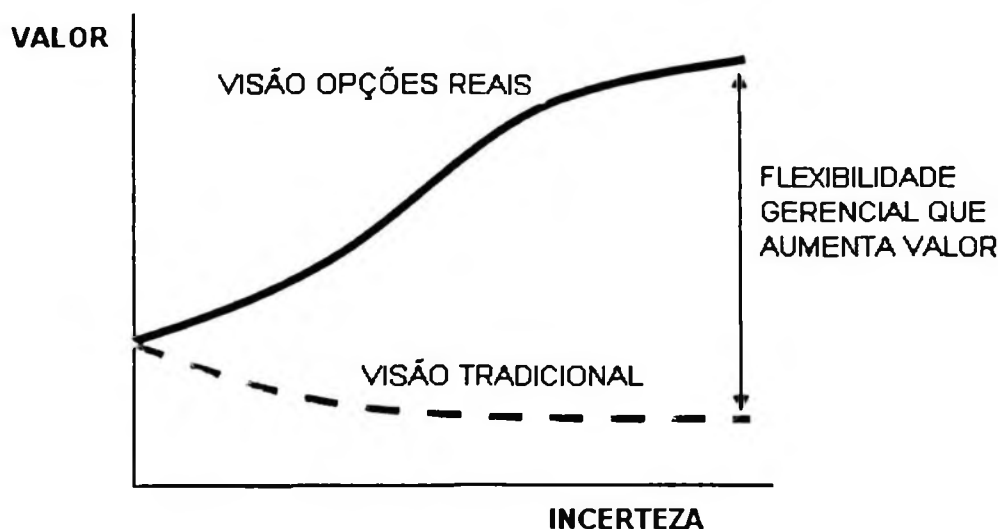


Ilustração 4 - Valor do projeto em função da incerteza.
 FONTE: AMRAM E KULATILAKA: 1999, p. 15

Um outro ponto é que, muitas vezes, as empresas fazem um primeiro investimento no presente, mas pensando estrategicamente em outros investimentos futuros, considerando esse investimento como o primeiro elo de uma cadeia de investimentos. O método FCD tradicional não capta o valor dos investimentos futuros subseqüentes que só ocorrerão se as condições de mercado forem favoráveis. Essa flexibilidade gerencial, também, tem valor e são denominadas opções de crescimento.

Segundo Kester (1984), essas oportunidades de investimento em ativos produtivos como, plantas, máquinas e marcas, em algum ponto do futuro são como uma opção de compra em ativos reais, ou seja, o custo do investimento desse ativo produtivo AP no futuro será o preço de exercício da opção e o valor da opção será o valor presente dos fluxos de caixas futuros mais o valor de qualquer nova oportunidade de crescimento esperada através da propriedade e emprego deste ativo produtivo AP. E a flexibilidade gerencial está presente no fato de a empresa somente realizar o investimento nesse ativo produtivo AP se as condições forem favoráveis.

Kester (1984) apresenta, ainda, uma tabela na qual ele considera como opção de crescimento a diferença entre o valor de mercado das ações e o valor presente do fluxo de caixa trazido a uma determinada taxa de retorno (FCD tradicional). A tabela, a seguir, mostra esse valor para algumas empresas negociadas em Bolsa nos EUA.

Tabela 2: Valor da opção de crescimento de algumas empresas nos EUA

	Valor de Mercado (\$ milhões)	VPL usando taxa = 20 %a.a. (\$ milhões)	Opções de ercentual Crescimento (\$ milhões)	(%)
Motorola	5.250	1.050	4.200	80%
IBM	72.890	27.325	45.565	63%
Monsanto	4.260	2.050	2.210	52%
GoodYear	2.520	1.500	1.020	40%
Carnation	1.790	1.025	765	43%

FONTE: KESTER: 1984, p. :3

Ainda segundo Dixit e Pindyck (1995, p. 6), "*Oportunidade são opções que são direitos e não obrigações de tomar alguma ação no futuro. Investimentos de capital, portanto, são essencialmente opções*".

Devido à relevância do valor da flexibilidade gerencial para a mensuração dos ativos, o presente trabalho tratará a opção real como ferramenta para precificar o valor da flexibilidade gerencial no orçamento de capital. Mas antes será feita uma breve revisão de opções financeiras com o objetivo de relacioná-las com as opções reais que são o foco deste trabalho.

2.3 Fundamentos de uma opção financeira

Seguem, abaixo, algumas características do mercado de opções financeiras, no qual há algumas características que serão utilizadas nas próximas secções para apresentar as opções reais

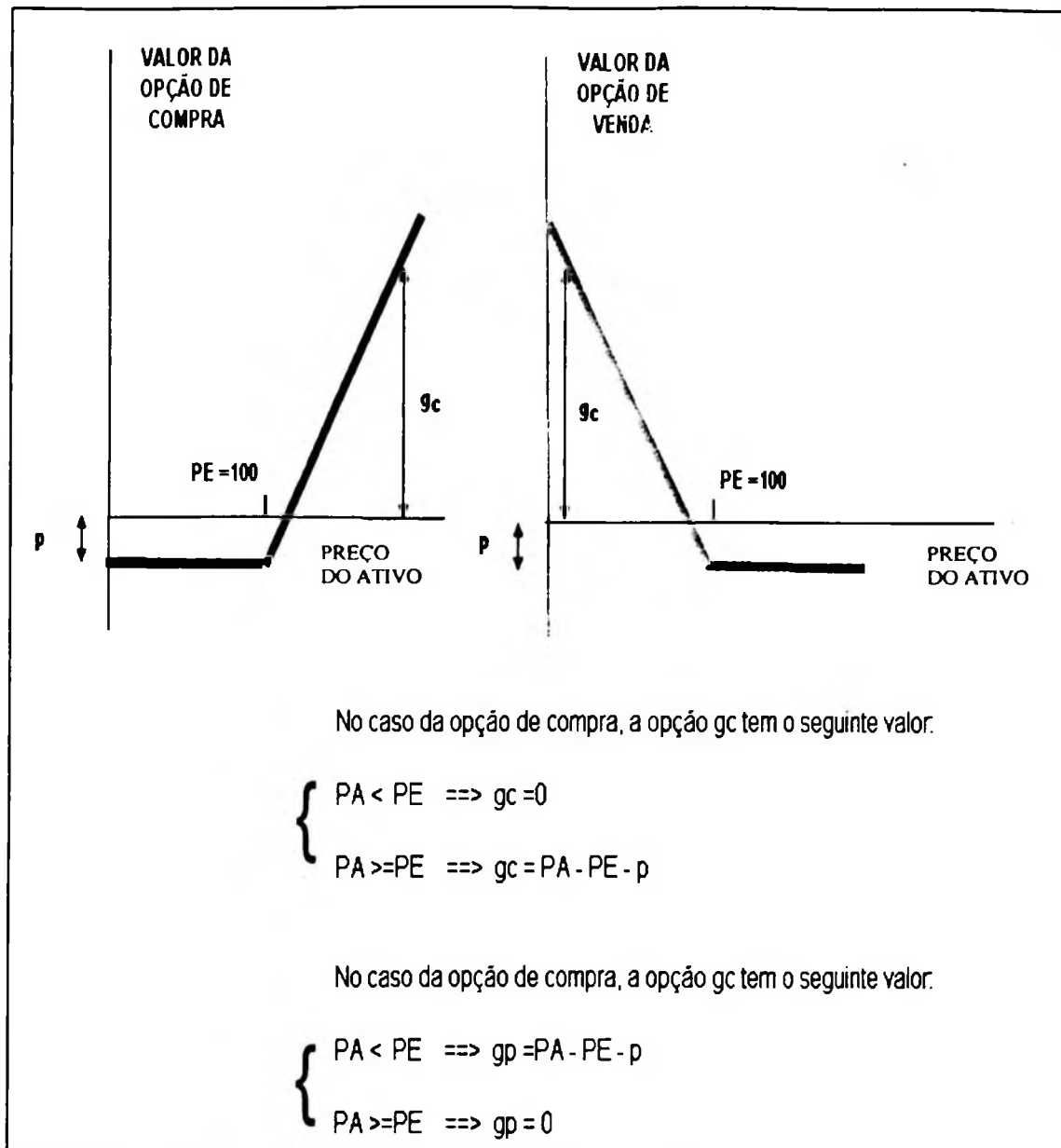


Ilustração 5 - Valor da opção em função do valor do ativo

FONTE: BRACH; 2003, p. 16

Note-se que a opção apresenta um valor intrínseco, pelo fato de poder tomar uma decisão após saber o valor do preço da ação (PA), ou seja, realizar a opção de compra se $PA > PE$. Será visto, nas próximas seções, que esta característica das opções financeiras é o elo de ligação com a teoria de opções reais, na medida que posso postergar um Investimento (I), tendo a opção de investir no futuro, depois de conhecidas as condições de mercado, conseqüentemente o Valor do Projeto (VP) no futuro. Se $VP > I$, realizo o investimento e, analogamente ao modelo de opções financeiras, essa opção real tem um valor que não é captado nos métodos tradicionais de FCD. Da mesma forma, posso fazer uma analogia da opção *put* com as opções de desinvestimento.

O quadro 1 relaciona as variáveis que afetam o preço da opção financeira e suas conseqüências no preço da opção:

Quadro 1 – Descrição das variáveis de uma opção

VARIÁVEL	DESCRIÇÃO
Valor da Ação	As opções são derivadas dos ativos. Conseqüentemente, alterações no valor do ativo alteram o valor das opções. Com a opção fixa o preço de exercício (PE), à medida que aumenta o valor da ação (PA) aumenta-se o ganho (gc). O contrário ocorre com a opção put.
Volatilidade no valor do ativo	Como a opção de compra dá o direito a compra a um determinado ativo a preço fixo (PE), quanto maior a volatilidade nos preços do ativo (PA) maior é o valor da opção, já que as perdas estão limitadas para as opções de compra e venda.
Preço de Exercício da Opção	Como a opção de compra dá o direito a compra de um determinado ativo a preço fixo (PE), o valor da opção decresce à medida que aumenta o PE.
Tempo para expiração da opção	À medida que o tempo para expirar a opção aumenta, o valor da opção aumenta, pois aumenta a chance de mudança no valor do ativo.

2.4 Precificação da flexibilidade gerencial

As secções anteriores nos mostraram que se o projeto apresenta flexibilidade gerencial para tomada de decisão de investimentos, essa flexibilidade apresenta valor e esse valor é adicionado ao valor do projeto.

Segundo Trigeorgis (1995, p. 2):

Esta flexibilidade gerencial para adaptar suas futuras ações em resposta a alteração das condições de mercado no futuro expande o valor da oportunidade de investimento melhorando seu potencial de ganho enquanto limita o potencial de perda relativa a expectativa inicial gerencial do gerenciamento passivo. Esta assimetria resultante causada pela adaptabilidade gerencial pede por uma regra de VPL expandido refletindo os ambos componentes de valor: O tradicional (estático ou passivo) VPL dos fluxos de caixas diretos e o valor da opção da adaptabilidade operacional e estratégica. ,

$$\text{VPL EXPANDIDO} = \text{VPL PASSIVO} + \text{VALOR DA OPÇÃO DEVIDO A FLEXIBILIDADE GERENCIAL}$$

Assim, para mensurar o valor do projeto, precisa-se calcular o VPL passivo que é o valor presente do projeto sem levar em conta a flexibilidade gerencial (VPL tradicional) e o valor da opção devido à flexibilidade gerencial.

Segundo Pindyck (1988), como o investimento é irreversível, isto é, ele não pode ser vendido se o projeto não alcançar os resultados desejados, ao realizar-se o investimento, "*matamos*" a opção de investir mais produtivamente no futuro, pois no futuro muitas incertezas serão resolvidas. E essa opção perdida deve ser incluída como parte do custo de investimentos que é exatamente a flexibilidade gerencial sendo que o custo de investimento deve ser igual ao VPL passivo.

Um ponto importante é entender que a flexibilidade gerencial existe porque as variáveis que interferem no processo de tomada de decisão de investimento são estocásticas.

Segundo Dixit e Pindyck (1994, p. 60)

Um processo estocástico é variável sobre o tempo de modo que é pelo menos em parte randômico. A temperatura no centro de Boston é um exemplo: sua variação através do tempo é parcialmente determinística (sobe durante o dia e cai à noite, e sobe durante o verão e cai no inverno), e parcialmente aleatória e não previsível. O preço das ações da IBM são outro exemplo; flutua aleatoriamente, mas sobre um longo período tem um taxa esperada positiva de crescimento que compensa o investidor que investe.

E uma forma que é utilizada para descrever a variável estocástica é o processo Wiener que tem as seguintes propriedades:

- (1) O processo Wiener é um Processo de Markov. Isso significa que a distribuição de probabilidade para todos os valores futuros do processo depende apenas do seu valor corrente (valor de hoje) e não é afetado por valores passados do processo ou por nenhuma outra informação corrente. Como resultado, o valor corrente do processo é tudo que se precisa saber para fazer a melhor previsão dos seus valores futuros.
- (2) O processo Wiener tem incrementos independentes. Isso significa que a distribuição de probabilidade para uma mudança no processo sobre qualquer tempo é independente de qualquer outro intervalo.
- (3) Mudanças no processo sob qualquer intervalo finito de tempo são normalmente distribuídas, com a variância que cresce linearmente com o intervalo de tempo.

Segundo Dixit e Pindyck (1994), o processo Wiener pode ser usado como um bloco construtor para modelar uma variedade de variáveis muito extensa que varia continuamente (ou quase continuamente) e estocasticamente sobre o tempo. Um desses modelos é o **Movimento Geométrico Browniano com flutuação** que é base para a construção dos modelos de opções reais.

Matematicamente, a variável Wiener, cuja notação é $Z(t)$, é dada por:

$$\Delta z = \epsilon_t (\Delta t)^{1/2} \quad (1)$$

Em que:

Δz = Variação da variável Wiener;

Δt = Intervalo de Tempo;

ϵ_t = Variável Randômica Normalmente Distribuída com

Media = 0 e desvio padrão = 1.

Note-se que a Variável de Wiener satisfaz, claramente, as 3 propriedades das variáveis estocásticas.

O Modelo Geométrico Browniano com flutuação é dado por:

$$dx = \alpha x dt + \sigma x dz \quad (2)$$

Em que:

dx = Variação da variável estocástica;

α = Parâmetro de Flutuação;

σ = Parâmetro de Desvio Padrão Instantâneo do dx ;

dz = Variação da variável Wiener.

Um outro processo largamente utilizado em opções reais é o Processo de Reversão à Média. O Processo de Reversão à Média é um modelo que pode ser aplicado quando a variável tende sempre a retornar para um certo valor.

A formulação matemática do Processo de Reversão à Média é dado por:

$$dx = \eta (x - \bar{x}) dt + \sigma dz \quad (3)$$

Em que:

dx = Variação da variável estocástica;

η = Velocidade de Reversão;

\bar{x} = nível normal de x ;

σ = Parâmetro de Desvio Padrão Instantâneo;

dz = Variação da variável Wiener.

Ao contrário do modelo geométrico browniano, no qual a variável x flutua livremente de acordo com a variável de crescimento α , no modelo de reversão à média uma variável x a longo prazo tende a retornar a uma dada variável \bar{x} , ou seja, a variável x pode flutuar para cima ou para baixo no curto prazo devido à movimentação especulativa e também devido à arbitragem, mas a longo prazo volta aos níveis normais.

Muitas *comodities* seguem o Processo de Reversão à Média. Segundo Dixit e Pindyck (1994), podem ser aplicados testes como o teste de Dickey e Fuller (para maiores detalhes veja Gujarati (1995)), para se verificar se a situação a ser estudada pode ser modelada ou não por um Processo de Reversão à Média. Entretanto, para se fazer esses testes, usualmente se requerem dados de muitos anos para determinar com grau de confiança se a variável segue o Processo de Reversão à Média ou não.

Segundo Schwartz e Moon (2000), alguns tipos de investimentos, cujo crescimento demonstra ser muito rápido no início, podem ser modelados com um crescimento no longo prazo que segue o Processo de Reversão à Média. A receita de vendas seguiria um processo geométrico browniano e o crescimento da receita seguiria um processo de reversão à média dados pelas equações a seguir:

$$dR = \alpha R dt + \sigma R dz$$

$$d\alpha = \eta (\alpha - \bar{\alpha}) dt + \sigma dz$$

Em que:

dR = Variação da Receita;

α = variável de crescimento da receita ;

η = Velocidade de Reversão;

$\bar{\alpha}$ = nível normal de α a longo prazo;

σ = Parâmetro de Desvio Padrão Instantâneo;

dz = Variação da variável Wiener .

Nas próximas secções, será explorado mais profundamente o Modelo de Schwartz e Moon.

Um outro ponto importante para se entender a precificação da flexibilidade gerencial é as *pde* - partial differential equations. Segundo Pindyck (1991), ao utilizar as *pde*, chega-se à seguinte relação (a explicação da dedução das equações encontram-se no anexo 89):

$$F(V) = \begin{cases} A V^{\beta_1} & \text{para } V \leq V^* \\ V - I & \text{para } V > V^* \end{cases} \quad (4)$$

Em que:

$F(V)$ = Valor da flexibilidade gerencial;

V = Valor do Projeto;

A = Constante a ser determinada pela equação (7);

β_1 = constante a ser determinada pela equação (6);

V^* = Valor do projeto cuja decisão de investimento, determinado pela equação (5);

I = Valor do Investimento.

Com a seguinte solução:

$$V^* = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} I \quad (5)$$

Em que:

V^* = Valor do Projeto cuja decisão de investimento é ótima;

I = Valor do Investimento Irreversível;

β_1 = Constante a ser determinada de acordo com a equação (6):

$$\beta_1 = 1/2 - (r - \delta) / \sigma^2 + \{[(r - \delta) / \sigma^2 - 1/2]^2 + 2r / \sigma^2\}^{1/2} \quad (6)$$

Em que:

r = taxa livre de risco;

δ = custo de oportunidade para postergar o investimento;

σ = desvio padrão percentual do valor.

A = Constante a ser determinada de acordo com a equação (7) :

$$A = (\beta_1 - 1)^{(\beta_1 - 1)} / [(\beta_1)^{\beta_1} I^{(\beta_1 - 1)}] \quad (7)$$

Somente a título de ilustração, será realizada uma aplicação das equações acima especificadas. O gráfico 1 mostra uma simulação do $F(V)$ em função do valor V . As seguintes variáveis foram utilizadas para a construção do modelo:

Investimento	$I = 1$
Taxa livre de risco	$r = 0,04$
Custo de Oportunidade para Postergar o Investimento	$\delta = 0,04$
Desvio Padrão	$\sigma = 0,20$

Gráfico Flexibilidade Gerencial F(V)

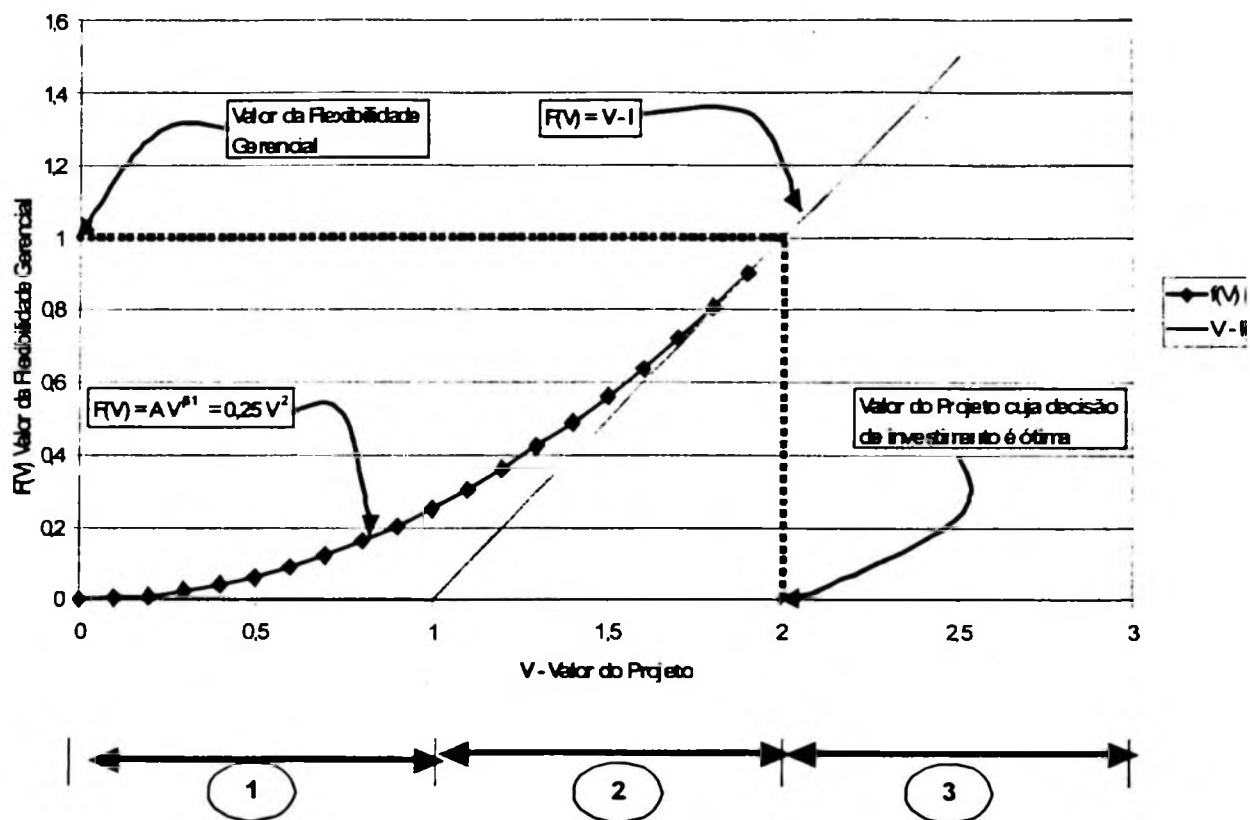


Gráfico 1 - Flexibilidade gerencial em função do valor do projeto

Com os dados acima, chega-se ao valor de $\beta_1 = 2$ e $A = 1/4$. Com isso, pode-se construir o modelo da função flexibilidade gerencial $F = F(V)$ dado por:

$$F(V) = \begin{cases} 1/4 V^2 \\ V - 1 \end{cases}$$

Do gráfico 1, podem ser tiradas as seguintes conclusões:

87091

- (1) Para as variáveis simuladas ($I=1$, $r=0,04$, $\delta=0,04$ e $\sigma=0,20$), o valor do projeto cuja decisão de investimento é ótima, é o dobro do Investimento $I=1$. Com isso, a clássica regra do FCD convencional de aceitar o investimento quando o $VPL > 0$, ou seja, $V > I$ pode trazer a decisões não ótimas na decisão de orçamentos de capital.
- (2) No gráfico 1 identificam-se claramente 3 regiões distintas que influenciam na decisão de investimento. São Elas:

Região 1: Valor do Projeto $V < \text{Investimento } I$: Nessa região, o projeto deve ser recusado, pois:

$$\text{VPL expandido} = \text{VPL passivo} + \text{Valor da Opção} = V - I < 0$$

Região 2: $I < \text{Valor do Projeto} < \text{Valor ótimo} = 2$. Apesar de $V-I$ ser positivo, a decisão de investir no projeto deve ser adiada até o valor V atingir o valor ótimo =2. Note que dF/dV vai aumentando até atingir o máximo em $V=2$, ou seja, o valor da opção $F(V)$ sobe mais que o valor V . Assim, vale a pena adiar até que essa subida no valor da opção $F(V)$ atinja um máximo e se estabilize.

Região 3: Valor do Projeto $> \text{Valor Ótimo} = 2$ Nessa região, o valor $F(V) = V - I$ e $dF/dV = 1 = \text{constante}$. Nesse caso, vale a pena investir, pois o valor da flexibilidade marginal não irá aumentar em relação ao valor, portanto não existem ganhos adicionais em adiar o projeto.

Para concluir essa secção, será analisada a influência da volatilidade no valor da flexibilidade gerencial. Será feita uma simulação aumentando σ de 0,2 para 0,3 e mantendo constante as outras variáveis de entrada ($I=1$, $r=0,04$, $\delta=0,04$). Esses parâmetros resultaram em valores de $A = 0,35$ e $\beta_1 = 1,56$. O gráfico 2 mostra o resultado dessa simulação.

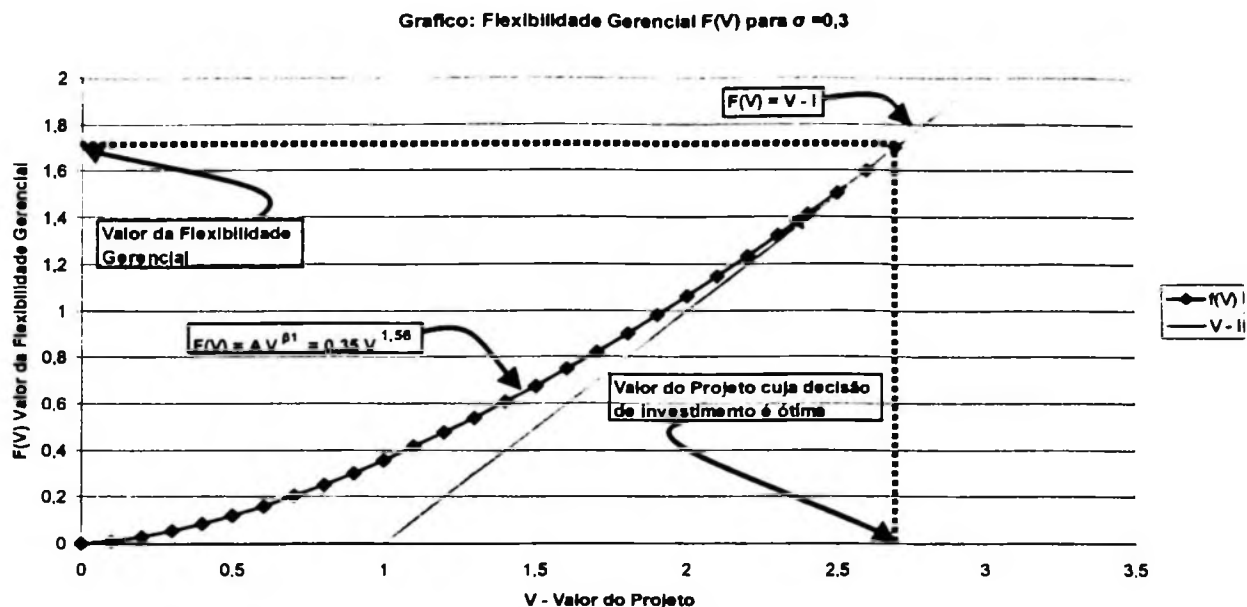


Gráfico 2 - Flexibilidade gerencial em função do Valor do Projeto $\sigma = 0,3$

Conforme Trigeorgis (1995), Dixit e Pindyck (1994), Brach (2003), Kester (1984) e Amram e Kulatilaka (1999), o aumento da incerteza torna a flexibilidade gerencial $F(V^*)$ mais valiosa.

E a Simulação comprova isso. Com o aumento da incerteza (no caso a volatilidade aumentou de 0,2 para 0,3), há o aumento do valor da flexibilidade gerencial de 1 para 1,7, ou seja, quase 70%. No estudo de caso a ser analisado mais adiante também esse ponto será verificado.

2.5 Métodos numéricos para avaliação de opções reais

Uma vez apresentados os tipos de opções e suas características, serão apresentados os principais Métodos Numéricos para a valorização das opções reais. Com o avanço de algoritmos computacionais dispõe-se, hoje, basicamente de 3 tipos de métodos numéricos para valorização das opções, como mostra a ilustração 6:

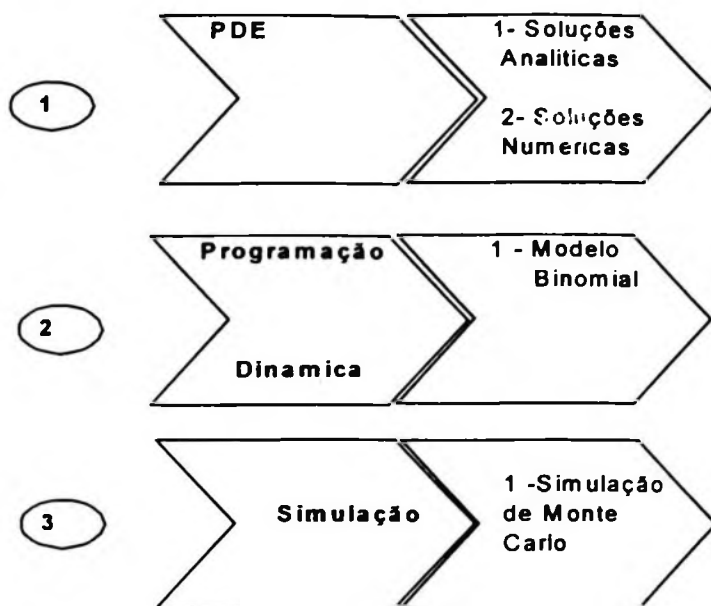


Ilustração 6 - Tipos de métodos numéricos para valorização e opções

Segundo Geske e Shastri (1985) em muitos problemas complexos e reais, métodos numéricos devem ser empregados para aproximar o valor dos ativos. Existe um grupo de matemáticos focados nesse assunto e, a partir desse trabalho os economistas financeiros empregam Simulação de Monte Carlo, PDE e Processos Binomiais para valorização dos ativos.

2.5.1 PDE (Partial Differential Equation)

Uma *PDE* (Partial Differential Equation) relaciona a mudança no valor da opção com a mudança no valor do ativo/projeto. A equação (14) apresentada no anexo 89 é um exemplo de PDE que relaciona o valor da opção $F(V)$ com o valor do ativo/projeto V .

A *PDE* pode ser resolvida de duas formas: utilizando as soluções analíticas ou as soluções numéricas. As soluções analíticas das PDE utilizam as condições de contorno e verificam-se funções que satisfaçam à PDE. Na secção 2.4 foi exemplificado um exemplo de solução analítica. Porém, muitas vezes, essas funções não são disponíveis e parte-se para soluções numéricas. A mais famosa solução analítica para uma PDE é a equação de Black e Scholes (1973):

$$V = N(d1)A - N(d2) X e^{-rt}$$

Em que:

$$d1 = [\ln(A/X) + (r + 1/2 \sigma^2) T] / \sigma(T)^{1/2};$$

$$d2 = d1 - \sigma(T)^{1/2};$$

V = valor corrente da opção de compra;

A = Valor corrente do ativo/projeto;

X = Valor do Investimento;

r = taxa livre de risco;

T = Tempo para expirar a opção europeia.;

σ = Volatilidade do ativo/projeto;

N(d1) e N(d2) são o valor da distribuição normal em d1 e d2.

Analisando a equação de Black e Scholes (1973), concluí-se que possui 3 partes, como mostra a ilustração 7.

Entretanto, muitas vezes as soluções analíticas para uma PDE não são disponíveis. Nesse caso, utiliza-se a solução numérica. Uma solução numérica que é muito utilizada é o método de diferenças finitas que resolve a PDE através de algoritmos computacionais.

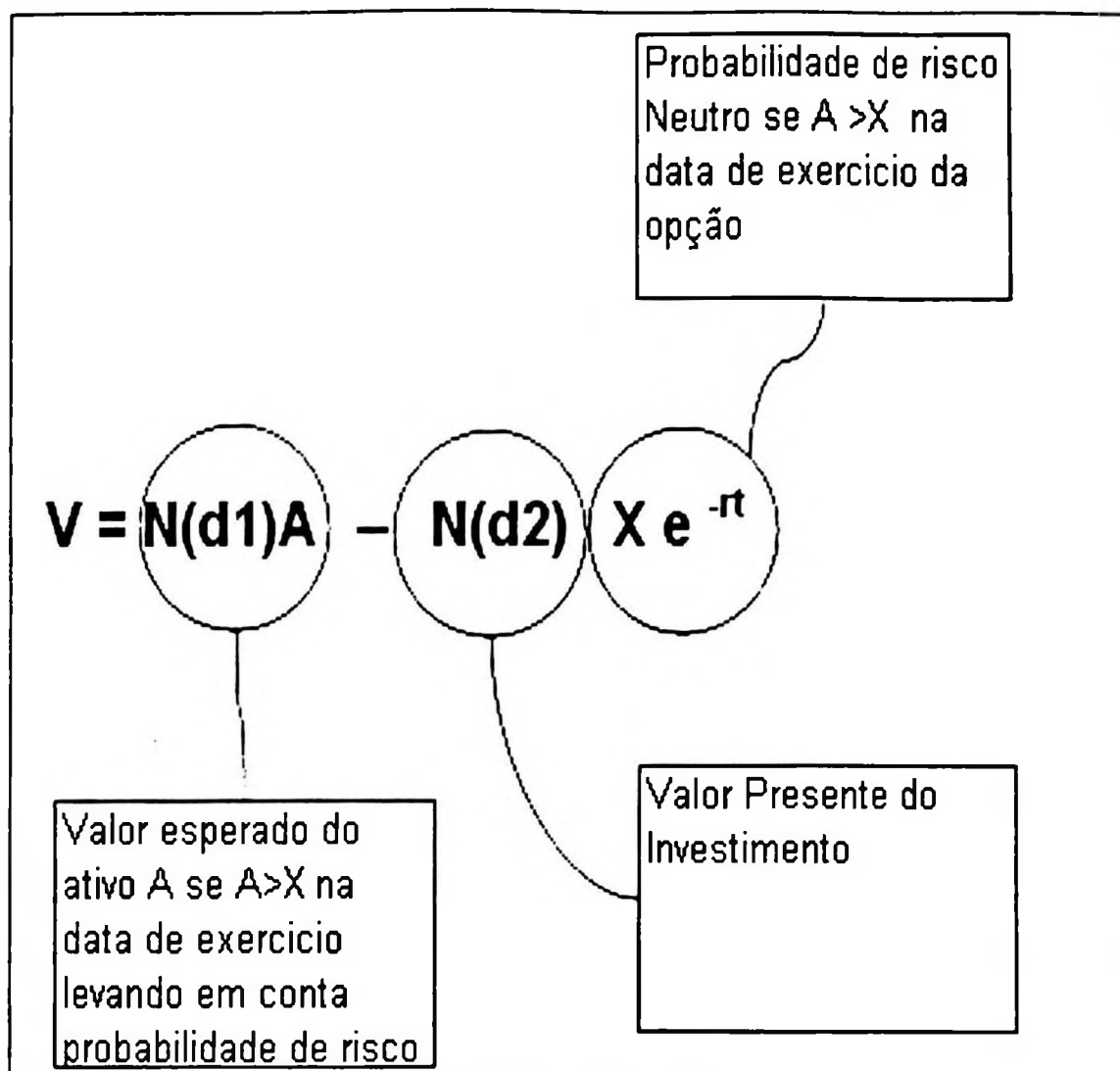


Ilustração 7: Componentes da equação de Black-Scholes

2.5.2 Programação dinâmica

O segundo tipo de método numérico é a **Programação Dinâmica** que é utilizada quando uma decisão tomada hoje afeta a decisão no futuro. Exatamente como ocorre com as opções reais. O fato de postergar a decisão hoje, impacta o valor no futuro. O método consiste em trabalhar de trás a para frente na árvore de decisão, partindo de uma decisão ótima no futuro, de forma a tomar a melhor decisão no presente. A idéia deste método recursivo é o principio de Bellman, em que dada à escolha de uma estratégia inicial, a estratégia ótima, no próximo período, é aquela que seria escolhida se toda a análise fosse começar nesse período. O modelo binomial é um exemplo de programação dinâmica.

O modelo binomial foi, inicialmente, apresentado por Cox, Ross e Rubinstein (1979) em seu clássico artigo "Option Pricing: a simplified approach.". Pela sua aplicabilidade e

simplicidade, o modelo binomial é largamente utilizado na modelagem matemática de opções reais.

Segundo Dixit e Pindyck (1994), o modelo geométrico browniano dado pela equação (2) localizado na página 26, segue um modelo binomial, em que os estágios ocorrem em intervalos infinitesimais, ou seja, quando $\Delta t \rightarrow 0$. Assim, pode-se utilizar o modelo geométrico browniano quando existe a necessidade de uma aplicação contínua e o modelo binomial quando se pode discretizar os estágios.

O modelo binomial se baseia na premissa de que uma determinada variável estocástica S pode subir com uma taxa de retorno $u - 1$ ou descer com uma taxa de retorno $d - 1$, como mostra a ilustração 8:

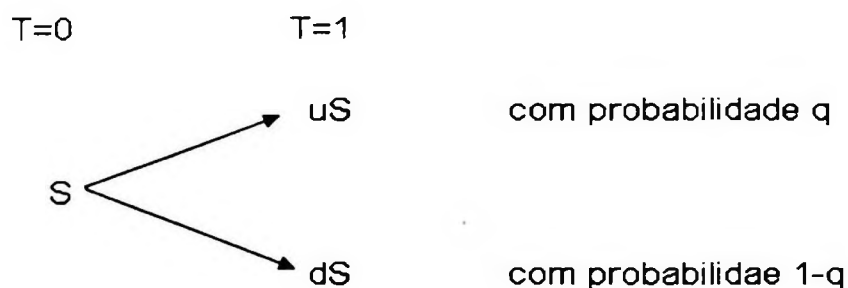


Ilustração 8 - Diagrama básico do modelo binomial

Como se trata de uma variável estocástica, ela pode subir ou descer com uma dada distribuição de probabilidade. A probabilidade do ativo S atingir o valor uS é dada por q . Essa variável q será chamada de probabilidade observada. Da mesma forma, a probabilidade do ativo S atingir o valor dS é dada por $(1-q)$ que é a probabilidade complementar observada.

Supondo que uma opção de compra (será visto nas próximas seções que uma opção real do tipo adiamento é uma opção de compra) tem data de vencimento a apenas 1 período posterior e um valor de exercício $=K$. Supondo C o valor da opção hoje, C_u o valor da opção caso o ativo S atinja o valor uS e C_d o valor da opção caso o ativo atinja o valor dS , conclui-se que

C_u e C_d somente terão valor se o valor do ativo for superior a K (Valor de Exercício). Assim a política racional de exercício da opção é dada pela ilustração 9:

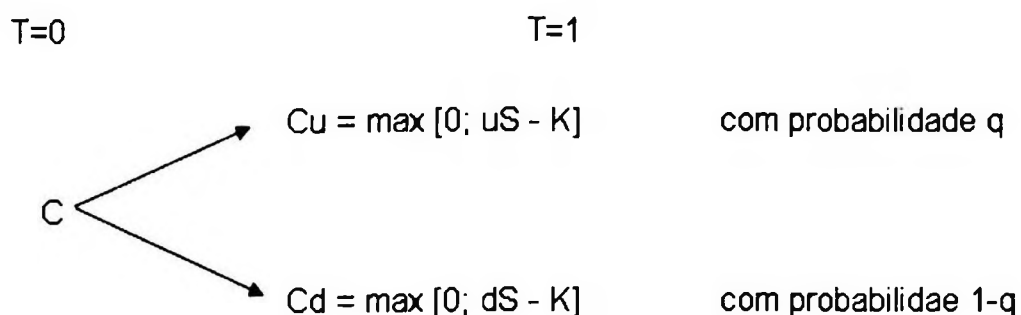


Ilustração 9 - Modelo Binomial aplicado a opções

Segundo Cox, Ross e Rubinstein (1979), o modelo binomial é composto pelas seguintes equações:

$$C = \frac{[p C_u + (1 - p) C_d]}{1 + r} \quad (16)$$

$$p = \frac{e^r - d}{u - d} \quad (17)$$

$$u = e^{\sigma} \quad (18)$$

$$d = 1 / u \quad (19)$$

Em que:

r = taxa livre de risco linear no período $[t=0, t=1]$ considerado;

p = probabilidade neutra em relação ao risco;

σ = Volatilidade do ativo.

Ainda, segundo Cox, Ross e Rubinstein (1979), as seguintes observações são relevantes com relação ao modelo binomial:

- (1) O valor da opção não depende da probabilidade observada q , ou seja, não depende da probabilidade com que o ativo pode subir ou descer. Isso mostra que mesmo investidores que têm diferentes percepções da probabilidade observada de subida ou descida do valor do investimento poderiam chegar a um acordo com relação ao relacionamento de C com S , u , d e r .
- (2) Nunca foi mencionado no modelo qual a atitude do investidor perante o risco.
- (3) A única variável estocástica que influencia o valor da opção é o valor S , ou seja, o valor do ativo, não dependendo de outros ativos e *portfólios* que compõe o mercado.

Assim, pode-se utilizar o modelo binomial para opções reais aplicando as equações (16), (17), (18) e (19), sem a necessidade de conhecer o perfil do investidor no projeto/ativo a ser precificado e também sem a necessidade de conhecer o comportamento de outros ativos/projetos que compõem o mercado.

Agora, a questão operacional que surge é quando existem vários estágios que compõem o modelo binomial. Segundo Hull (1997), quando os movimentos de preços de ativos são governados por uma árvore binomial multi-estágio, pode-se tratar cada passo binomial separadamente e trabalhar do fim da vida da opção para o começo para obter o valor da opção.

O processo de decisão do modelo binomial em opções reais, parte do princípio de que, em cada nó, se pode exercer a opção e tomar a decisão ou manter a opção em aberto e postergar a decisão para o nó posterior de acordo com a seguinte relação matemática:

$$V_t = \text{Maximo}(\text{Investir}; \text{Não Investir})$$

Em que:

V_t = Valor do ativo/projeto resultante da decisão de investir ou não investir no instante t ;

Investir = Valor do Projeto se eu tomar a decisão de investir;

Não Investir = Valor do Projeto se eu não investir, ou seja, o Valor de manter a opção em aberto que depende do valor da opção nos estágios futuros, que é calculado pela equação (20).

Assim, partindo-se do fim para o começo, calcula-se o valor das opções em cada nó e comparando o valor dessa opção de não investir com a opção de investir, construindo a rede binomial até o instante inicial de forma a calcular o valor da opção no instante inicial.

Além da facilidade de uso, o modelo binomial tem algumas outras vantagens em relação a soluções analíticas das PDE. O clássico artigo de Geske e Shastri (1985) compara o método binomial com as PDE e, segundo esse artigo, o processo binomial parece dominar todas soluções PDE quando não há dividendos ou existem uns pequenos números de opções sendo valorizadas.

Segundo Boyle (1988), o modelo binomial tem um forte apelo intuitivo. É extremamente simples de implementar e converge para o verdadeiro valor da opção se for aumentado o número de passos da rede. A distribuição final do ativo é desenvolvida usando o modelo binomial e teve uma aceitação geral no caso de se usar uma única variável que é a variável V (Valor do Ativo).

Uma variação do modelo binomial apresentado por Cox, Ross e Rubinstein (1979) é o modelo binomial logtransformado de Trigeorgis (1991) que tem algumas vantagens em relação ao modelo binomial tradicional. Segundo o autor, as vantagens são: consistência, estabilidade e eficiência computacional. Consistência no sentido de a média e a variância permanecerem a mesma para todo o tamanho do passo de tempo. Estabilidade significa que os erros computacionais são diminuídos ao invés de aumentados. E eficiência computacional

significa que menos operações no computador são necessárias para se atingir o valor da opção.

O procedimento operacional é o mesmo do modelo binomial tradicional com as vantagens computacionais acima descritas. A diferença reside no fato de que, no modelo binomial tradicional o valor V é estocástico, enquanto no modelo logtransformado $X = \log(V)$ é a variável estocástica.

Segundo Trigeorgis (1991), os resultados da valorização, utilizando os dois modelos, são muito parecidos, diferindo, apenas, nas características computacionais, erro e aproximação computacional. Assim, no estudo de caso, o modelo tradicional binomial será utilizado.

2.5.3 Simulação

O terceiro tipo de método numérico é a **simulação**. Como a variável é estocástica, não é possível determiná-la de uma forma determinística. A idéia é, baseada nesta distribuição de probabilidade, gerar valores aleatórios seguidamente de forma a conhecer o comportamento dessa variável no futuro.

De acordo com Ragsdale (1988), simulação é uma técnica que mede e descreve várias características da variável alvo (no caso o valor da opção ou valor da flexibilidade gerencial) quando um ou mais valores da variável independente (no caso o valor do projeto) são incertos. Se a variável independente (V) for randômica, a variável dependente ($F(V)$) também será randômica.

Então a simulação pode ser uma técnica que se encaixa aos propósitos de mensuração do valor da flexibilidade gerencial dado que a variável V do projeto é randômica.

Para o caso de simulação de opção **européia**, Boyle (1977) construiu um modelo em que qualquer que seja a distribuição de valor no momento em que a opção for exercida, essa distribuição é determinada pelo **processo que dirige o movimento do valor entre hoje e a data de exercício**. Assim se conhecer a distribuição desse processo, pode-se gerar o valor do ativo/projeto repetidamente, gerando, assim, a distribuição de probabilidade do ativo/projeto na data de vencimento da opção. Esse método denomina-se Simulação de Monte Carlo.

O método de simulação pode substituir o método binomial trabalhando com a árvore de frente para trás. Para cada nó gera-se um número de $[0,1]$. Se o número se encontra entre $[0,p]$, significa que se deve pegar o "caminho de subida". Ao ser repetido esse passo até o último estágio, o valor simulado de V no último estágio é atingido. Fazendo esse passo repetidamente, chega-se à distribuição de probabilidade de V cujo valor esperado é $E(V)$ no último estágio. Trazendo a valor presente, o valor da opção no instante $t=0$ será:

$$F = \text{Maximo}[E(V) - I, 0] / e^{rt}$$

Em que:

r = taxa livre de risco;

t = número de etapas da árvore;

I = valor do investimento.

Entretanto a simulação não funciona bem se as opções reais são opções americanas (no caso da opção americana, pode-se exercer a opção antes do vencimento e a opção européia somente na data de vencimento). Isso ocorre porque não existem condições de se saber o exercício antecipado é ótimo quando determinado nó é atingido. Para saber isso, é preciso saber o que ocorre no futuro e somente o modelo binomial tem esta potencialidade.

De acordo com Geske e Shastri (1985) o método de simulação é menos eficiente para valorizar opções americanas, pois essas apresentam uma distribuição para cada passo visto que devem ter um ponto de partida.

Longstaff e Schwartz (2001) resolvem esse problema. O modelo proposto realiza uma regressão linear do fluxo de caixa futuro em função do valor do ativo, estimando para cada simulação, se vale à pena exercer a opção ou não. Assim, o modelo trabalha de trás a para frente, gerando caminhos aleatórios, tomando decisões de exercer a opção ou continuar com a opção em aberto. Nas próximas seções, será detalhado esse modelo que será parte do estudo de caso.

Além dos 3 tipos de métodos numéricos analisados para valorizar opções reais, existem métodos numéricos analíticos por aproximação como o método quadrático por aproximação,

descrito no artigo de Barone-Adesi e Whaley (1987). Esse método foge do escopo do presente trabalho.

2.6 Tipos de opções reais

Nessa secção, serão descritos os tipos de opções reais existentes e serão tratadas, mais detalhadamente, as opções que possuem mais aplicabilidade em orçamento de capitais. De acordo com a quadro 2, verifica-se que há 7 tipos de opções reais.

Quadro 2 – Tipos de opções reais

Categoria	Descrição
Opção de adiamento	Pode-se esperar x anos para ver se os preços de venda do produto justifica a construção de um prédio ou uma planta industrial.
Opção <i>Time-to-build</i>	Investimentos que ocorrem em estágios como uma série de saídas de caixa criam a opção de abandono se no meio dos estágios novas informações são desfavoráveis. Cada estágio deve ser entendido como uma opção no valor dos subseqüentes estágios e valorizado como uma opção composta.
Opção para alteração de escala	Se as condições de mercado são mais favoráveis que as esperadas, a empresa pode expandir a escala de produção ou acelerar a utilização de recursos. De outro modo, se as condições são menos favoráveis que as esperadas, pode-se reduzir a escala da operação. Em casos extremos, a produção pode ser paralisada e recomeçadas no futuro.
Opção de Abandono	Se as condições de mercado declinarem severamente, o gestor pode abandonar as operações permanentemente realizando o valor de liquidação dos ativos.
Opção de Troca (saídas ou entradas)	Se o preço ou a demanda mudar, o gestor pode alterar o <i>mix</i> de produtos vendidos (flexibilidade de produtos). Alternativamente, os mesmos produtos de saída podem ser produzidos usando diferentes entradas (flexibilidade de processos).
Opção de Crescimento	Um investimento antecipado pode ser a ligação em uma série de projetos inter-relacionados, abrindo oportunidades de crescimento futuro.
Opção de Múltiplas Interações	Projetos da vida real freqüentemente envolvem uma coleção de vários projetos. É o caso do estudo de caso que será analisado no capítulo 3.

FONTE: TRIGEORGIS; 2002, p.2

Serão detalhadas a seguir, as opções de adiamento, opções de abandono e opções de mudança de escala que são as mais utilizadas no orçamento de capital.

2.6.1 Opção de adiamento

Em algumas situações, o projeto apresenta uma característica em que o Investimento pode ser adiado, postergando a decisão para que se tenha uma visibilidade maior do valor do projeto no

futuro. O método do FCD tradicional não captura essa flexibilidade, pois ele compara o valor presente dos Fluxos de Caixa Futuro com o valor presente dos Investimentos e toma-se uma decisão do tipo investe ou não investe.

Schwartz e Trigeorgis (2001) colocam que, muito antes do desenvolvimento das opções reais, gerentes corporativos e estrategistas já visualizam elementos dessa flexibilidade gerencial e interações estratégicas.

Pindyck (1991) coloca que, quando da realização de um investimento, essa opção de investir é morta, ou seja, os valores da flexibilidade gerenciais são jogados fora. Desiste-se da possibilidade de esperar por novas informações que chegam e que podem afetar a vontade ou o *timing* do investimento.

Ingersoll e Ross (1992) relacionam a flexibilidade gerencial com a volatilidade de taxas de juros futuros e demonstra que, por causa da alta incerteza em relação a taxas de juros no futuro, quase todos os projetos apresentam um valor de opção de adiamento. Essa opção de adiamento existe mesmo com baixa volatilidade dos seus fluxos de caixa futuro. Por causa dessa opção de adiamento, o projeto só deve ser aceito se a taxa de retorno do projeto for substancialmente maior que a taxa interna de retorno. Assim, devido à sua relevância, será apresentada a opção de adiamento.

Deduziu-se, nas secções anteriores, o valor do V^* que é o valor do projeto cuja decisão de investimento é ótima, levando em conta essa opção de adiamento que representa um tipo de flexibilidade gerencial. No exemplo apresentado, o V^* é o dobro do Investimento I .

Segundo Amram e Kulatilaka (1999), nessa situação em que o investimento pode ser adiado por um tempo, a prudente decisão de investimento deve comparar o valor de investir hoje com o valor de se esperar e investir em ponto mais adiante no tempo.

Para ilustrar esse ponto, as opções de adiamento serão exemplificadas utilizando o modelo binomial. Será suposto que o valor de um determinado investimento (sem flexibilidade), apresenta a característica de subir a uma determinada probabilidade observada q ou descer a uma probabilidade observada $(1 - q)$, como mostra a figura 2.4. Para simplificar, a decisão de investimento tem um prazo máximo no tempo, no instante $t = 2$.

Note-se que o valor do projeto pode crescer a um fator constante $u = 1,06$ em relação ao valor do período anterior e decrescer a um fator constante $d = 0,94$ em relação ao valor do período anterior. Será exemplificada a utilização da opção de adiamento para ilustrar esse tipo de opção. Para o cálculo de u , d foram utilizadas as equações (18) e (19) localizadas na página 40, considerando um $\sigma = 5,92\%$. A ilustração 10 mostra o modelo binomial aplicado a opções de adiamento.

Se para se realizar esse projeto, é necessário um investimento $I = 1.100$, deve-se rejeitar esse projeto, pois $V < I$ pelo método tradicional do FCD.

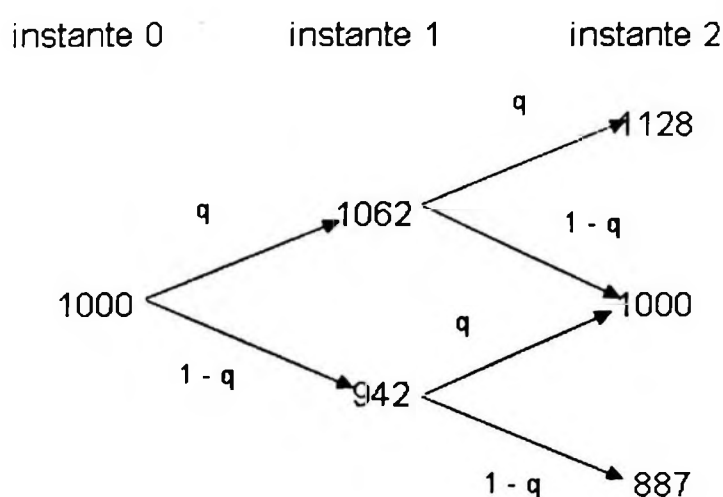


Ilustração 10 – Modelo Binomial aplicado a opções de adiamento

Por outro lado, se houver a flexibilidade de se realizar esse investimento I em algum instante do futuro, a decisão de rejeitar o investimento I poderá ser diferente.

McDonald e Siegel (1986) em seu clássico artigo em que analisa a opção de adiamento, mostra que a decisão de investir é irreversível e a decisão de adiar o investimento é reversível. Essa assimetria leva a uma regra na qual diz que se deve investir somente se o benefício excede o investimento em um determinado valor, que em seções anteriores, foi apresentado como flexibilidade gerencial. O correto cálculo compara o valor do investimento hoje com todas as possibilidades de tempo no futuro. Essa comparação envolve alternativas mutuamente exclusivas.

Assim, a idéia é analisar o projeto de trás para a frente, de modo que o valor inserido pela flexibilidade gerencial seja precificado nos instantes posteriores e esse valor seja trazido ao instante anterior por uma taxa adequada que, no caso, é a taxa livre de risco. Para isso o modelo deve utilizar a probabilidade neutra em relação ao risco.

Começa-se, então, a análise de trás para a frente. A ilustração 11 mostra o cálculo da opção no instante $t=2$. Nesse instante, o tomador de decisão só irá decidir pelo investimento se o valor do I for menor que o valor do projeto V , e o VPL dessa decisão será $V - I$. Por outro lado, se o tomador de decisão não investir, o valor do projeto será zero. Assim:

$$V_{t=2} = \text{Maximo}(\text{investir; não investir}) = \text{Maximo}(V_i - I; 0)$$

Em que:

V_i = valor do projeto sem flexibilidade no nó (pertencente ao instante $t=2$) que o valor é calculado.

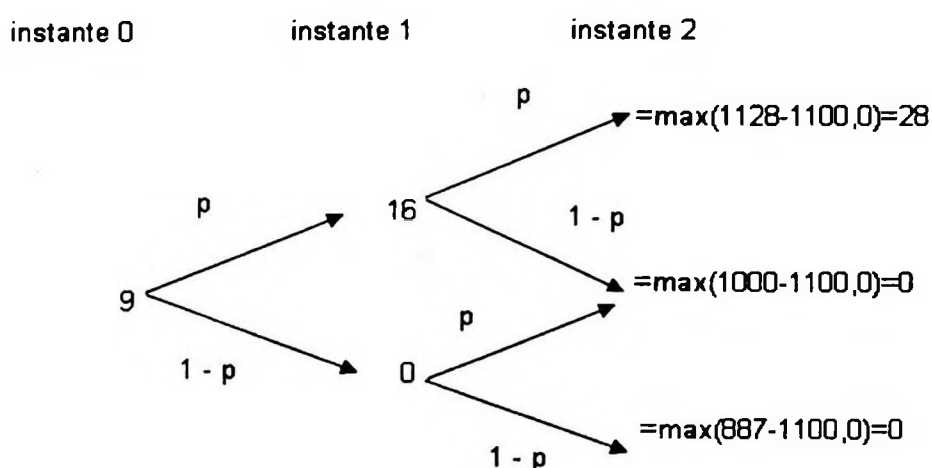


Ilustração 11 - Valor da opção no instante $t=2$

Por outro lado, no instante $t=1$, o tomador de decisão tem a flexibilidade gerencial de investir ou não investir. O valor da opção de não investir depende do que acontece se ele não investir. Isso parece óbvio, mas ajuda muito a entender como se calcula o valor da opção de não investir. Se ele não investir hoje, ele **poderá** investir no período subsequente. no caso, no

período $t=2$. Mas, no instante $t=1$, ele não sabe o que vai acontecer no instante $t=2$ (de modo determinístico), assim, calcula-se o valor esperado do que irá acontecer no instante $t=2$ e traz-se a valor presente, de acordo com a equação (20). A ilustração 12 mostra os nós do instante $t=1$.

O valor no instante $t=1$, para cada nó, é apresentado por:

$$V_{t=1} = \text{Maximo}(\text{Investir; Não Investir}) = \text{Maximo}(V_i - I; \text{Valor esperado da opção em } t=2 \text{ trazido a valor presente pela taxa livre de risco})$$

Em que:

V_i = Valor do projeto sem flexibilidade no nó i

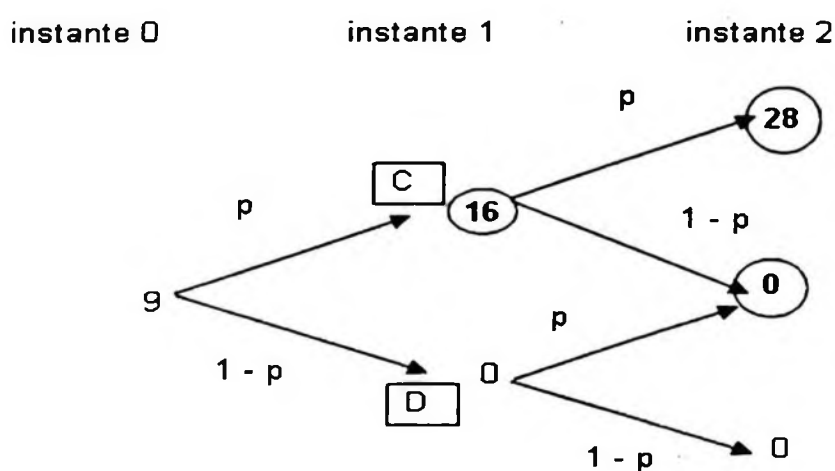


Ilustração 12 - Valor da opção no instante $t=1$

No instante $t=1$, os valores da opção de adiamento valem respectivamente:

$$V_1 = \max(1062 - 1100, (0,59 * 28 + 0,41 * 0) / e^{0,0125}) = 16$$

$$V_2 = \max(942 - 1100, (0,59 * 0 + 0,41 * 0) / e^{0,0125}) = 0$$

No instante $t = 0$ o valor da opção de adiamento vale:

$$V_1 = \max(1000 - 1100, (0,59 * 16 + 0,41 * 0) / e^{0,0125}) = 9$$

Em que:

$r = 0,0125$ é a taxa livre de risco;

$p' = 0,59$ probabilidade livre de risco;

$(1 - p') = 0,41$ complemento da probabilidade livre de risco.

Como o VPL passivo = $1.000 - 1.100 = (-100)$

$$\text{Valor da Opção} = \text{VPL expandido} - \text{VPL passivo} = 9 - (-100) = 109$$

Note-se que esse é o valor da flexibilidade gerencial, ou seja, se o projeto tiver a opção de adiar a decisão de investimento o investimento passa a ser atraente com um aumento de valor de 109 em relação ao VPL passivo.

Assim, pode-se utilizar esse modelo de opção de adiamento para um outro propósito totalmente diferente do proposto inicialmente. Chega-se à conclusão de que o valor da flexibilidade gerencial de adiar um determinado investimento $I = 1.100$ em um projeto cujo valor presente em $t=0$ $V = 1.000$, vale 109.

Se for considerado:

V = valor de mercado;

I = valor mínimo de venda.

Então a flexibilidade gerencial de vender o projeto / ativo em algum instante futuro vale 109.

Portanto, pode-se analisar a opção real de adiamento da mesma forma que a opção real de vender o projeto no futuro por um preço I . De fato, McDonald e Siegel (1986) analisam, desta forma, só que consideram tanto a variável V , valor do projeto/ativo, como a variável I investimento como variáveis estocásticas que seguem o modelo geométrico browniano, descrito na equação (2) e chegaram às mesmas conclusões que Dixit e Pindyck (1994) e simulado na secção 2.2 do presente trabalho, com o aumento do Valor do Projeto cuja decisão de investimento é ótima.

Segundo McDonald e Siegel (1986), para parâmetros razoáveis, esse valor do Projeto, cuja decisão de investimento V^* é ótima, chega a 2 vezes o investimento I . Assim, o valor da flexibilidade gerencial é igual ao próprio valor do investimento. Além disso irá ser demonstrado que, com o aumento da volatilidade do valor do projeto σ_v , há o aumento do valor da flexibilidade gerencial.

Uma outra aplicação para o modelo de adiamento é quando existe um determinado ativo A em funcionamento e deseja-se substituir por um determinado ativo B . Pode-se utilizar o modelo binomial acima considerando o I como o ativo A e o V como o ativo B , seguindo o mesmo raciocínio, inclusive analisando o valor I como estocástico. A equação abaixo mostra o valor da opção em $t=2$:

$$V_{t=2} = \text{Maximo}(\text{trocar } A \text{ por } B; \text{ não trocar } A \text{ por } B) = \text{Maximo}(VB - VA; 0)$$

Da mesma forma, pode-se trabalhar de trás para a frente até calcular o valor da opção de troca do ativo A pelo ativo B no instante $t=0$.

Assim o modelo de opção de adiamento pode ser utilizado nas seguintes situações:

- (1) Quando o investimento pode ser postergado;
- (2) Quando a opção de venda é valorizada;
- (3) Quando a opção de troca de ativos é valorizada.

Porém, nem sempre existe a flexibilidade total de postergar o investimento. Segundo Dixit e Pindyck (1994), nem sempre a empresa tem a condição de decidir postergar o investimento como se fosse um monopólio e chega-se a conclusão de que a opção de adiamento depende não somente da natureza da competição, mas também da natureza da incerteza. Se a incerteza que cerca a decisão for específica à empresa, a análise de opção de adiamento sobrevive, mas se a incerteza for agregada ou relacionada ao setor industrial a que a empresa pertence, essa flexibilidade gerencial pode chegar a zero. Assim, deve-se fazer uma análise cuidadosa da incerteza que cerca determinado investimento.

E existem diversas situações nas quais a postergação do investimento deve ser analisada com mais cautela. Segundo Brach (2003), o valor da opção de adiamento é provável que decline se essa postergação não apenas permitir, mas possivelmente convidar o competidor a entrar primeiro e capturar a participação de mercado. Além disso grandes projetos consomem um tempo significativo para completar. Durante esse tempo, as condições de mercado entre o início e o fim do projeto podem flutuar grandemente. E postergar o investimento pode aumentar mais ainda as incertezas ocasionadas pelo mercado. Neste caso, as incertezas associadas são agregadas ou relacionadas ao setor industrial. Assim, no momento que se exerce uma opção de adiamento de um investimento, tem-se que estar consciente de que essas incertezas podem zerar o valor da opção, ou seja, anular o valor da flexibilidade gerencial. O quadro 3 relaciona a aplicação da opção de adiamento com as incertezas e conseqüências na aplicação do modelo:

Quadro 3 - Aplicações de opções de adiamento e incertezas

Aplicação	Tipo de Incerteza	Conseqüência
Postergação de Investimento	Agregada ou relacionada ao setor	Diminui o valor da flexibilidade gerencial.
Opção de Venda	Específica	Sem Conseqüência
Opção de Troca de Ativos	Específica	Sem Conseqüência

Será analisado outro tipo de opções que representam, também, flexibilidade gerencial.

2.6.2 Opção de abandono

As opções de abandono são muito semelhantes às opções de adiamento e podem ser valiosas quando o projeto possui várias fases implementação. O tradicional método do FCD não

captura a possibilidade de abandonar o projeto caso as condições econômicas e de mercado deteriorem. Essa flexibilidade gerencial de abandonar o projeto é precificada através das opções de abandono. Segundo Brach, as opções de abandono foram os primeiros tipos de opções reais nos quais a teoria de opções foi aplicada.

Copeland e Antikarov (2002) ressaltam: "No ambiente de muitos de nossos clientes, observou-se uma forte e devastadora tendência a aferrar-se por tempo demais a um projeto. A análise de opções de abandono não apenas proporciona uma estimativa do valor do abandono ótimo, mas também indica quando o abandono deve ser implementado".

No caso de exercício das opções de abandono, o projeto tem a possibilidade economizar investimentos de fases posteriores, caso cenário pessimista de preço e taxas de juros sem concretizem.

De fato, Brach (2003) enfatiza que a opção de abandono é uma opção de venda, ou seja, o direito de vender o ativo/projeto e recuperar o valor de liquidação do ativo/projeto, uma vez que as condições de mercado mudarem. Em essência, a opção de abandono é um *hedge* contra uma virada da economia.

Assim, a opção de abandono representa uma flexibilidade gerencial em que a empresa pode sair do negócio evitando perdas futuras e ainda vendendo pelo valor de liquidação.

Myers e Majd (1990), em seu clássico artigo de opções de abandono, colocam que o valor de liquidação é o valor de mercado do ativo no seu mais próximo uso produtivo, sendo líquido de qualquer custo de conversão para o próximo uso. Assim, a vida do ativo, caracterizada por sua vida física ou econômica, pode ser encurtada caso a opção de abandono seja exercida. Segundo Myers e Majd (1990), geralmente, a vida do ativo é menor que a vida econômica (uso) que por sua vez é menor que a vida física do ativo.

Como na opção de adiamento, por simplicidade será utilizado o modelo binomial para exemplificar as opções de abandono. Será utilizado, também, o mesmo ativo base utilizado para exemplificar as opções de adiamento. A ilustração 13 mostra o comportamento do valor do ativo ($u=1,06$ e $d=0,94$):

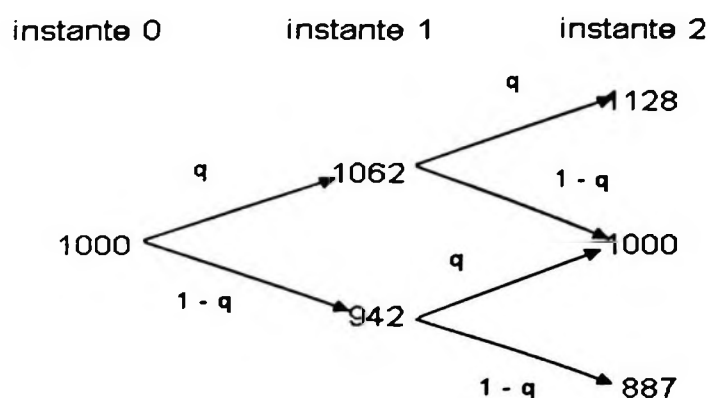


Ilustração 13 - Modelo Binomial para opção de abandono

Da mesma forma, trabalha-se calculando o valor da opção de trás para a frente e desconta-se o valor da opção para o período anterior utilizando taxa livre de risco. **Em um determinado nó, a opção de abandono terá valor se o valor do projeto for menor que o valor de liquidação do projeto, e o valor da opção será a diferença entre eles.** A ilustração 14 mostra o cálculo do valor da opção de abandono em todos os nós supondo um valor de liquidação $S = 900$:

No instante $t = 1$, o raciocínio é verificar qual a decisão traz mais valor para a empresa = máximo(abandona, não abandona). Se abandonar, o valor do projeto = valor de liquidação = 900. Se não abandonar, será mantida a opção de abandonar futuramente, ou seja, deve-se calcular o valor presente do valor esperado da opção em $t=2$, como mostram as equações a seguir:

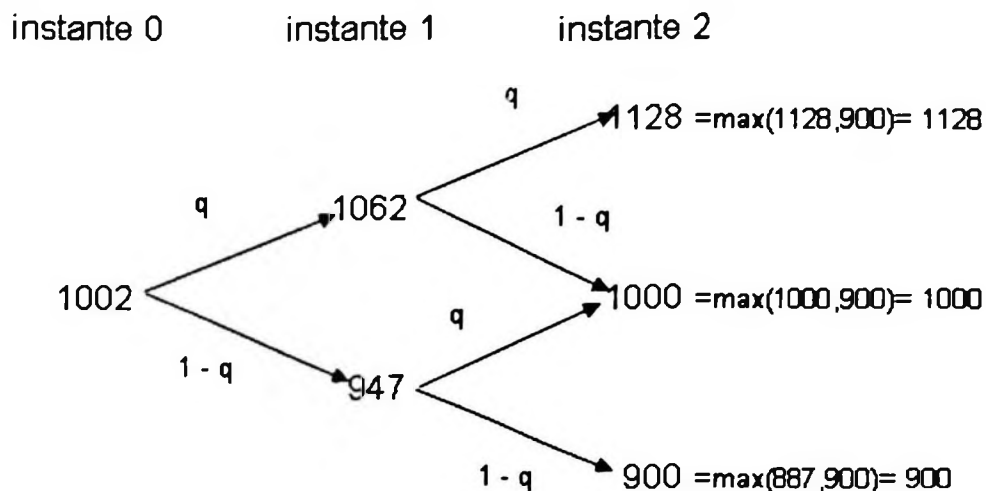


Ilustração 14 - Valor da opção de abandono em todos os nós

No instante $t = 1$, o raciocínio é verificar qual a decisão traz mais valor para empresa = máximo(abandona, não abandona). Se abandonar, o valor do projeto = valor de liquidação = 900. Se não abandonar, será mantida a opção de abandonar futuramente, ou seja, deve-se calcular o valor presente do valor esperado da opção em $t=2$ como mostram as equações a seguir:

$$V_1 = \max(900, (0,59 \cdot 1128 + 0,41 \cdot 1000) / e^{0,0125}) = 1062$$

$$V_2 = \max(900, (0,59 \cdot 1000 + 0,41 \cdot 900) / e^{0,0125}) = 947$$

$$V_0 = \max(900, (0,59 \cdot 1062 + 0,41 \cdot 947) / e^{0,0125}) = 1002$$

Em que:

$r = 0,0125$ é a taxa livre de risco;

$p' = 0,59$ probabilidade livre de risco;

$(1-p') = 0,41$ complemento da probabilidade livre de risco.

Como o VPL passivo = 1.000

$$\text{Valor da op. abandono} = \text{VPL expandido} - \text{VPL passivo} = 1.002 - 1000 = 2$$

Ou seja, a flexibilidade gerencial de poder abandonar o projeto com um valor de liquidação $S = 900$ tem valor e vale 2 para um projeto cujo Valor = 1.000 em $t=0$.

Por outro lado, Myers e Majd (1990) formularam a análise de abandono com valor de liquidação através da metodologia descrita no clássico artigo de Merton (1977). A equação parcial diferenciada para valor de abandono é dada por:

$$(1/2)\sigma^2 V^2 A_{VV} + (r - \delta) V A_V - rA + A = 0 \quad (20)$$

Em que:

V = Valor do Projeto;

σ = desvio padrão da taxa de variação de V ;

r = taxa livre de risco;

δ = taxa de dividendos ou custo de oportunidade da opção;

A = valor da opção de abandono.

Note-se que a equação (20) é igual à equação (14) (ver anexo 89) no qual foi deduzido o V^* = Valor do Projeto cuja decisão de investimento é ótima. O mesmo raciocínio que foi utilizado para desenvolver o V^* será utilizado agora, estabelecendo-se, primeiro, as 4 condições de contorno para resolver a equação (20).

Supondo $S=S(t)$ a função do valor de liquidação, as seguintes condições de contorno são apresentadas:

$$A(V=0,t)=S(t) \quad (21.a)$$

$$\lim_{V \rightarrow \infty} A(V,t) = 0 \quad (21.b)$$

$$V(t) = \max (A(V,t), \psi(t)) \quad (21.c)$$

Em que $\psi(t)$ = valor de continuar com a opção em aberto;

$$A(P,T)=\text{Maximo}(S(t),0). \quad (21.d)$$

A condição de contorno (21.a) mostra que, se o valor V do projeto é zero, o valor da opção de abandono $A(V=0,t)$ é igual ao valor e liquidação $S(t)$.

A equação de contorno (21.b) mostra que, se o valor V fica infinitamente grande, o valor da opção de abandono $A(V,t)$ tende a zero.

A equação de contorno (21.c) mostra, exatamente, o raciocínio utilizado para o cálculo do valor da opção de abandono no modelo binomial, em que $\psi(t)$ é o valor presente de se manter a opção em aberto.

A equação de contorno (21.d) estabelece a condição de contorno terminal, o valor da opção de abandono termina quando termina a vida física do projeto, ou seja, termina no momento que $S(t)$ se torna zero.

Myers e Majd (1990) resolveram a equação (20) utilizando-se de métodos numéricos e chegou-se ao seguinte gráfico (ver gráfico 3, a seguir):

Note-se que, assim como foi feito no modelo binomial, o valor do projeto V é o valor sem a opção de abandono, ou seja, é o **VPL passivo** calculado pelo método FCD tradicional.

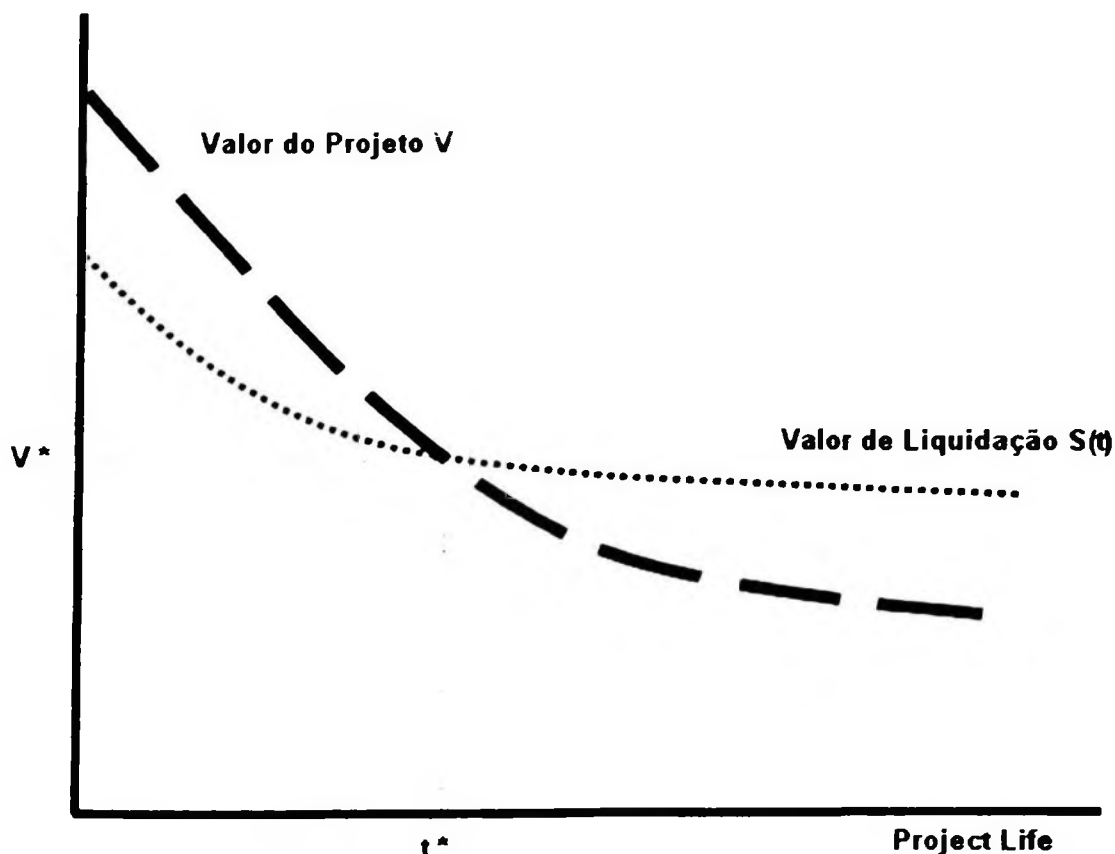


Gráfico 3 - Valor V e Valor de Liquidação S em função de t

Pelo gráfico 3, percebe-se que, a partir do instante t^* , a decisão pelo abandono pode ser tomada, pois $S(t) > V(t)$. Como o valor V^* representa o valor máximo do projeto a partir do instante t^* , V^* representa o valor do Projeto cuja decisão de abandono é ótima.

2.6.3 Opção de mudança de escala: contrair ou expandir

A flexibilidade gerencial não se limita a decidir se o investimento pode ser adiado ou se se pode abandonar o projeto, conforme estudado nos itens anteriores. Uma importante aplicação das opções reais é a mudança de escala. E nesse contexto se insere a opção de contrair e expandir a escala do projeto no futuro.

A análise FCD tradicional não prevê essa flexibilidade gerencial como conforme salientado neste trabalho. Ou se coloca no modelo de FCD tradicional a expansão/contração ou não se

coloca. É a decisão do tipo muda ou não muda, independente das condições de mercado e conseqüentemente do valor do projeto.

Segundo Brach (2003), a opção de expandir ou contrair reconhece que o corpo gerencial altera a escala e a taxa de investimento, uma vez que as condições de mercado mudam.

Uma outra forma de ver a opção de expandir são as chamadas opções de crescimento que possuem uma considerável importância estratégica. Trigeorgis (1995) coloca que essas opções criam caminhos para o crescimento, já que muitas vezes um determinado investimento, isoladamente, pode não ser atrativo inclusive com VPL passivo negativo. Porém esse investimento pode se tornar apenas o primeiro de uma série de investimentos similares, interdependentes e consecutivos, se o processo for desenvolvido com sucesso e levar para um produto ou negócio totalmente novo.

De fato, segundo Damodaran (2002), as empresas investem em determinados projetos porque isso lhes permitirá investir em outros projetos ou entrar em outros mercados no futuro, sendo que pode até aceitar um VPL passivo negativo, por causa da opção de crescimento.

Kester (1984) salienta que uma forma de analisar as opções de crescimento é pensar nestas oportunidades de investimento futuros como sendo uma opção de compra, em que o custo do investimento representa o preço de exercício da opção e o valor da opção é o valor presente dos fluxos de caixa esperados adicionados pelo valor de qualquer nova oportunidade de crescimento esperada através da propriedade e emprego do ativo/projeto. Esse valor adicionado pela oportunidade de crescimento é denominado valor de oportunidade futura de crescimento.

O grande desafio é estimar o valor de oportunidade futura de crescimento no instante de tomar a decisão (hoje). Lá no futuro, todas as incertezas estão resolvidas e fica menos complexa essa decisão. Mas hoje, muitas incertezas existem, principalmente com relação ao mercado, novas tecnologias e taxas de juros. O modelo de opções reais ajudará a lidar melhor com essas incertezas.

O modelo binomial será utilizado para ilustrar o conceito das opções de mudança de escala. Será analisada a opção de expansão e contração ao mesmo tempo. O projeto base, utilizado

nos exemplos das opções de adiamento e de abandono, também será exemplificado aqui. A ilustração 15 mostra o cálculo do valor da opção de expansão/contração em todos os nós, com as seguintes características:

- (1) Se houver uma contração no valor no mercado de 50 %, pode-se vender 50 % dos ativos por \$ 450.
- (2) Caso haja uma expansão no mercado de 30 %, investe-se \$ 100 para atender a esse mercado.

No instante $t=2$, cada nó terá o seguinte modelo de decisão:

$$V_{t=2} = \text{máximo}(\text{manter, contrair, expandir})$$

Em que **manter** significa não tomar nenhuma decisão, ou seja, o valor do projeto é mantido; **contrair** significa calcular o valor do projeto contraído adicionado pelo fluxo de caixa recebido pela liquidação da venda de parte do ativo e **expandir** significa calcular o valor do projeto expandido diminuído pelo valor de investimento necessário para aumentar a capacidade produtiva.

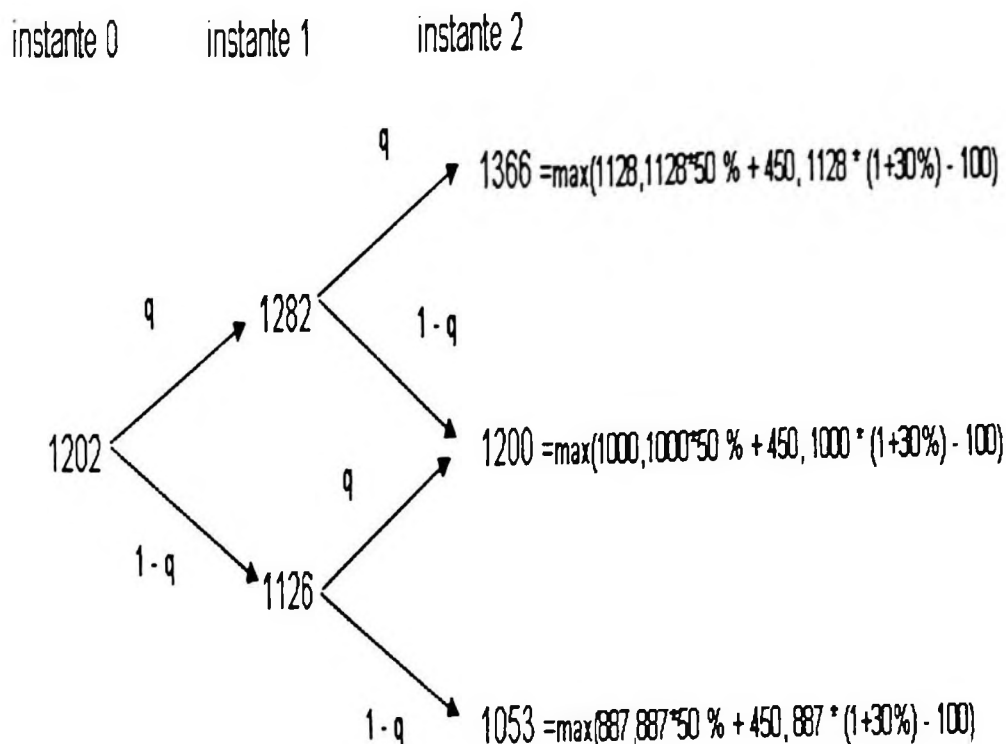


Ilustração 15 - Cálculo da opção contração + expansão

No instante $t = 1$, o raciocínio é verificar qual a decisão que traz mais valor para empresa = máximo(manter a escala, contrair, expandir). Se **mantiver a escala**, a opção não é exercida, deixando o valor da opção em aberto. O valor da opção em aberto é dado pelo valor presente dos valores esperados da opção em $t=2$. Se **contrair**, diminui-se o Valor em 50 % tendo como retorno a venda de 50 % do ativo pelo valor de liquidação \$ 450. Se **expandir**, aumentar o valor em 30 % com o investimento de 100. O valor da opção em $t=1$ é dado por:

$$V_1 = \max((0,59 \cdot 1366 + 0,41 \cdot 1200) e^{0,0125}, 1062 \cdot 50\% - 450, 1062 (1 + 30\%) - 100) = 1282$$

$$V_2 = \max((0,59 \cdot 1200 + 0,41 \cdot 1053) e^{0,0125}, 942 \cdot 50\% - 450, 942 (1 + 30\%) - 100) = 1126$$

No instante $t = 0$ o valor da opção de abandono vale:

$$V_0 = \max((0,59 \cdot 1282 + 0,41 \cdot 1126) e^{0,0125}, 1000 \cdot 50\% - 450, 1000 (1 + 30\%) - 100) = 1202$$

Em que:

$r = 0,0125$ é a taxa livre de risco;

$p' = 0,59$ probabilidade livre de risco;

$(1-p') = 0,41$ complemento da probabilidade livre de risco.

Como o VPL passivo = 1.000

Valor da op. Expansão + Contração = VPL expandido - VPL passivo =
 $1.202 - 1000 = 202$

Ou seja, a flexibilidade gerencial de poder expandir ou contrair o projeto de acordo com as condições de expansão e contração acima especificadas tem valor e vale 202 para um projeto cujo Valor = 1.000 em $t=0$.

Uma outra forma de analisar as opções de mudança de escala foi feita por Pindyck (1988). Ele mostra que a escolha de capacidade da firma é ótima quando o valor presente dos fluxos de caixa gerados pela unidade marginal de capacidade é igual ao custo daquela unidade adicional de capacidade.

A idéia é verificar para cada incremento de Investimento I (custo da unidade de capacidade) o incremento no valor presente dos fluxos de caixa gerado pelo incremento de Investimento I . No momento em que os incrementos se igualam, o nível ótimo de investimento I^* é atingido. No caso, o custo total de Investimento é igual aos investimentos de compra e instalação adicionados pelo custo de oportunidade de postergar a realização do investimento, ou seja, da flexibilidade gerencial.

O gráfico 4 relaciona o VP marginal com o custo total de Investimento.

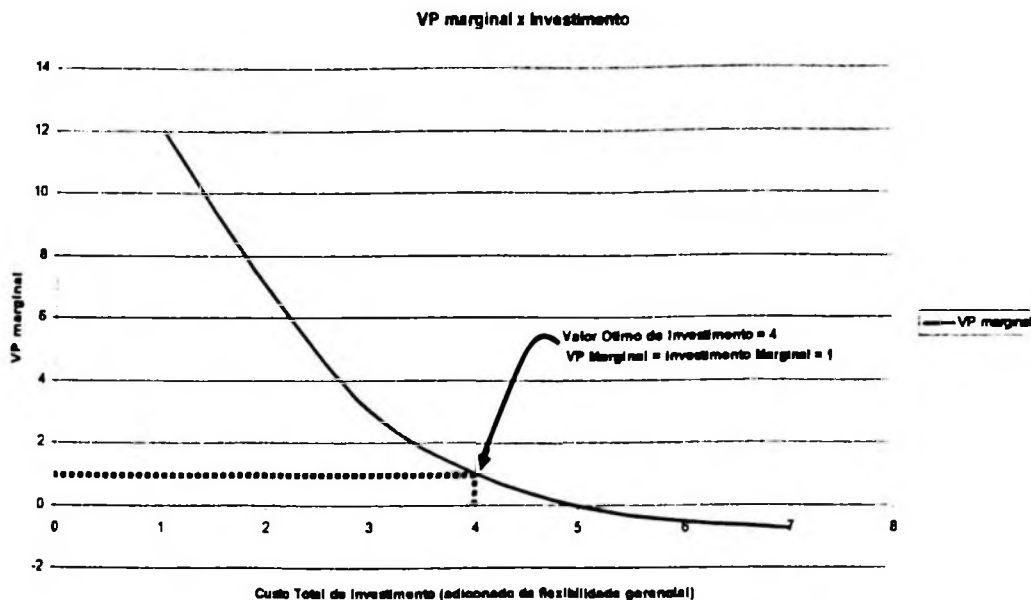


Gráfico 4 - VP marginal em função do investimento

McDonald e Siegel (1985) analisaram a opção de mudanças de escala, levando em consideração que a empresa pode encerrar temporariamente e reativar as operações dependendo das condições de mercado. Nesse artigo foi analisado o valor de projetos de investimento com a opção de encerrar e reativar a empresa levando em conta que os investidores são neutros em relação ao risco e considerou-se a receita e o custo como variáveis estocásticas. Nesse modelo, foi construída a árvore binomial do mesmo modo que se construiu a árvore de opções de adiamento, só que ao invés de serem consideradas as variáveis valor do projeto V e Investimento I , foram consideradas a Receita do Projeto R e o custo variável do projeto CV , de acordo com a relação abaixo:

$$\text{Valor da opção} = \text{Maximo} (\text{Receita} - \text{CV}, 0)$$

No caso a empresa só irá operar se a Receita for maior que o Custo Variável e encerra temporariamente quando a Receita se tornar menor que o Custo Variável. No modelo desenvolvido por McDonald e Siegel (1985), foi levado em consideração que não existe (ou não são significativos) os custos de encerramento e reativação do projeto.

2.7 Modelo de Schwartz e Moon

O modelo de Schwartz e Moon (2000) é utilizado para calcular o valor do ativo no instante $t=0$, considerando o modelo geométrico browniano e o modelo de reversão à média. Nesse artigo, os autores utilizam para valorizar as empresas de Internet. A característica da empresa de Internet era baixo endividamento bancário e baixa imobilização.

A idéia central do modelo é uma espécie de opção de abandono, sendo que essa opção de abandono é exercida quando o fluxo de caixa da empresa cai para zero. O valor calculado inclui essa opção de abandono.

Segundo Brach (2003), o modelo de Schwartz e Moon é um *mixed-jump diffusion process*, em que o *jump* simboliza o ponto no tempo quando os fluxos de caixa e ativos caem para zero.

Segundo Lopes(2001), o modelo de Schwartz e Moon pode ser uma forte ferramenta de avaliação que, mediante alguns ajustes, pode ser aplicada não somente em empresas com todas as características da "nova economia", mas também em empresas com menor grau de incerteza, sem a necessidade de se fazerem adequações baseadas no modelo de fluxo de caixa.

O modelo segue 4 passos:

- (1) Modelar o problema utilizando técnicas PDE, supondo o modelo em tempo contínuo.
- (2) Aproximar o modelo para aproximação em tempo discreto.
- (3) Estimar os parâmetros do modelo.
- (4) Resolver o modelo utilizando simulação de Monte Carlo.

Assume-se que a receita instantânea do projeto R_t segue um modelo geométrico browniano e é dado por:

$$dR_t = R_t (\mu_t - \lambda_1 \sigma_t) dt + R_t \sigma_t dz_1 \quad (22)$$

Em que:

dR_t = Variação na Receita Instantânea do Projeto;

R_t = Receita Instantânea do Projeto;

μ_t = Taxa de crescimento esperada da Receita;

λ_1 = Preço de Mercado para fator de risco (R_t versus mercado);

σ_t = Volatilidade na taxa de crescimento da Receita;

dt = Variação Instantânea no tempo;

dz_1 = Variável Wiener para a Receita Instantânea.

Uma outra Assumpção é feita com relação ao μ_t (Taxa de crescimento esperada da Receita), que é a grande potencialidade do modelo de Schwartz e Moon. Assume-se que o projeto pode começar com **alta** taxa de crescimento, mas que converge para uma taxa de crescimento mais realista no longo prazo. O que é perfeitamente aceitável, já que competidores serão atraídos pela alta taxa de crescimento competitivo. O inverso também vale. Se um determinado projeto começar com uma **baixa** taxa de crescimento, o projeto terá mais condições de crescer, pois poucos competidores serão atraídos. Assim, o modelo especifica esse equilíbrio de crescimento que pode ser aplicado em qualquer tipo de negócio. O que diferirá de negocio para negocio será especificar qual a taxa de crescimento de equilíbrio. Assim, o μ_t segue um Processo de Reversão à Média dado por:

$$d\mu_t = [\kappa (\mu - \mu_t) - \lambda_2 \eta_t] dt + \eta_t dz_2 \quad (23)$$

Em que:

$d\mu_t$ = Variação na taxa de crescimento esperada na Receita;

μ = Taxa de Crescimento Média de Longo Prazo;

κ = Taxa no qual o crescimento μ_t é esperado convergir para o μ ;

λ_2 = Preço de mercado para fator de risco (μ_t versus mercado);

η_t = Volatilidade da taxa de crescimento esperada na Receita, sendo que η_0 é a volatilidade inicial;

dz_2 = Variável Wiener para a taxa de crescimento da receita.

O modelo, também, faz considerações com respeito às volatilidades de R_t e μ_t . Assume-se que σ_t (a volatilidade de R_t) converge para um dado σ e que η_t (volatilidade de μ_t) converge para zero de acordo com as equações abaixo:

$$d\sigma_t = \kappa_1 (\sigma - \sigma_t) dt \quad (24)$$

$$d\eta_t = -\kappa_2 \eta_t dt \quad (25)$$

Em que:

κ_1 = Taxa no qual a volatilidade σ_t é esperada convergir para o σ ;

κ_2 = Taxa no qual a volatilidade η_t é esperada convergir para zero

Um outro ponto é que a variação do crescimento da receita R_t deve estar correlacionada com a variação da taxa de crescimento esperada receita μ_t , de acordo com a equação (26).

$$dz_1 dz_2 = \delta dt \quad (26)$$

Em que:

dz_1 = Variável Wiener para a Receita Instantânea;

dz_2 = Variável Wiener para a taxa de crescimento da receita.

Essa correlação δ pode ser calculada fazendo-se a regressão linear da variação da receita R_t com a variação do crescimento μ_t . Para isso, pode se utilizado o histórico da empresa. A variação do R_t será utilizada diretamente do histórico e a variação do μ_t pode ser estimada pela média geométrica dos últimos períodos. Será detalhada essa regressão nas próximas secções.

O fluxo de caixa líquido de impostos será calculado pela equação (27):

$$Y_t = (R_t - \text{Custo}_t) (1 - \tau_c) \quad (27)$$

Em que:

Y_t = fluxo de caixa líquido de imposto;

$Custo_t$ = Custos totais;

τ_c = taxas de impostos corporativas.

Note-se que o $Custo_t$ tem duas componentes que são CMV e outras despesas (fixas e variáveis). Schwartz e Moon (2000) sugerem que o CMV e as despesas variáveis sejam proporcionais a R_t de acordo com a equação (28):

$$Custo_t = CMV + Outras Despesas \quad (28)$$

$$Custo_t = \alpha R_t + \beta R_t + F$$

Em que:

α = fator de proporcionalidade entre CMV e R_t ;

β = fator de proporcionalidade entre Despesas Variáveis e R_t ;

F = Despesas Fixas.

Para a obtenção de α e β , serão realizadas regressões relacionando CMV com R_t e Despesas Variáveis com R_t respectivamente.

Segundo Schwartz e Moon (2000), estruturas de custos estocásticas mais sofisticadas podem ser incorporadas ao modelo, refletindo incertezas inerentes a competidores em potencial e desenvolvimento de novas tecnologias. Mas para o presente trabalho será utilizada a equação (28).

A equação (27) apresenta o fluxo de caixa livre de impostos. Mas os impostos somente serão pagos se a empresa não apresentar prejuízos acumulados a compensar. A equação (29) ilustra a relação entre o prejuízo acumulado a compensar e o fluxo de caixa livre de impostos:

$$dL_t = \text{Maximo}(-Y_t, dt, 0) \quad \text{se } L_t = 0 \quad (29)$$

Em que:

dL_t = Variação do Prejuízo Acumulado;

Y_t = Fluxo de Caixa Livre de Impostos.

Concluindo, o fluxo de caixa disponível X_t será dado pela equação (30):

$$dX_t = Y_t dt$$

(30)

Em que:

dX_t = Variação do fluxo de caixa disponível;

Y_t = Fluxo de Caixa Livre.

O modelo possui duas características importantes:

- (1) Se o fluxo de caixa disponível cair para zero, o modelo assume que a empresa encerra suas atividades, ou seja, não existe a possibilidade de financiamento. Trata-se de uma opção de abandono, em que:

$$V_t = \max(\text{abandonar}, \text{não abandonar}).$$

$$= \max(\text{Valor Liquidação}, \text{Valor da Opção de continuar})$$

- (2) Com relação à política de dividendos, objetivando simplificar a modelagem, o modelo assume que todo o fluxo caixa livre de impostos Y_t permanece na empresa e rende a taxa livre de risco (r) e estará disponível aos acionistas em um horizonte arbitrário de tempo T , instante no qual a empresa se reverte a uma empresa cujo crescimento é normal de mercado μ .

O objetivo principal do modelo é determinar o valor da empresa no instante corrente ($t=0$). O valor da empresa é dado pelo **valor esperado** do fluxo de caixa disponível (que foi acumulado pelos Y_t) no instante T trazido a valor presente pela taxa livre de risco r pela equação (31):

$$V_0 = E (X_t e^{-rT})$$

(31)

Em que:

V_0 = Valor da empresa no Instante 0;

X_t = Fluxo de Caixa Disponível no instante T;

e^{-rT} = fator de desconto continuamente composto do instante T até o instante $t=0$.

O modelo, então, considera que a companhia é liquidada em horizonte arbitrário T (instante no qual a empresa se reverte a uma empresa cujo crescimento é normal de mercado μ) com todo o fluxo de caixa distribuído.

As equações (22) e (23) apresentam as soluções contidas nas equações (32) e (33):

$$R_{t+\Delta t} = R_t e^{\{[\mu_t - \lambda_1 \sigma_t - (\sigma^2/2)]\Delta t + \sigma_t(\Delta t \epsilon_1)^{1/2}\}} \quad (32)$$

$$\begin{aligned} \mu_{t+\Delta t} = & e^{-\kappa \Delta t} \mu_t + (1 + e^{-\kappa \Delta t}) (\mu - \lambda_2 \eta_t / \kappa) \\ & + [(1 - e^{-2\kappa \Delta t}) / 2\kappa]^{1/2} \eta_t (\Delta t \epsilon_2)^{1/2} \end{aligned} \quad (33)$$

$$\sigma_t = \sigma_0 e^{-\kappa_1 t} + \sigma(1 - e^{-\kappa_1 t}) \quad (34)$$

$$\eta_t = \eta_0 e^{-\kappa_2 t} \quad (35)$$

Note-se que as equações (34) e (35) foram obtidas através da integração das equações (24) e (25), respectivamente.

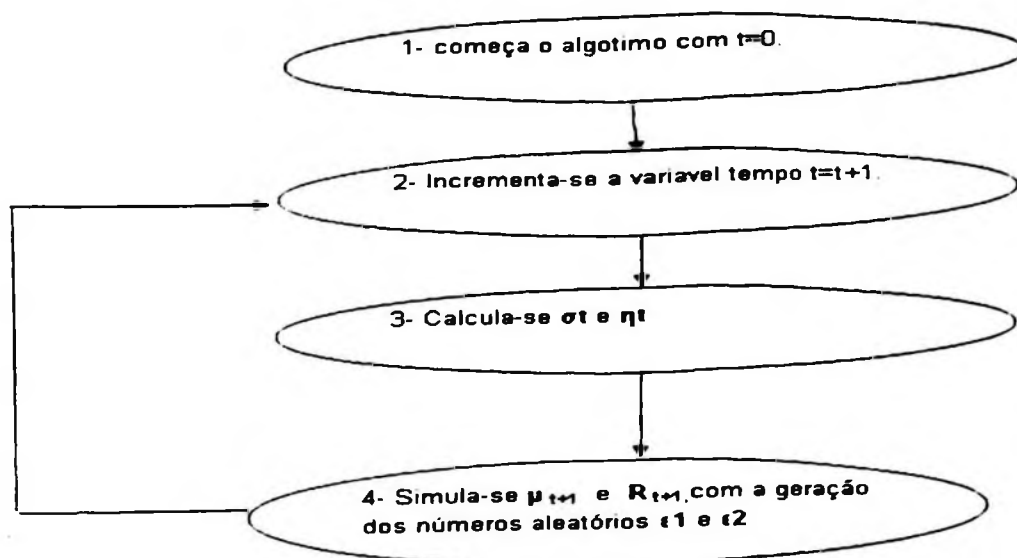


Ilustração 16 - Algoritmo de cálculo do modelo Schwartz e Moon

O modelo termina quando tanto μ_t se estabiliza para μ , no instante T . A ilustração 16 mostra o algoritmo de cálculo do modelo de Schwartz e Moon. Pode-se rodar o algoritmo da Ilustração 16 repetidas vezes, tendo como resultado a distribuição de probabilidade de R_t para $t = (1,2,3,4,5...T)$.

Utilizando as equações (28), (29), (30) e (31) calcula-se o valor esperado do fluxo de caixa disponível $E(X_t)$ ao longo do tempo.

Com $E(X_t)$ calculado, corrige-se cada $E(X_t)$ $t=1,2,3,4...T$ para o instante T e, aplicando a equação (31), conclui-se o cálculo do valor V_0 da empresa, objetivo do modelo de Schwartz e Moon.

O quadro 4 mostra como serão coletados e estimados os parâmetros para a implementação do modelo de Schwartz e Moon que servirá como base para o estudo de caso da próxima secção:

Quadro 4 - Procedimento de coleta e estimação de parâmetros para o modelo de Schwartz e Moon

PARÂMETRO		PROCEDIMENTO PROPOSTO DE ESTIMAÇÃO
Receita Inicial	R_0	Lucros e Perdas Atual
Prejuízos a compensar Inicial	L_0	Lucros e Perdas Atual
Fluxo de Caixa disponível Inicial	X_0	Lucros e Perdas Atual
Crescimento esperado das receitas iniciais	μ_0	Com base nos Lucros de Perdas Passado será feita uma projeção para o futuro.
Volatilidade Inicial das Receitas	σ_0	Desvio-Padrão da Variação Percentual das Receitas sobre um passado recente.
Volatilidade Inicial das taxas esperadas de crescimento das Receitas.	η_0	Inferida da volatilidade de mercado do preço de ação.
Correlação entre a mudança percentual na Receita com a mudança percentual na taxa esperada de crescimento	δ	Se existir, será estimada com base nos dados históricos.
Taxa de Crescimento nas Receitas para o longo prazo.	μ	Taxa de Crescimento nas receitas para uma empresa estável no mesmo setor que a empresa que está sendo valorizada.
Volatilidade de longo prazo das Receitas	σ	Volatilidade da variação percentual das Receitas para uma empresa estável no mesmo setor que a empresa que está sendo valorizada.
Taxa de Impostos Corporativos	τ_c	Manual do Imposto de Renda
Taxa de Juros Livres de Risco	r	Taxa do US TBill para 1 ano.
Velocidade de ajuste para a taxa do processo de crescimento	κ	Estimativa baseada nas premissas sobre a meia vida do processo para se chegar a μ
Velocidade de ajuste para a volatilidade do processo de receita	κ_1	Estimativa baseada nas premissas sobre a meia vida do processo para se chegar a σ
Velocidade de ajuste para a volatilidade do processo de crescimento de receita.	κ_2	Estimativa baseada nas premissas sobre a meia vida do processo para zerar a variação do crescimento de receita.
CMV como uma percentagem da receita	α	Futura projeção baseada no histórico.
Despesas Administrativas como uma percentagem da Receita	F	Futura projeção baseada no histórico.
Despesa Variável como percentagem da Receita	β	Futura projeção baseada no histórico.
Preço de Mercado de Risco para o fator receita	λ_1	Obtido multiplicando-se a correlação entre a variação percentual das receitas e o retorno da riqueza agregada, com o desvio-padrão da riqueza agregada
Preço de Mercado de Risco para o fator taxa esperada de crescimento nas receitas	λ_2	Obtido multiplicando-se a correlação entre a variação entre o crescimento esperado das receitas e o retorno da riqueza agregada, com o desvio-padrão da riqueza agregada
Horizonte para estimativa	T	Um horizonte de longo termo arbitrário na qual a companhia se torna uma empresa com crescimento normal
Incremento de tempo para a versão discreta do modelo	Δt	Escolhido de acordo com a disponibilidade de dados, no caso do modelo a ser estruturado será trimestral.

O modelo será quantificado no capítulo de Metodologia de Pesquisa.

2.8 Cálculo do valor da empresa utilizando modelo de Longstaff e Schwartz

Longstaff e Schwartz (2001) propuseram um modelo para simular opções americanas utilizando a simulação de Monte Carlo em seu clássico artigo da UCLA. Foi colocado, nas secções anteriores, o fato de a Simulação de Monte Carlo não ser um método ideal para valorizar opções americanas, pois não se têm condições de saber se o exercício antecipado é ótimo quando determinado nó é atingido. Para saber isso, é preciso saber o que ocorre no futuro e somente o modelo binomial tem essa potencialidade.

Longstaff e Schwartz resolvem esse problema. Assim como no modelo binomial já apresentado em secções anteriores, o modelo de Longstaff e Schwartz compara o valor de se realizar a opção em um determinado nó com o valor de continuar com a opção em aberto, ou, como muitos autores colocam, deixar a opção viva, como mostra a equação abaixo:

$$V_i = \text{máximo}(\text{exercer a opção}, \text{continuar com a opção em aberto}).$$

O problema, na Simulação de Monte Carlo, é verificar o valor de se continuar com a opção em aberto, com o objeto de tomar a decisão ótima. Suponha-se que se tem um conjunto de rotas de Valores V_i que foram geradas aleatoriamente, de acordo com algum processo estocástico (Movimento Geométrico Browniano ou Reversão a Média), como mostra a tabela 3:

Tabela 3 - Exemplos de rotas geradas aleatoriamente com V_i

Caminhos	T=0	T=1	T=2
1	1,00	1,10	0,98
2	1,00	0,95	1,05
3	1,00	1,15	1,20
4	1,00	0,80	0,90

Como no processo binomial, começa-se de trás para a frente, e suponha-se que se calcula a opção de adiamento de investimento, sendo que o investimento $I = 1.10$. Assim, a decisão, em $T=2$, fica:

$$V_2 = \text{Maximo}(V_i, 1.10)$$

Gerando assim a seguinte matriz em $T=2$, como mostra a tabela 4:

Tabela 4 - Decisão ótima em $T=2$ e $T=1$

Caminhos	$T=0$	$T=1$	$T=2$
1		$\text{Max}(1,10 - I, Y1)$	0,00
2		$\text{Max}(0,95 - I, Y2)$	1,00
3		$\text{Max}(1,15 - I, Y3)$	0,20
4		$\text{Max}(0,80 - I, Y4)$	0,00

Para construir a matriz em $T=1$, deve-se comparar o valor de exercer a opção em $T=1$ com o valor de continuar com a opção em aberto, como mostra a equação abaixo:

$$V1 = \text{máximo}(\text{exercer a opção, continuar com a opção em aberto}) \\ = \text{máximo}(V_{i-1}, Y_i)$$

Em que:

$V1$ = Valor da opção no estágio 1 em qualquer dos caminhos;

V_i = Valor do Projeto gerado pela Simulação de Monte Carlo;

I = Valor do Investimento;

Y_i = Valor de Continuar a Opção.

A grande potencialidade do modelo de Longstaff e Schwartz é exatamente o algoritmo de geração dos Y_i . Para se gerar os Y_i , o modelo sugere uma regressão do tipo:

$$Y_i = aV_i + b$$

Em que:

Y_i = fluxo de caixa descontado recebido no período posterior;

V_i = Valor do Projeto no período.

O próximo passo é substituir os valores reais de V_i (no caso os valores da tabela 3) na fórmula da regressão e calcular os Y_i da tabela 4. Com isso, o valor da opção em $T=1$ é estimado. Esse passo é executado até $T=0$.

Um ponto importante do modelo é que se um determinado caminho apresentar vários valores de opções, o que vale é o valor mais próximo do $T=0$.

O valor da opção ou valor da flexibilidade gerencial será a média aritmética de todos os valores de opções tabelados na matriz.

Para gerar os caminhos será utilizado o Movimento Geométrico Browniano, dado pela equação (36).

$$dV = V\mu(t)dt + V\sigma(t)\varepsilon dt^{1/2} \quad (36)$$

Em que:

dV = Variação do Valor do Projeto;

V = Valor do Projeto;

$\mu(t)$ = Taxa de Crescimento;

$\sigma(t)$ = Desvio Padrão do Projeto;

ε = Variável Aleatória que segue uma distribuição $N[1,0]$;

dt = Intervalo de tempo.

O modelo será quantificado no capítulo de Metodologia de Pesquisa.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Segundo Yin (2005) o estudo de caso é apenas uma das muitas maneiras de se fazerem pesquisas em Ciências Sociais. Em geral, os estudos de casos são preferidos quando se colocam questões do tipo "**Como**" e "**Por que**", em que se tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real. E essa é exatamente a realidade do presente trabalho.

Ainda, seguindo Yin (2005, p. 33, grifo nosso)

A investigação de estudo de caso enfrenta **uma situação tecnicamente única** em que haverá muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados. e, como resultado, baseia-se em **várias fontes de evidências**, com os dados precisando convergir em um formato de triângulo. e, como outro resultado, beneficia-se do desenvolvimento prévio de **proposições teóricas** para conduzir a coleta e a análise de dados.

Assim o estudo de caso deverá ser caracterizado por uma situação tecnicamente única, os dados sendo gerados por várias fontes e baseados em proposições teóricas.

3.1 Projeto de pesquisa

O projeto de pesquisa é composto pelos seguintes itens: questões de estudo, proposições, unidades de análise, lógica que une os dados a proposições e critérios para interpretar as constatações.

3.1.1 Questão de estudo e objetivos

O presente trabalho visa, fundamentalmente, responder à seguinte questão: Como a Flexibilidade Gerencial influencia a mensuração do valor do ativo na Contabilidade Gerencial ?

No capítulo 2 que apresenta o referencial teórico, foi apresentada toda a teoria que se baseia a mensuração da flexibilidade gerencial, a razão de sua existência, quais variáveis que influem

na sua mensuração e como pode influenciar na mensuração do ativo na Contabilidade gerencial que é baseada em desempenhos futuros dos ativos.

A Flexibilidade Gerencial será calculada utilizando cinco métodos (FCD tradicional, PDE, Binomial CRR, Schwartz e Moon e Longstaff e Schwartz) e será verificada a sua influência no valor do ativo na Contabilidade Gerencial.

O objetivo geral deste trabalho será analisar como a Flexibilidade Gerencial influencia a mensuração do ativo na Contabilidade Gerencial.

A variável dependente a ser analisada, neste trabalho, será o valor da flexibilidade gerencial, enquanto a variável independente será o valor do ativo.

O tema em questão se caracteriza por ser relativamente pouco explorado na Contabilidade Gerencial. No departamento, alguns trabalhos já focaram este assunto, como em Monteiro (2003), que faz uma análise de Opções Reais aplicadas em ambientes de alta volatilidade. Assim, devido à relevância do tema, o presente trabalho objetiva atingir os seguintes objetivos específicos:

- (1) Estudar a metodologia das opções reais, discutindo as contribuições para o processo de avaliação de ativos de forma a ajudar na mensuração do ativo com o objetivo de fornecer informações úteis para a tomada de decisão em orçamento de capitais. Aqui foi empregada uma profunda pesquisa sobre FCD e sobre os conceitos e técnicas das opções reais, conforme pode ser observado no capítulo 2 e pela Bibliografia.
- (2) Como esse trabalho se situa na Contabilidade Gerencial, que pretende fornecer modelos decisórios para uso na realidade empírica, não poderíamos ficar limitados a pesquisas bibliográficas. Assim, através de um estudo de caso real, procurou-se comparar a mensuração do valor da empresa do método do FCD tradicional com a que é realizada através da metodologia de opções reais.
- (3) Verificar até que ponto a flexibilidade gerencial aumenta o valor do ativo, influenciando, assim, a tomada de decisão.
- (4) Verificar quais os modelos de Opções Reais (Binomial, Schwartz e Moon e Longstaff e Schwartz) são mais aplicáveis ao orçamento de capitais.

3.1.2 Proposições

- 1 - A flexibilidade gerencial aumenta o valor do ativo pois adiciona ao modelo ações gerenciais após a chegada de novas informações de mercado.
- 2 - Com o aumento da volatilidade, há o aumento da flexibilidade gerencial.

3.1.3 Unidade de análise

Este estudo de caso será um estudo de caso único. Será mensurada a flexibilidade gerencial e seu impacto no valor de uma empresa do ramo químico, situada no interior de São Paulo, empresa esta que é fornecedora de insumos para empresas de higiene e limpeza e que, por estar inserida em um processo de aquisição por parte de um grupo europeu, será mantida sob sigilo.

A empresa em questão é de médio porte, apresentou um crescimento de fluxo de caixa de 8.62 % ao trimestre e uma volatilidade de 22 %, quando se considera fluxo e caixa trimestral. Esses dados serão as nossas condições de contorno, ou seja, **trata-se de uma empresa de médio porte, como crescimento de fluxo de caixa e volatilidade elevados.**

3.1.4 Lógica que une os dados às preposições

Nessa fase de projeto, deve-se conectar os dados com as proposições. Os dados serão obtidos na Contabilidade Financeira e na Contabilidade Gerencial da Unidade de Análise. Após a aplicação dos modelos de precificação de flexibilidade gerencial será verificado como a flexibilidade gerencial impacta no valor da empresa e como a volatilidade interfere na flexibilidade gerencial.

3.1.5 Critérios para interpretação das constatações

Após a coleta de dados e análise de evidências, deve-se verificar se existe algum fator que particularize essa unidade de análise de tal forma que se impeça que os resultados do estudo de caso possam ser generalizado para um universo maior de empresa.

3.2 Coleta de dados

Depois de realizado o projeto de pesquisa, em que esta é direcionada, principalmente, de acordo com a questão de pesquisa, segue-se a fase de coleta de dados. De fato, segundo Yin (2005:125-134) a coleta de dados deve seguir três princípios:

- 1 – Devem ser utilizadas várias fontes de evidências (dados).
- 2 – Criar um banco de dados para o estudo de caso.
- 3 – Deve-se manter o encadeamento de evidências.

Para orientar a coleta de dados, foi criado o seguinte protocolo de coleta de dados. Yin (2005) coloca que o protocolo é uma agenda padronizada para a linha de investigação do pesquisador. O quadro 5 mostra o protocolo utilizado para a coleta de dados.

Quadro 5 – Protocolo de coleta de dados

A – Introdução ao Estudo de Caso e Objetivo do protocolo
A1 – Questões, Hipóteses e proposição do estudo de caso: ver item 3.1.1., 3.1.2 e 3.1.3 paginas 95-97.
A2 – Referencial Teórico: ver capítulo 2, paginas 12-93
A3 – Papel do protocolo: direcionar a coleta de dados para que objetivo da pesquisa seja alcançado.
B – Procedimento da Coleta de dados
B1 – Local: Os dados se encontram tanto no sistema contábil da empresa quanto no sistema gerencial da empresa. Com relação aos dados contábeis, serão utilizados os balancetes mensais e com relação aos dados gerenciais serão utilizadas as telas de consulta.
B2 – Plano de Coleta: Como os relatórios contábeis ficam arquivados, pode-se consultá-los a qualquer momento após o fechamento do balancete. Os dados gerenciais podem ser consultados via sistema, inclusive por internet, de um modo remoto. Como o horizonte de consulta é dois anos, retroativos a partir de março de 2004, a partir da segunda quinzena de abril de 2004 a coleta pode ser efetuada, já que existe um prazo de quinze dias para as conciliações do balancete de março de 2004.
B3 – Preparação esperada anterior à visita: O ideal é que os dados contábeis estejam disponibilizados em ordem cronológica com todas as subcontas abertas. O relatório analítico é preferível ao relatório sumarizado, pois o pesquisador melhora a sua análise.
C – Questões do Estudo de Caso
C1 – Procedimento de coleta de Dados Contábeis: Os dados contábeis que serão coletados se restringirão à receita líquida, CMV, despesas administrativas e despesas de vendas (as outras despesas estão rateadas no CMV), pois o objetivo será a confecção do EBTIDA. Assim, deve-se conciliar o valor dessas contas comparando os dados do sistema contábil com os dados do sistema gerencial. Devem ser coletados os dados mensais e serem feitas, por amostragem, checagem de que os dados apresentem documentos comprobatórios.
C1 – Procedimento de coleta de Dados Gerenciais: Os dados gerenciais se restringirão à receita líquida, CMV, despesas administrativas e despesas de vendas(as outras despesas estão rateadas no CMV), pois o objetivo será a confecção do EBTIDA. As telas devem ser sumarizadas mensalmente para que a estatísticas resultante seja mensal.
D – Avaliação
D1 – Discrepância de Dados Gerenciais com Dados Contábeis: Caso haja discrepância entre os dados contábeis e gerenciais, deve-se refazer a consulta dos dados gerenciais, pois pode ter havido problema de leitura da informação na tela. Caso a discrepância continue, deve-se verificar os lançamentos analíticos na Contabilidade, para verificar se não houve erro de processamento.

3.2.1 Dados contábeis

Os dados contábeis foram coletados dos relatórios de balancetes mensais do DRE (Demonstração de Resultado do Exercício). Esses relatórios são padronizados de acordo com a Contabilidade Societária. Quando houve alguma dúvida, foi consultado o relatório do razão em que consta a classificação contábil analítica da empresa.

3.2.2 Dados gerenciais

Os dados gerenciais foram coletados no sistema gerencial da empresa. A ilustração 17 mostra a tela de consulta das receitas, CMV e despesas.

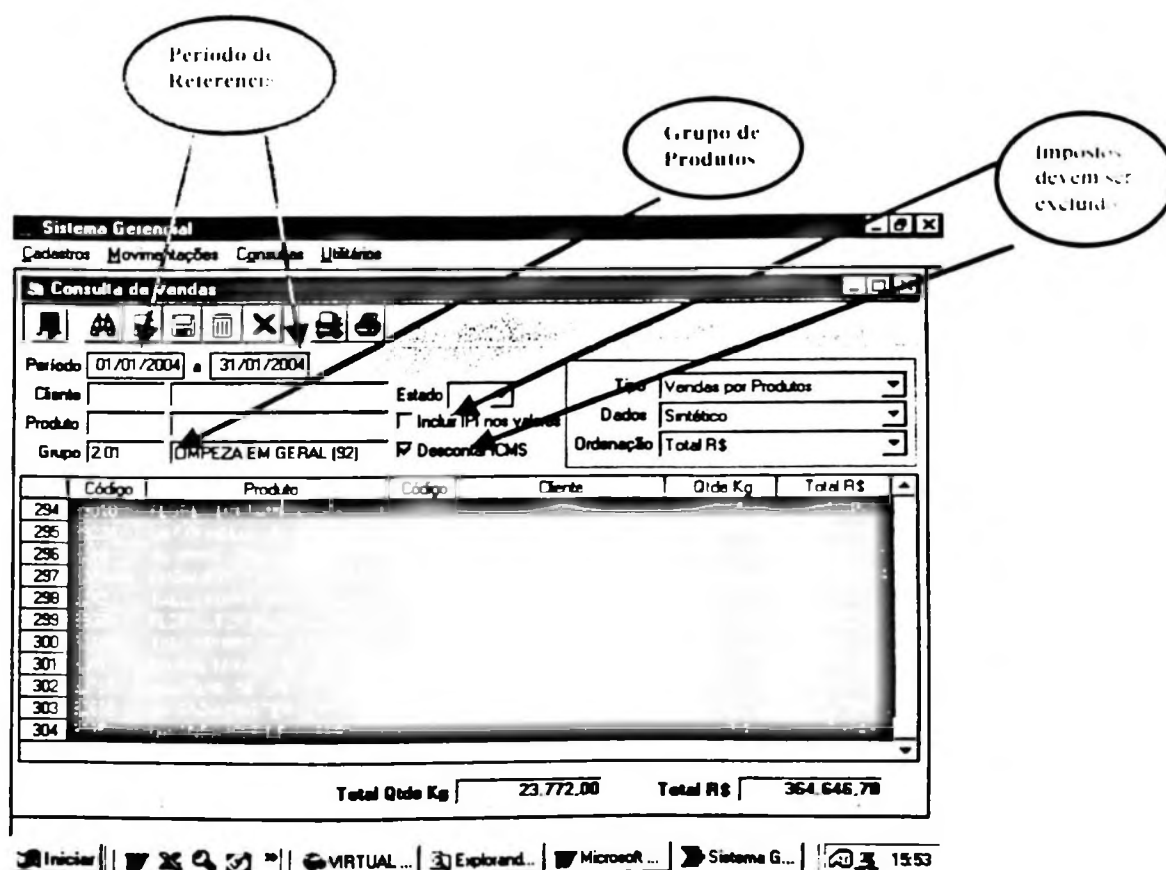


Ilustração 17 - Tela de consulta do sistema gerencial

3.3 Análise quantitativa e processamento dos dados

Será dividida a análise quantitativa do presente trabalho em 6 partes:

- 1- Cálculo do V^* utilizando PDE.
- 2- Cálculo do Valor da Empresa utilizando o FCD tradicional.
- 3- Cálculo do Valor da Flexibilidade Gerencial utilizando Método Binomial (CRR) e Teoria das Opções.
- 4- Cálculo do Valor da Empresa Utilizando Modelo de Schwartz e Moon.
- 5- Cálculo do Valor da Empresa Utilizando Modelo de Longstaff e Schwartz.
- 6- Análise de Volatilidade

Note que as 6 partes da análise quantitativa estão interligadas e a valorização final levará em conta o resultado obtido por cada uma das 6 partes.

Os dados foram coletados no começo do ano de 2004. Os seguintes anexos foram gerados:

ANEXO 1	LUCROS E PERDAS DE 2002
ANEXO 2	LUCROS E PERDAS DE 2003
ANEXO 3	LUCROS E PERDAS DO 1o. TRIMESTRE DE 2004

3.3.1 Cálculo do V^* utilizando PDE

A primeira parte do modelo será o cálculo do V^* . O V^* representa o valor do projeto cuja decisão de investimento é ótima.

Segundo as equações (16) e (17) tem-se:

$$V^* = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} I \quad (16)$$

$$\beta_1 = 1/2 - (r - \delta) / \sigma^2 + \{[(r - \delta) / \sigma^2 - 1/2]^2 + 2r / \sigma^2\}^{1/2}$$

Em que:

V^* = valor do projeto cuja decisão de investimento é ótima;

r = taxa livre de risco;

δ = Custo de Oportunidade da opção ou "dividendos";

σ = desvio-padrão da variação percentual do valor.

O quadro 6 mostra procedimento de coleta e estimação de parâmetros para o cálculo de V^* :

Quadro 6 - Procedimento de coleta e estimação de parâmetros para o cálculo de V^* e P^*

PARÂMETRO	PROCEDIMENTO PROPOSTO DE ESTIMAÇÃO
Taxa Livre de Risco	Taxa do <i>Tbills</i> americano para 1 ano. Coletada na revista <i>The Economist</i> (2004)
Custo de Oportunidade	É o custo de oportunidade por parte dos acionistas. Será calculado pela diferença do retorno total dos ativos exigidos pelos acionistas α e o crescimento esperado desta taxa de crescimento μ .
Desvio-Padrão da variação percentual do valor	Será utilizado o histórico contido nos anexos 1,2,3. O valor de cada período será calculado por $V = X / \delta$, em que X representa o fluxo de caixa livre gerado no período. A variação percentual do período será calculada em função do período anterior. Ver figura 3.2

Segundo a revista de negócios *The economist* (2004), a taxa livre de risco (*Tbills* americano para 1 ano) tem o valor de 2,52 % ao ano.

A tabela 5 mostra o cálculo do valor e o desvio-padrão da variação do valor para o período de 2002 a 2004. Note-se que a tabela 5 já está transformada em US\$ e o desvio padrão foi calculado mensalmente. Foi assumida a hipótese de que o caixa inicial da empresa, em janeiro de 2002, $X_0 = 0$.

Tabela 5 - Cálculo do desvio padrão de $\Delta V/V$

COMPANY:

Ano 2002, 2003 e 1o. trim 2004 Fluxo de Caixa Operacional
em 000 US\$

Período	$\delta =$				Valor Vi (E)	Variação Percentual $\Delta V/V$ (%)
	20,00% a . a	1,67% a . m.	receita (A)	ebtida (B)		
jan/02	291	103	8	95	5.706	
fev/02	226	96	6	90	5.425	-5%
mar/02	247	89	7	83	4.970	-8%
abr/02	277	108	8	100	6.009	21%
mai/02	249	72	7	65	3.898	-35%
jun/02	224	88	6	82	4.943	27%
jul/02	214	73	6	67	4.034	-18%
ago/02	268	94	7	87	5.198	29%
set/02	177	58	5	53	3.173	-39%
out/02	252	92	7	85	5.092	60%
nov/02	237	79	6	73	4.386	-14%
dez/02	218	63	6	57	3.410	-22%
jan/03	224	83	6	77	4.627	36%
fev/03	210	64	6	58	3.496	-24%
mar/03	228	82	6	76	4.578	31%
abr/03	278	93	8	86	5.155	13%
mai/03	278	102	8	94	5.668	10%
jun/03	302	107	8	99	5.968	5%
jul/03	377	139	10	129	7.739	30%
ago/03	304	97	8	88	5.300	-32%
set/03	294	76	8	68	4.077	-23%
out/03	395	98	11	87	5.245	29%
nov/03	264	63	8	55	3.318	-37%
dez/03	303	60	8	52	3.100	-7%
jan/04	340	85	9	75	4.534	46%
fev/04	266	76	7	68	4.105	-9%
mar/04	439	117	12	105	6.305	54%
Total	7.401	2.357	201	2.155		

DESVIO PADRÃO DA VARIÁVEL $\Delta V/V \longrightarrow 29,56\%$

Para o cálculo do X_i = fluxo de caixa operacional foram utilizados os anexos 1,2 e 3 que contêm a estatística do *EBTIDA* (*Earning Before Tax, Interest, Depreciation e Amortization*) descontado do valor de impostos no período. Na Tabela 5 é representada pela coluna D.

$$V_i = X_i / \delta$$

(39)

Em que:

X_i = Fluxo de Caixa no período i ;

δ = custo de oportunidade que é calculado por $\alpha - \mu$.

O α é o retorno exigido pelo acionista. O μ é o crescimento esperado. Para o cálculo do μ , será analisado como se comportou o fluxo de caixa no período e verificada a existência ou não desse crescimento. Para isso será feita uma regressão linear temporal de μ (será utilizado nível de significância de 95%). A tabela 6 e o gráfico 5 mostram os dados desta regressão.

O seguinte teste de hipótese foi realizado (considerando nível de significância de 95%):

H_0 = coeficiente da regressão = 0

H_1 : Coeficiente da regressão < 0

Rejeito H_0 pois P-value > 0 . Portanto a regressão tem coeficiente zero.

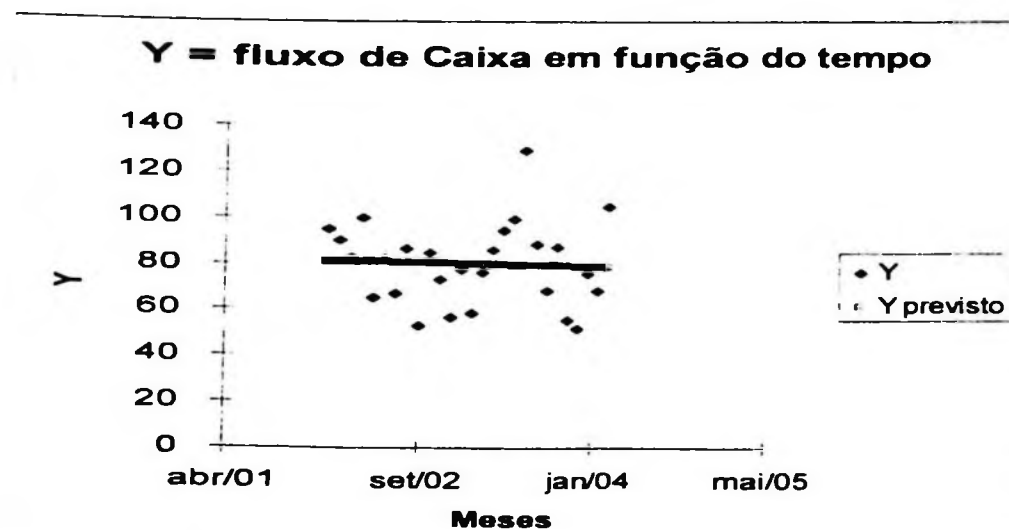


Gráfico 5: Regressão do Fluxo de Caixa em relação ao Tempo

Tabela 6- Regressão temporal dos fluxos de caixa

RESUMO DOS RESULTADOS

estatística de regressão					
R múltiplo	0,046912				
R-Quadrado	0,002201				
R-quadrado	-0,03771				
Erro padrão	18,41193				
Observação	27				

ANOVA					
	gl	SQ	MQ	F	% significação
Regressão	1	18,69204	18,69204	0,055139	0,816264
Resíduo	25	8474,975	338,999		
Total	26	8493,667			

	Coefficiente	Erro padrão	Stat t	valor-P	5% inferior	5% superior	inferior 95,0%	superior 95,0%
Interseção	211,9993	562,8591	0,376647	0,709614	-947,23	1371,229	-947,23	1371,229
Variável X	-0,00351	0,014949	-0,23482	0,816264	-0,0343	0,027277	-0,0343	0,027277

P-value

Pela regressão efetuada, nota-se que não existe crescimento e o P-value > 5%.

Assim adotar-se-á $\mu = 0$. Com isso $\delta = \alpha$.

Aplicando a equação (17), pode-se calcular o β_1 :

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 1/2 - (r - \delta) / \sigma^2 + \{[(r - \delta) / \sigma^2 - 1/2]^2 + 2r / \sigma^2\}^{1/2} = \\ &= 1/2 - (2,52\% - 20\%) / 29,56\%^2 + \\ &+ \{[(2,52\% - 20\%) / 29,56\%^2 - 1/2]^2 + 2 * 2,52 / 29,56\%^2\}^{1/2} = \\ &= 511\% \end{aligned}$$

Finalmente pode-se calcular o V^* e utilizando a equação (16) tem-se:

$$V^* = \beta_1 / (\beta_1 - 1) * I = 5,11 / (5,11 - 1) * I = 1,24 * I$$

Em que:

V^* = valor do projeto cuja decisão de investimento é ótima;

I - Investimento

Essa relação mostra que a decisão ótima de investimento ocorre quando o valor do projeto atingir 1,24 vezes o valor do investimento. Assim, a regra tradicional do FCD que diz que o investimento é viável quando iguala o valor do projeto, pode levar a uma decisão errada de aceitar o projeto sem levar em conta as incertezas futuras.

Das incertezas futuras resultam que se deve adicionar uma margem de segurança de 24 % do valor do investimento, para que as incertezas sejam resolvidas e a decisão ótima seja tomada.

Esse é o valor adicionado ao projeto devido à opção de postergar o investimento. É o valor adicionado ao projeto devido à flexibilidade gerencial de postergar o investimento.

Pela Tabela 5, tem-se que o valor do projeto em mar-04 = US\$ 6.305 mil. Se um investimento estiver sendo estudado em mar-04 no valor de US\$ 1.000, se a decisão puder ser postergada, a decisão ótima seria tomada quando o projeto atingisse o valor de:

$$V_{\text{ótimo}} = V_{\text{atual}} + I * 1,24 = 6.305 + 1.000 * 1,24 = 7.545$$

Esse é o primeiro resultado numérico que se obtém neste trabalho, em que se mostra que a flexibilidade gerencial tem valor e vale 24 % do valor do projeto.

O V^* será utilizado conjuntamente com os próximos métodos para valorizar a flexibilidade gerencial.

Agora, será estimado o valor do projeto sem flexibilidade, utilizando o método do FCD tradicional. O valor do projeto sem flexibilidade será base para construção do modelo binomial que também medirá o valor da flexibilidade gerencial.

3.3.2 Cálculo do valor da empresa utilizando o FCD tradicional

Para o cálculo do FCD tradicional, é preciso estimar as receitas, custos e despesas para os próximos períodos e trazer o fluxo de caixa a valor presente. Será feita essa estimativa para 5 anos e estimar-se-á (juntamente com a gerência da empresa) um valor de perpetuidade de fluxos de caixas que depende do fluxo de caixa no último período, do custo de capital estimado para a perpetuidade μ_p e a estimativa de crescimento desses fluxos de caixa α_p .

Para o caso das receitas, foi feita uma regressão temporal da receita como mostra a tabela 7 e o gráfico 6.

Os dados foram agrupados em trimestres sendo que os dados do 1o trimestre de 2002 foram desprezados, pois, segundo a gerência da empresa, nesse período ocorreram muitos problemas de sistema tornando as informações sem confiabilidade. Note-se que existe uma alta correlação linear da receita com o tempo ($R^2 = 0,7669$). Assim, pode-se utilizar a equação da regressão como estimador da receita no futuro, supondo esse crescimento se manter. Assim, a equação da receita é mostrada na equação (37):

$$\text{Receita} = 55,638 x + 579,29$$

(37)

Em que:

x = número de trimestres após a data inicial de 01-04-02

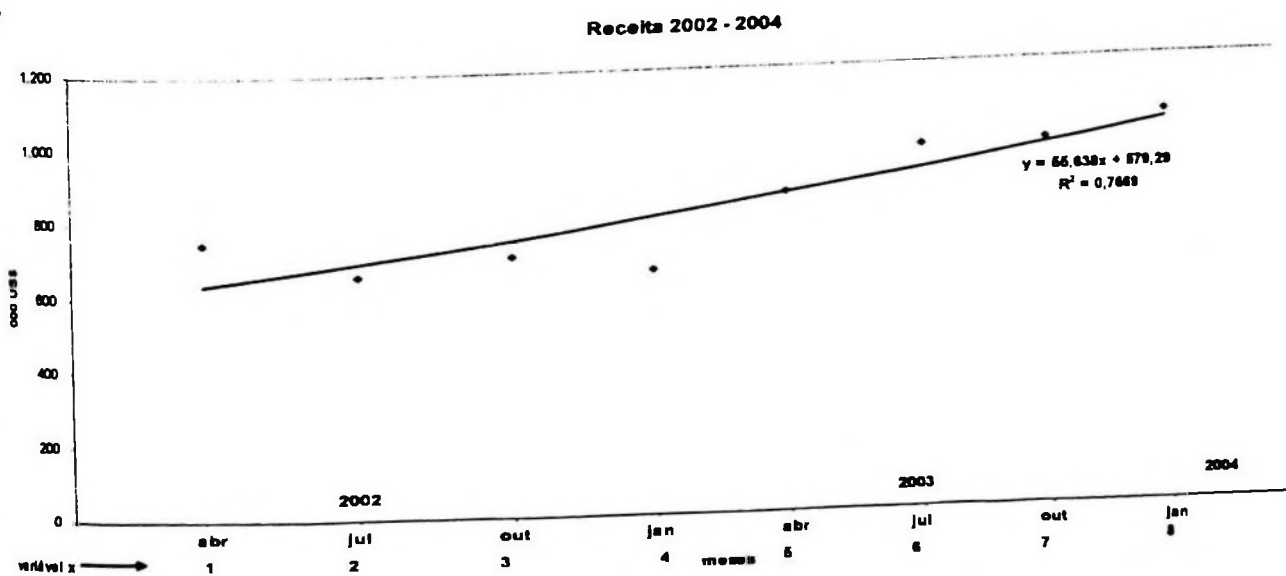


Gráfico 6 – Regressão Temporal de Receitas

Tabela 7 - Regressão temporal de receitas

RESUMO DOS RESULTADOS

estatística de regressão

R múltiplo	0,875757
R-Quadrado	0,76695
R-quadrado	0,728108
Erro padrão	81,14541
Observação	8

ANOVA

	gl	SQ	MQ	F	significação
Regressão	1	130016,1	130016,1	19,74555	0,004359
Resíduo	6	39507,46	6584,577		
Total	7	169523,5			

P value < 5%

	Coefficiente	Erro padrão	Stat t	valor-P	5% inferior	5% superior	95,0% inferior	95,0% superior
Interseção	579,2877	63,22799	9,161887	9,52E-05	424,5743	734,0012	424,5743	734,0012
Variável X	55,63831	12,52101	4,443596	0,004359	25,00048	86,27613	25,00048	86,27613

Para estimar o CGS, a despesa administrativa e a despesa comercial, foram feitas regressões dessas variáveis em relação à receita como mostra a tabela 8. Essas equações serão utilizadas para estimar os fluxos de caixa futuros com o objetivo de calcular o FCD pelo método tradicional.

Tabela 8 - Equações de CGS, despesas em relação à Receita

Variável	Equação	R ²
CGS	CGS = 0,7171 R - 136,1 (38)	0,9412
D.ADM	D.ADM = 0,0718 R - 24,597 (39)	0,8251
D.COM	D.COM = 0,0917 R + 1,32 (40)	0,6839

A tabela 9 mostra a regressão do CGS em relação a Receita. A tabela 10 mostra a regressão da Despesa Administrativa em relação à Receita e a tabela 11 mostra a regressão da Despesa Comercial em relação à Receita. Note que todas as regressões apresentam *p-value* menor que 5 %, portanto, a regressão linear tende a ser representativa. Será feita a análise da representatividade da regressão a seguir.

CGS X RECEITA

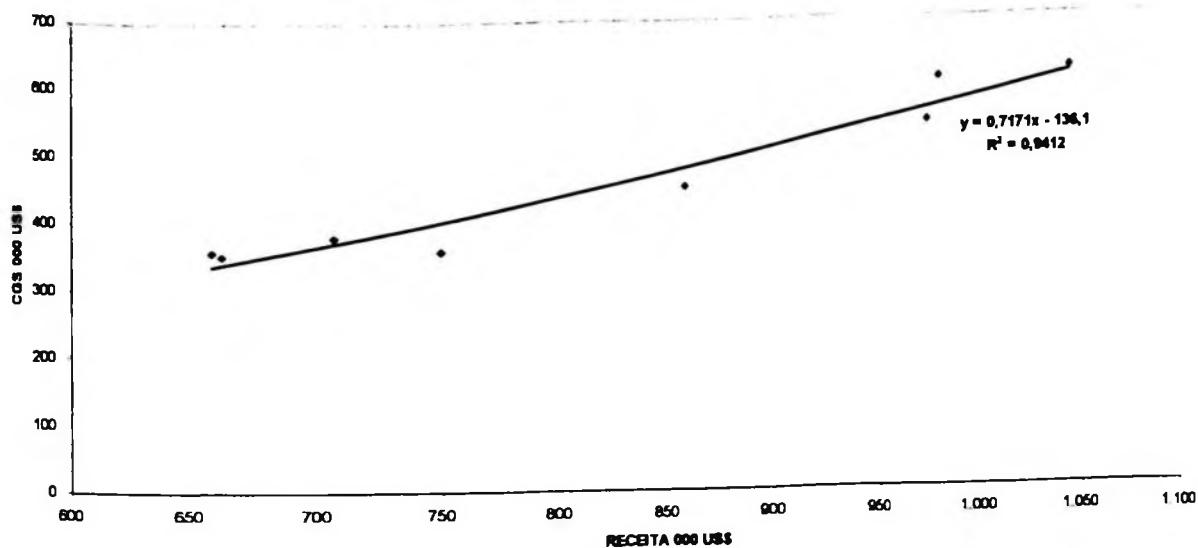


Tabela 9 - Regressão do CGS em função da receita

RESUMO DOS RESULTADOS

estatística de regressão

R múltiplo	0,970156
R-Quadrad	0,941203
R-quadrad	0,931404
Erro padrão	30,12532
Observaçõ	8

ANOVA

	gl	SQ	MQ	F	significação
Regressão	1	87165,85	87165,85	96,04686	6,5E-05
Resíduo	6	5445,208	907,5346		
Total	7	92611,06			

	Coefficiente	Erro padrão	Stat t	valor-P	5% inferior	5% superior	inferior 95,0%	superior 95,0%
Interseção	-136,103	61,63123	-2,20834	0,061301	-286,909	14,70356	-286,909	14,70356
Variável X	0,717064	0,073167	9,80035	6,5E-05	0,538031	0,896098	0,538031	0,896098

P value < 5%

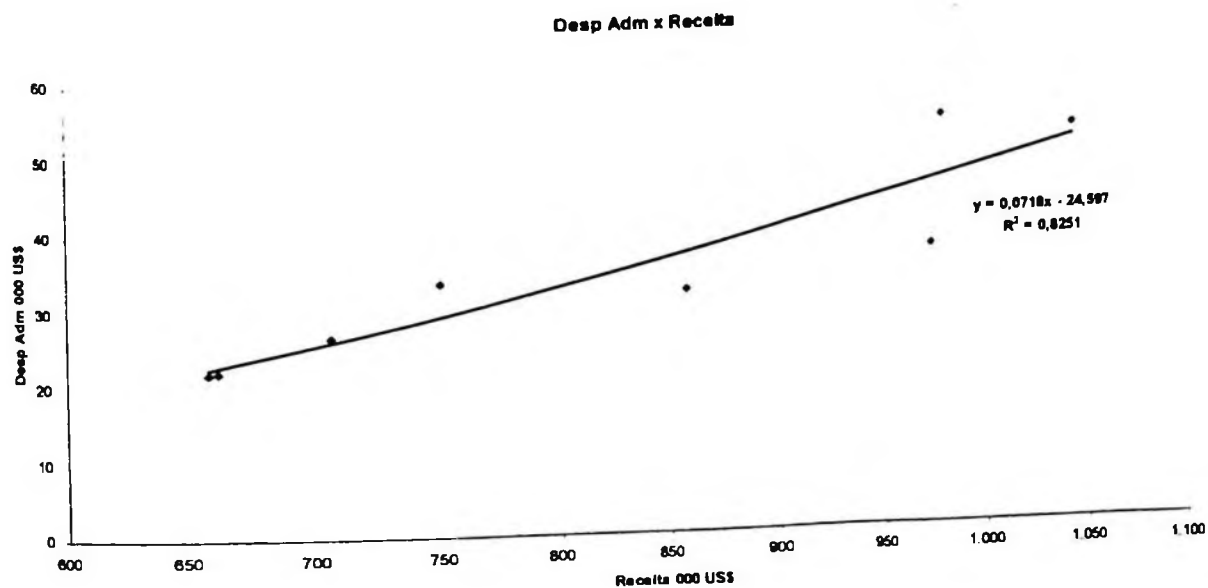


Tabela 10 - Regressão das despesas administrativas em função da receita

RESUMO DOS RESULTADOS

estatística de regressão

R múltiplo	0,908333
R-Quadrad	0,825068
R-quadrad	0,795913
Erro padrão	5,553499
Observação	8

ANOVA

	gl	SQ	MQ	F	e significação
Regressão	1	872,7814	872,7814	28,29906	0,001796
Resíduo	6	185,0481	30,84136		
Total	7	1057,83			

P value < 5%

	Coefficiente	Erro padrão	Stat t	valor-P	5% inferior	5% superior	inferior 95,0%	superior 95,0%
Interseção	-24,5965	11,36151	-2,1649	0,073578	-52,3971	3,204111	-52,3971	3,204111
Variável X	0,071753	0,013488	5,319686	0,001796	0,038748	0,104757	0,038748	0,104757

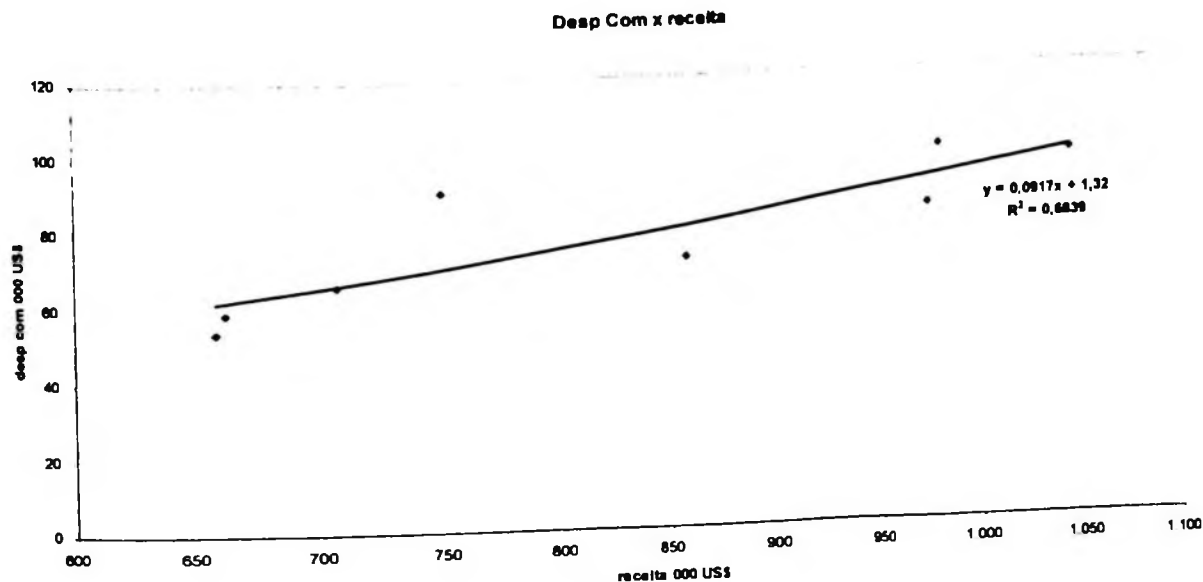


Tabela 11 - Regressão das despesas comerciais em função da receita

RESUMO DOS RESULTADOS

estatística de regressão

R múltiplo	0,827
R-Quadrad	0,683929
R-quadrado	0,63125
Erro padrão	10,48113
Observação	8

ANOVA

	gl	SQ	MQ	F	e significação
Regressão	1	1426,243	1426,243	12,98308	0,011323
Resíduo	6	659,1243	109,854		
Total	7	2085,368			

P value < 5%

	Coefficiente	Erro padrão	Stat t	valor-P	5% inferior	5% superior	inferior 95,0%	superior 95,0%
Interseção	1,320003	21,44259	0,06156	0,992913	-51,1482	53,78817	-51,1482	53,78817
Variável X	0,091724	0,025456	3,603204	0,011323	0,029435	0,154013	0,029435	0,154013

Será realizada agora, a **análise da regressão**. Uma pré-análise foi feita verificando se os *p-values* estão dentro do índice de significância de 95 %. A análise da regressão verifica o comportamento dos resíduos da regressão, para ter ainda mais certeza se regressões do CGS, Despesa Administrativa e Despesa Comercial podem ser representativas estatisticamente e confiáveis para se projetar o futuro.

Segundo Matos (2000), três características devem ser analisadas para assegurar a representatividade da regressão:

- 1- Ausência de autocorrelação serial;
- 2- Ausência de heterocedasticidade;
- 3- Normalidade de resíduos.

A **autocorrelação serial** ocorre quando os resíduos são correlacionados em relação ao tempo. O resíduo é a diferença entre o valor real e o valor estimado pela regressão. O ideal é que esses resíduos sejam aleatórios e uniformes como mostra o gráfico 7. Ao contrário do gráfico 8 que representa os resíduos com autocorrelação serial.

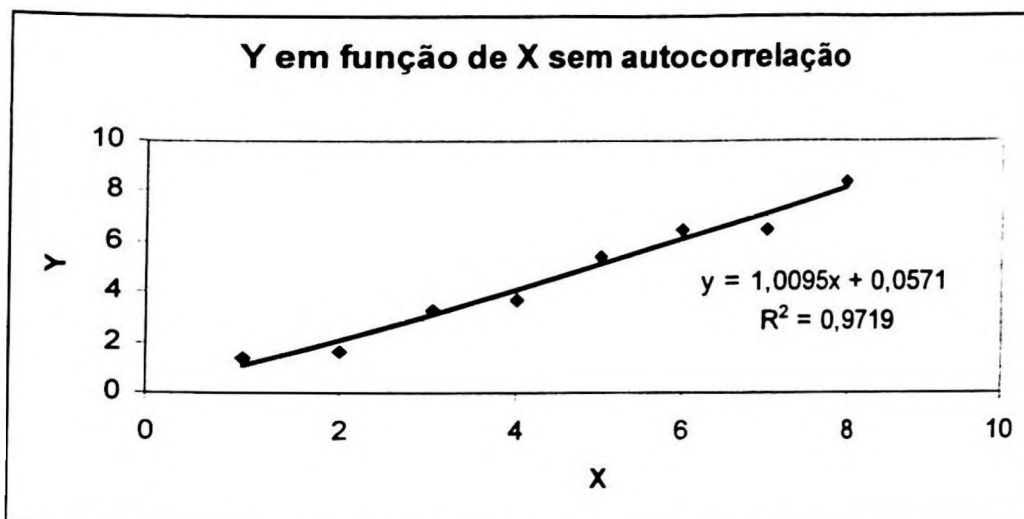


Gráfico 7 – Resíduos sem autocorrelação serial

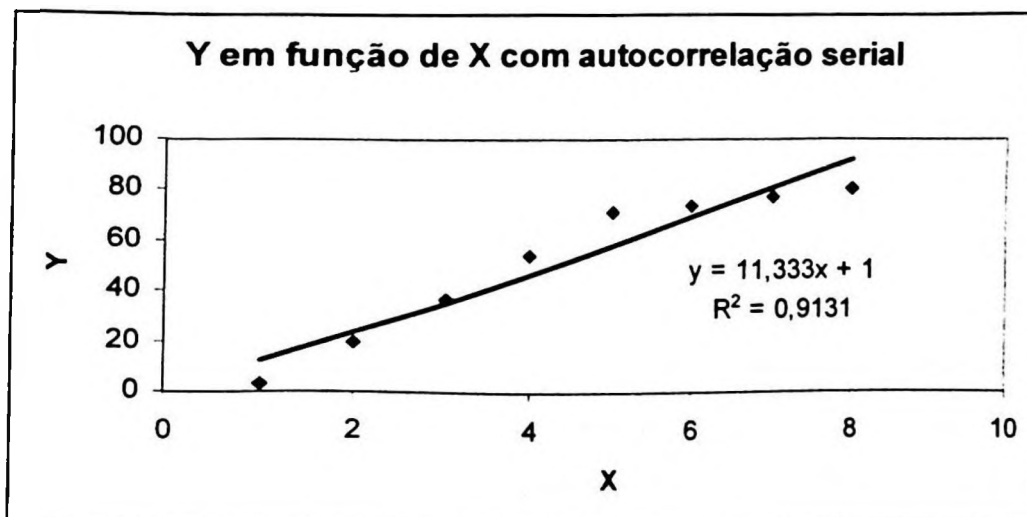


Gráfico 8 – Resíduos com autocorrelação serial

Note-se que os resíduos do gráfico 8 seguem uma tendência que diminui a confiabilidade do uso da regressão linear para projetar índices futuros. Segundo Matos (2000) quando uma regressão linear apresenta autocorrelação linear, todos os testes efetuados (o teste do p-value realizado por exemplo), podem ter seus resultados espúrios, isto é, a regressão pode não ter validade estatisticamente.

Para isso será realizado o teste de Durbin-Watson, contido no seu clássico artigo de 1951 para as três regressões. Os resultados do teste de Durbin-Watson encontram-se nos anexos 4 e 5. Pelos testes realizados, verifica-se a ausência de autocorrelação serial em todas as 3 regressões.

O teste de Durbin-Watson calcula a estatística d dada pela equação:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2}$$

Em que:

d = estatística Durbin-Watson;

e_t = resíduo no instante t ;

e_{t-1} = resíduo no instante $t-1$.

Essa estatística d calculada é comparada com uma tabela e verifica-se se essa estatística está dentro dos limites aceitáveis de autocorrelação serial.

A **heterocedasticidade** ocorre quando as variâncias dos resíduos não permanecem constantes, como mostra o gráfico 9. É interessante que a regressão tenha uma variância de resíduos constante como mostra o gráfico 7. No gráfico 9 verifica-se que a variância dos resíduos aumenta no lado direito do gráfico. Do mesmo modo que a autocorrelação serial, a heterocedasticidade torna o modelo espúrio, ou seja, a regressão perde a validade estatisticamente.

Segundo Abrams (2001) as hipóteses-padrão para o método de mínimo quadrado que calcula os coeficientes da regressão é que os resíduos sejam normalmente distribuídos (isto será testado no próximo teste, a normalidade de resíduos), isto é, que tenham variância estatisticamente constante a um determinado nível de significância (ausência de heterocedasticidade) e também que tenham variáveis explicativas independentes (multicolinearidade). Como o modelo apresenta apenas 1 variável explicativa (a variável receita nas três regressões), não será necessário testar a multicolinearidade. Assim, será testado, agora, se a variância permanece estatisticamente constante a um determinado nível de significância, ou seja, será testada a ausência de heterocedasticidade.

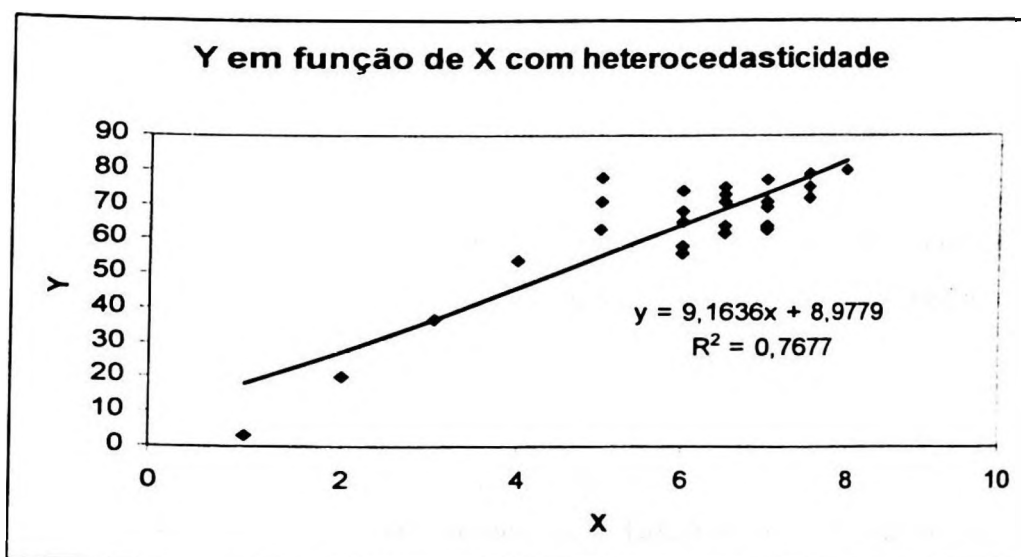


Gráfico 9 – Dados com Heterocedasticidade

Do mesmo modo que na análise da autocorrelação serial, será utilizado algum teste quantitativo para verificar se nas regressões do modelo a heterocedasticidade é aceitável para um dado nível de significância. Utilizar-se-á o teste de Pesaran-Pesaran (1987) para isso. Os anexos 6 e 7 ilustram esse teste. **Pelos testes realizados, verifica-se que todas as 3 regressões não apresentam heterocedasticidade.**

A normalidade dos resíduos é a última parte da análise da regressão que tem por objetivo verificar a qualidade desejável dos parâmetros estimados. Segundo Matos(2000), a autocorrelação serial e heterocedasticidade são os problemas mais comumente encontrados nas regressões. Mas é importante, também verificar outros pressupostos, entre eles a

normalidade dos resíduos para assegurar, ainda mais, a qualidade das estimativas futuras utilizando a regressão.

Para verificar a normalidade de resíduos, será utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov pela facilidade de uso. Os anexos 8 e 9 ilustram os cálculos dos testes. Esse método visa verificar uma dada estatística D dada por:

$$D = \text{Max} |i/n - z_i|,$$

Em que:

$i=1,2,3\dots n$;

z_i = probabilidade acumulada da normal padronizada de $e(t)/s$, $e(t)$ colocados em ordem crescente;

s = desvio padrão de $e(t)$.

Esse D calculado é comparado com uma tabela contendo D críticos que se encontra em Matos (2000). **Pelos testes realizados, verificamos que todas as 3 regressões apresentam normalidade nos resíduos.**

Assim as regressões apresentadas passaram pelo teste do *P-value*, ausência de autocorrelação serial, ausência de heterocedasticidade e normalidade de resíduos, portanto, apresentam **qualidade desejável para estimativa de parâmetros futuros**, tendo como consequência a ausência de resultados espúrios.

Os anexos 10 e 11 mostram planilha contendo o cálculo do FCD pelo método tradicional. Foram utilizadas as equações (38), (39) e (40) localizadas na página 112 para projetar as variáveis.

Chega-se, assim, ao seguinte valor:

FCD método tradicional=US\$ 6.646 mil

Este valor representa o VPL passivo, isto é, o valor do projeto sem flexibilidade gerencial. No próximo item, será calculado o valor da flexibilidade gerencial, utilizando o método binomial.

Lembrando que:

$$\text{VPL EXPANDIDO} = \text{VPL PASSIVO} + \text{VALOR DA OPÇÃO DEVIDO À FLEXIBILIDADE GERENCIAL}$$

Em que:

VPL Expandido = Valor Total do Projeto;

VPL Passivo = Valor do Projeto sem flexibilidade gerencial;

Valor da Opção devido a FG = acréscimo ao projeto quando temos FG.

Basta, agora, calcular o valor da opção devido à flexibilidade gerencial (FG) para que se chegue ao **VPL expandido**. O valor inicial base para o cálculo do Valor da Opção devido à Flexibilidade Gerencial será o VPL passivo calculado.

3.3.3 Cálculo do valor da flexibilidade gerencial utilizando método binomial (CRR)

Será aplicado o modelo binomial apresentado no capítulo 2.

A tabela 12 mostra o cálculo do σ trimestral.

Tabela 12 – Cálculo do desvio padrão trimestral

COMPANY:

Ano 2002, 2003 e 1o. trim 2004 Fluxo de Caixa Operacional em 000 US\$

Período	receita	ebítda	impostos	Xi = Fluxo de Caixa Operacional	Valor Vi	Varição
	(A)	(B)	(C)	=ebítda - impostos (D) = (B) - (C)	(E)	$\Delta V/V$ (%)
2002-1o. Trim	763	289	21	268	5.263	-8%
2002-2o. Trim	750	268	20	247	4.854	-16%
2002-3o. Trim	659	224	18	207	4.055	4%
2002-4o. Trim	707	234	19	215	4.213	-1%
2003-1o. Trim	663	230	18	211	4.151	32%
2003-2o. Trim	858	303	23	279	5.485	2%
2003-3o. Trim	975	312	27	285	5.595	-32%
2003-4o. Trim	981	221	27	194	3.812	28%
2004-1o. Trim	1.044	277	28	249	4.885	
Total	7.401	2.357	201	2.155		

DESvio PADRÃO DA VARIÁVEL $\Delta V/V \rightarrow 21,32\%$

Para a construção da árvore binomial, serão levadas em conta 3 opções simultâneas e mutuamente excludentes.

- 1 - Abandono da operação caso o valor de liquidação chegue a US\$ 4.000 mil.
- 2 - Opção de contrair a operação em 20 %, com valor de liquidação de US\$ 800 mil.
- 3 - Opção de crescimento de 40 % com crescimento de valor de 40 % de US\$ 4.000/1.24 = US\$ 1.290. **Note-se que 1,24 é o índice em que o valor do projeto cuja decisão de investimento é ótima.**

Os anexos 12 e 13 mostram a árvore binomial de decisão levando em conta as 3 opções simultâneas. No anexo 12 tem-se a árvore binomial do VPL passivo, enquanto o anexo 13 mostra a árvore binomial do VPL expandido, levando-se em conta a opção de expandir, contrair, abandonar ou manter a opção em aberto, como mostra a equação abaixo.

$$V_i = \text{Max}(\text{manter a opção em aberto}, \text{abandonar}, \text{expandir}, \text{contrair})$$

Observando a rede binominal do anexo 12 e 13, temos que:

$$\begin{aligned} \text{VPL passivo} &= \text{US\$ 6.646 mil} \\ \text{VPL expandido} &= \text{US\$ 9.120 mil} \end{aligned}$$

Então:

$$\text{VFG}_{\text{CRR}} = \text{VPL expandido} - \text{VPL passivo} = \text{US\$ 2.474 mil}$$

Em que:

VFG_{CRR} = Valor da Flexibilidade Gerencial utilizando o modelo binomial proposto por COX, ROSS e RUBINSTEIN.

$$\text{Ou um aumento de US\$ 2.474 mil / US\$ 6.646 mil} = 37,22 \%$$

Note-se que os resultados da secção 3.3.1 mostraram que a flexibilidade gerencial de adiar o projeto vale 24 % do valor seu passivo do projeto, enquanto que a flexibilidade gerencial das 3 opções simultâneas acima descritas tem o valor de 37,22 % do valor passivo do projeto.

Assim, apesar de terem sido utilizados diferentes métodos (para o caso da opção de adiamento utilizou-se a PDE enquanto para as 3 opções simultâneas foi utilizado o modelo Binomial CRR), valorizou-se a flexibilidade gerencial para as duas situações e provamos que a flexibilidade gerencial aumenta o valor do projeto pelas razões descritas nas secções anteriores.

Uma outra análise importante é a análise de sensibilidade da volatilidade σ do projeto em função do valor da flexibilidade gerencial. O gráfico 10 mostra a volatilidade σ em função do valor da flexibilidade gerencial.

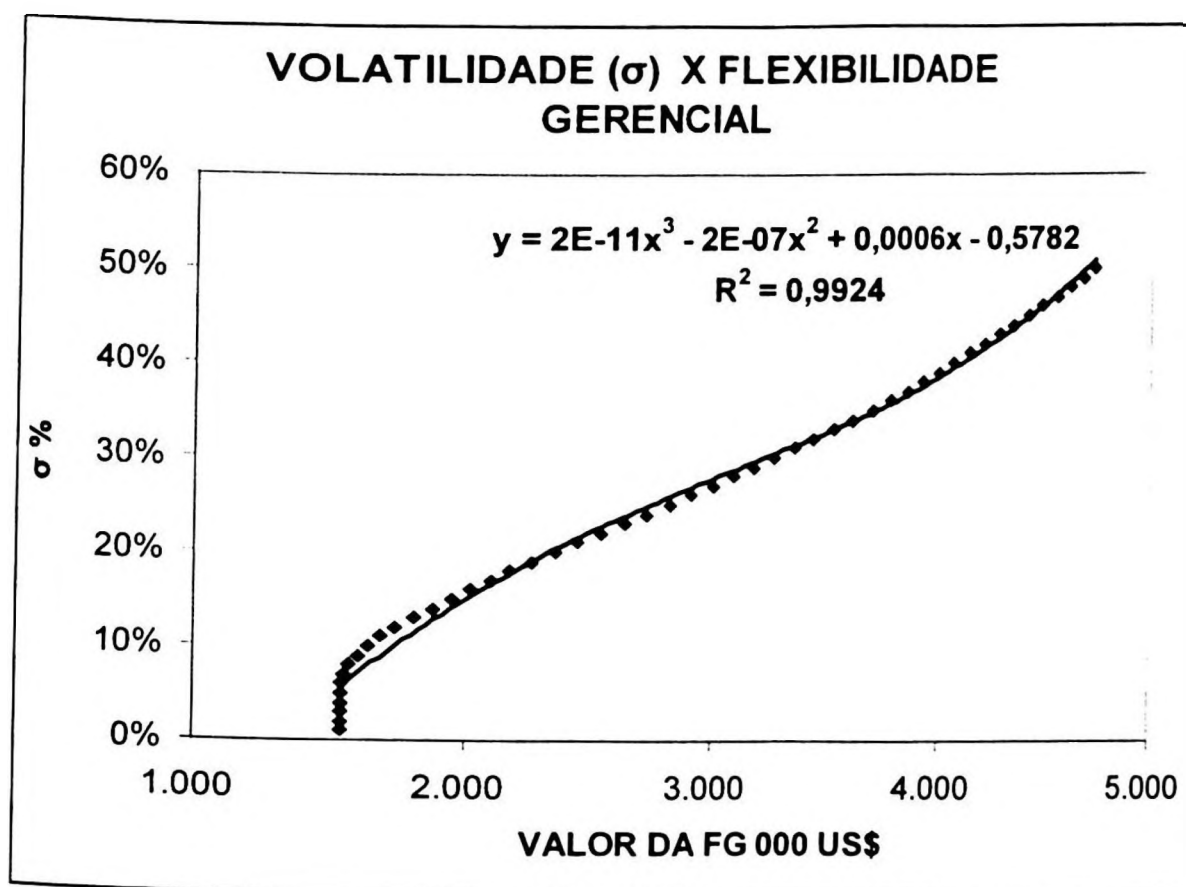


Gráfico 10 - Gráfico da volatilidade em função do valor da FG

Será aplicado, agora, o modelo de Schwartz e Moon para verificar a magnitude do aumento do valor devido à flexibilidade gerencial, mas em outras condições e premissas.

3.3.4 Cálculo do valor da empresa utilizando modelo de Schwartz e Moon

O modelo está detalhado no capítulo 2.

Inicialmente, serão descritos os parâmetros do modelo de Schwartz-Moon:

Receita Inicial (R0): Receita inicial = US\$ 1.044 mil.

Prejuízos a compensar (L0): A empresa não apresentou prejuízos nos exercícios anteriores.

Assim $L0 = 0$.

Fluxo de caixa disponível inicial (X0): A empresa não apresentou fluxo de caixa disponível inicial. Assim $X0 = 0$.

Crescimento Esperado das receitas inicial (μ_0): Será feita a média ponderada do crescimento da receita com o valor da receita últimos períodos. Da tabela 13 tem-se que $\mu_0 = 5,08\%$.

Volatilidade inicial das receitas (σ_0) – $\sigma_0 = 21,32\%$.

Volatilidade inicial da taxa esperada de crescimento das Receitas (η_0) – Taxa esperada de crescimento da receita (μ_t) em um dado instante t é feita com base na média ponderada do crescimento da receita até o período t. O η_0 será o desvio padrão do μ_t considerado o último período do histórico que será o parâmetro estimador para o início da simulação de Monte Carlo. Da tabela 13 tem-se que $\eta_0 = 5,03\%$.

Tabela 13 - Cálculo do μ_0 , η_0

Media geometrica da receita

ANALISE TRIMESTRAL

COMPANY:

	receita	variação	receita x variação	taxa esperada de crescimento (μ_t)
10. TRIM 2002	763			
20. TRIM 2002	750	-1,77%	-13	-1,77%
30. TRIM 2002	659	-12,13%	-80	-6,62%
40. TRIM 2002	707	7,25%	51	-1,98%
10. TRIM 2003	663	-6,21%	-41	-2,99%
20. TRIM 2003	858	29,52%	253	4,68%
30. TRIM 2003	975	13,60%	133	6,57%
40. TRIM 2003	981	0,63%	6	5,53%
10. TRIM 2004	1.044	6,41%	67	5,67%
total	7.401		376	
media ponderada (μ_0)	→			5,08%
desvio padrão (η_0)	→			5,03%

A tabela 14 e o gráfico 11 mostram o cálculo do δ . Foi feita uma regressão entre a variação percentual da receita $\Delta R/R$ (%) e a variação percentual do crescimento da receita esperada $\Delta \mu$ (%). Como o *p-value* resultante da regressão foi menor que 5 %, as variáveis são estatisticamente correlacionadas linearmente, com $\delta = -0,0751$.

Taxa de Crescimento nas receitas para o longo prazo (μ). A taxa de crescimento inicial $\mu_0 = 5,08$ % ao trimestre não é uma taxa de crescimento que retrata a realidade de mercado. Para longo prazo, a gerencia da empresa estima em $\mu = 1,50$ % ao trimestre como mais realista em função da atratividade de mercado e da entrada de novos produtos e competidores.

Correlação entre a mudança percentual da Receita e a mudança percentual a Taxa de Crescimento (δ).

Tabela 14 - Cálculo do δ Cálculo do δ

ANÁLISE TRIMESTRAL

COMPANY:

	receita (Rt)	variação $\Delta\mu(\%)$	variação $\Delta R/R (\%)$
10 TRIM 2002	763		
20 TRIM 2002	750	-1,77%	-1,77%
30 TRIM 2002	659	273,53%	-12,13%
40 TRIM 2002	707	-70,00%	7,25%
10 TRIM 2003	663	50,79%	-6,21%
20 TRIM 2003	858	-256,48%	29,52%
30 TRIM 2003	975	40,26%	13,60%
40 TRIM 2003	981	-15,87%	0,63%
10 TRIM 2004	1.044	2,53%	6,41%
total	7.401		

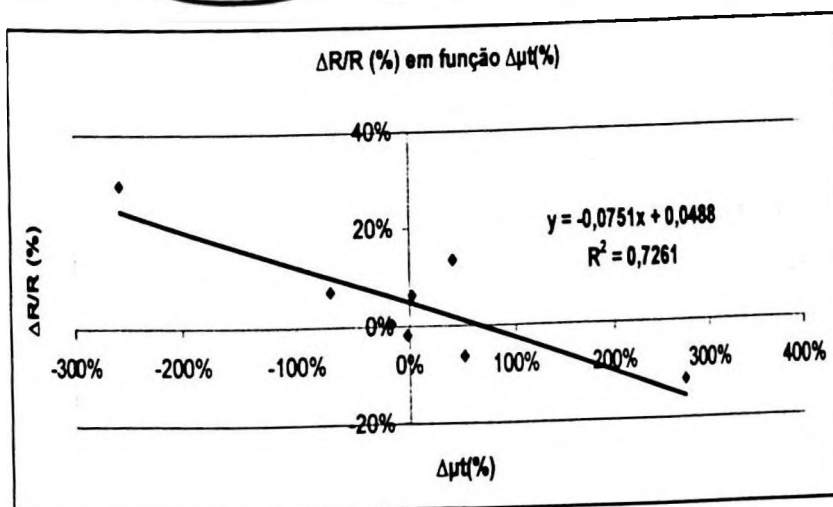
RESUMO DOS RESULTADOS

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,852117
R-Quadrado	0,726103
R-Quadrado ajustado	0,680454
Erro padrão	0,07293
Osservações	8

ANOVA

	gl	SQ	MQ	F	de significação
Regressão	1	0,0846012	0,084601234	15,90607147	0,007215
Resíduo	6	0,0319128	0,005318801		
Total	7	0,116514			

	Coefficiente	Erro padrão	Stat t	valor-P	15% inferiores:	95% superiores	inferior 95,0%	superior 95,0%
Interseção	0,048781	0,0257904	1,891451318	0,107435707	-0,0143256	0,111888029	-0,014326	0,111888
Varável X 1	-0,075126	0,0183369	-3,988241651	0,007215046	-0,1212181	-0,029033774	-0,121218	-0,029034

Gráfico 11 - Cálculo do δ

Volatilidade de Longo Prazo para as receitas σ : Para estimar o σ , será utilizada a volatilidade agregada do mercado químico e petroquímico como um todo, utilizando a premissa de que σ_0 (volatilidade inicial) a longo prazo irá reverter a σ de acordo com a equação (27).

$$d\sigma_t = \kappa_1 (\sigma - \sigma_t) dt$$

(24)

Como não se dispõe de dados trimestrais de receitas agregadas do setor químico e petroquímico, será feita uma interpolação com relação ao IPC (índice do poder de compra) sintetizado pelo salário médio real dos trabalhadores. A hipótese é que a receita acompanhe o IPC. O anexo 14 mostra a interpolação e o cálculo da volatilidade σ . Os cálculos resultaram no valor de $\sigma = 4,31\%$

Taxas de impostos corporativa (τ_c). Como a empresa utiliza a apuração de ir pelo lucro presumido, será calculada a base para o cálculo do imposto de renda como sendo 8% das receitas. O $\tau_c = 34\%$ sobre a base de cálculo calculada.

Taxa de Juros Livre de Risco (r) = 2,52% ao ano. Já utilizada em cálculos anteriores.

Velocidade de ajuste para taxa do processo de crescimento (κ):

Assumir-se-á que o processo se estabilizará em 24 trimestres (o mesmo prazo utilizado para o cálculo do FCD convencional), assim:

$$\kappa = \ln(2) / 24 = 2,89\%$$

Velocidade de ajuste para volatilidade do processo de receita (κ_1): idem ao κ . Assim, $\kappa_1 = 2,89\%$

Velocidade de ajuste para a volatilidade do processo de crescimento de receita (κ_2). idem ao κ . Assim, $\kappa_2 = 2,89\%$

CMV como uma percentagem da Receita (α). Já calculado nos itens anteriores, da tabela 8 (pág.84) tem-se que $CMV = 0,7171 * Receita - 136,1$

Despesas Administrativas como uma percentagem da Receita (F). Já calculado nos itens anteriores, da tabela 8 (pág.84) tem-se que $F = 0,0718 * Receita - 24,597$.

Despesa Variável (comercial) como um percentagem da receita (β). Já calculado nos itens anteriores, da tabela 8 (pág. 84) tem-se que $\beta = 0,0917 * Receita + 1,32$

Preço de Mercado de Risco para o fator receita (λ_1). Será feita uma regressão entre a variação percentual da receita e o retorno da riqueza agregada. Como os dados de riqueza agregada não são disponíveis trimestralmente, será utilizado o IPC (Índice do Poder de compra). A tabela 15 mostra a regressão:

Tabela 15 - Regressão entre $\Delta R/R$ (%) e ΔIPC (%)

Variação Percentual da Receita e o IPC

	variação	
	IPC (%)	$\Delta R/R$ (%)
	5,47%	-1,77%
	0,14%	-12,13%
	-1,06%	7,25%
	1,79%	-6,21%
	-4,72%	29,52%
	3,18%	13,60%
	-0,57%	0,63%
	7,07%	6,41%
dp -->	3,80%	

RESUMO DOS RESULTADOS

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,390823
R-Quadrado	0,152743
R-quadrado ajustado	0,011533
Erro padrão	0,128269
Observações	8

ANOVA

	gl	SQ	MQ	F	de significaçã
Regressão	1	0,01779667	0,017796674	1,081674304	0,3384066
Resíduo	6	0,09871737	0,016452895		
Total	7	0,11651404			

	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	15% inferiores
Interseção	0,06536	0,04879741	1,339415391	0,228939045	-0,054043
Varável X 1	-1,327214	1,27612303	-1,040035722	0,338406574	-4,4497764

De onde se pode calcular o λ_1 :

$$\lambda_1 = R * dp = 0,3908 * 3,8 \% = 0,015$$

Preço de Mercado de Risco para o fator receita (λ_2). Será feita a mesma regressão do item anterior, só que, ao invés da variação percentual da receita, será utilizado o crescimento esperado da receita em função do IPC. A tabela 16 ilustra esta regressão:

Tabela 16 - Regressão entre μt (%) e ΔIPC (%)

Crescimento esperado da Receita e o IPC

IPC (%)	taxa esperada de crescimento (μt)
5,47%	-1,77%
0,14%	-6,62%
-1,06%	-1,98%
1,79%	-2,99%
-4,72%	4,68%
3,18%	6,57%
-0,57%	5,53%
7,07%	5,67%
dp →	3,80%

RESUMO DOS RESULTADOS

0,002538248

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,066812
R-Quadrado	0,004464
R-quadrado ajustado	-0,161459
Erro padrão	0,054216
Observações	8

ANOVA

	gl	SQ	MQ	F	de significação	
Regressão	1	7,908E-05	7,90797E-05	0,02690314	0,8750998	
Resíduo	6	0,01763653	0,002939422			
Total	7	0,01771561				

	Coeficientes		Erro padrão	Stat t	valor-P	15% inferiores	95% superiores
Interseção	0,010097	0,0206256	0,489550472	0,641834002	-0,0403718	0,06056634	
Variável X 1	0,088472	0,53938938	0,164021766	0,875099825	-1,2313676	1,408310832	

$$\lambda_2 = R * dp = 0,0668 * 3,8 \% = 0,0025$$

Horizonte para Estimativa (T) – Foi fixado em 24 trimestres.

Incremento de tempo para versão discreta do modelo (Δt)- Foi feita toda a análise trimestralmente.

Os anexos 15 a 62 mostram os gráficos resultantes da simulação de monte Carlo rodada no *software @risk*.

A ilustração 18 mostra a tela de resultado com a simulação de monte Carlo para o modelo de Schwartz e Moon:

O anexo 63 mostra a planilha final de cálculo do modelo de Schwartz e Moon. Tem-se como resultado dessa planilha:

VPL passivo = US\$ 6.646 mil (já calculado)

VPL expandido_{SM} = US\$ 9.591 mil

$VFG_{SM} = VPL \text{ expandido} - VPL \text{ passivo} = US\$ 2.945 \text{ mil}$

Em que:

VFG_{SM} = Valor da Flexibilidade Gerencial utilizando o modelo de Schwartz e Moon.

Note que o resultado ficou bem próximo do utilizando o modelo binomial de US\$ 2.474 mil.

Simulation

Simulation #1:

Iterations= 2950 Simulations= 1
 # Input Variables= 1
 # Output Variables= 48
 Sampling Type= Monte Carlo
 Runtime= 00:00:10
 Run on 11/19/2004, 11:27:31

Summary of Results

Cell	Name	Minimum	Mean	Maximum
B4	?	13,91379	4,684451E-02	6,465987
C4	?()	-25,93723	4,332619E-02	11,99115
D4	?()	-35,19365	4,041786E-02	16,2437
E4	?()	-41,23176	3,821359E-02	19,01727
F4	?()	-43,99712	3,672405E-02	20,28681
G4	?()	-43,78893	3,588554E-02	20,18985

Simulation Statistics

Name	?()	?()	?()	?()	?()	?()	?()
Description	Output	Output	Output	Output	Output	Output	Output
Cell	B4	C4	D4	E4	F4	G4	H4
Minimum =	13,91379	-25,93723	-35,19365	-41,23176	-43,99712	-43,78893	-41,16745
Maximum =	6,465987	11,99115	16,2437	19,01727	20,28681	20,18985	18,98384
Mean =	4,684451E-02	4,332619E-02	4,041786E-02	3,821359E-02	3,672405E-02	3,588554E-02	3,557953E-02
Std Deviation =	0,3102601	0,5773901	0,7830395	0,9171811	0,9796053	0,9739538	0,9156333
Variance =	9,636134E-02	0,3333794	0,6131508	0,8412212	0,9576682	0,9485977	0,8384943
Skewness =	-27,71232	-27,71232	-27,71232	-27,71232	-27,71232	-27,71232	-27,71232

Ilustração 18 - Tela da simulação de Schwartz e Moon

3.3.5 Cálculo do valor da empresa utilizando Modelo de Longstaff e Schwartz

Para testar o modelo de Longstaff e Schwartz, serão utilizados os mesmos parâmetros usados no modelo binomial, ou seja, será testada uma opção composta com as seguintes características:

1 - Abandono da operação caso o valor de liquidação chegue a US\$ 4.000 mil.

- 2 - Opção de contrair a operação em 20 %, com valor de liquidação de US\$ 800 mil.
- 3 - Opção de crescimento de 40 % com crescimento de valor de 40 % de US\$ 4.000/1.24 = US\$ 1.290. **Note que 1,24 é o índice no qual o valor do projeto cuja decisão de investimento é ótima.**

Será feito o uso das mesmas variáveis $\mu(t)$ e $\sigma(t)$ estimadas no modelo binomial. O ponto de partida para a simulação é o VPL passivo de US\$ 6.646 mil (também utilizado no modelo binomial). O horizonte de simulação será $T=24$ trimestres, o mesmo que foi utilizado no modelo binomial.

O anexo 64 mostra o cálculo dos caminhos V_i seguindo o movimento geométrico browniano.

O anexo 65 mostra o cálculo do valor do projeto se exercer a opção no nó de acordo com a equação abaixo. É a variável independente da regressão.

$$\text{Valor do projeto se Exercer a Opção} = \text{Maximo}(\text{abandonar, expandir, contrair})$$

O anexo 66 mostra o cálculo do valor da Opção de acordo com a equação:

$$\text{Valor da Opção} = (\text{Valor do projeto se exercer a Opção} - V_i)$$

Em que:

Valor do projeto se exercer a Opção é calculado no anexo 65;

V_i é calculado no anexo 64.

O Anexo 67 mostra o cálculo do valor da Opção trazida a valor presente de acordo com a equação abaixo. É a variável dependente da regressão.

$$V_{\text{Opção}_i} = V_{\text{Opção}_{i+1}} / (1+r)$$

Em que:

$V_{\text{Opção}_i}$ = Valor presente da opção em i

$V_{\text{Opção}_{i+1}}$ = Valor da Opção em $i+1$

r = taxa livre de risco no período

O anexo 68 mostra os valores de Y_i (valor da opção trazida a valor presente) **estimados** obtidos utilizando a equação resultante da regressão de Y_i com V_i (valor do projeto se exercer a opção).

O anexo 69 mostra os resultados e parâmetros da regressão para cada um dos 23 períodos que calculará o Y_i . Note-se que cada período apresenta uma função Y_i diferente e que, quase na totalidade dos casos, o R^2 da regressão é maior que 80 %. Assim essa regressão é confiável do ponto de vista estatístico.

O anexo 70 mostra o valor da opção de continuação que é obtido subtraindo os dados do anexo 68 (Y_i estimados) com os dados do anexo 65 (valor do projeto caso exerça a opção). Note-se que a continuação só terá valor se for positivo. Assim os valores **negativos representam o valor caso a opção real seja exercida.**

O anexo 71 mostra a matriz de decisão ajustada. Note-se que, em toda célula com **status=1**, tem-se o exercício da opção, ou seja, nesse caso o valor do projeto caso exerça a opção (anexo 65) é maior que Y_i estimados que representa o valor da opção viva (anexo 68). As células cujo **status=X** representam também células cujo valor de exercício é maior que o Y_i , porém dentro de um mesmo caminho, deve-se sempre escolher a célula que está mais próxima de $T=0$, pois essa é a decisão ótima.

Finalmente, no anexo 72, tem-se o valor da opção já trazido a valor presente em cada caminho. Para se calcular o valor estimado da opção real, calcula-se a média dos valores positivos obtidos na matriz do anexo 72. Esse cálculo resultou em:

$VFG_{LS} = \text{US\$ } 127 \text{ mil}$

$VFG_{LS} = \text{Valor da Flexibilidade Gerencial usando o Método de Longstaff}$

$\text{Schwartz} = \text{Valor da Opção calculada no Anexo 72}$

3.4 Análise de volatilidade

Será feita, agora, a análise da volatilidade e modelagem da volatilidade para ser utilizada em análises futuras. Nos modelos anteriores, utilizaram-se algumas hipóteses para volatilidade. Nessa secção, será modelada a volatilidade para o estudo de caso em questão.

Segundo Knight e Satchell (2002), as estimativas de volatilidade são bastante usadas como uma medida simples de risco em muitos modelos de precificação de ativos. Assim, será apresentado um modelo de estimativa de volatilidade para complementar o cálculo da flexibilidade gerencial apresentado nos itens anteriores.

Existem diversos modelos de estimativas de volatilidade. Os mais usados são: modelos ARMA, modelos ARCH, Volatilidade Estocástica, entre outros.

De fato, segundo Rossi (1996), os modelos ARCH têm dominado os trabalhos empíricos desde a sua introdução em 1982 por Engle (1982).

Uma derivação do modelo original apresentado por Engle (1982) é o GARCH(p,q) que é apresentado pela equação 47 e 48:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1} \beta_i \sigma_{t-i}^2 + \sum_{j=1} \alpha_j \xi_{t-j}^2 \quad (47)$$

$$\xi_{t-j}^2 = \sigma_{t-j}^2 Z_{t-j}^2 \quad (48)$$

Em que:

σ_t^2 = variância no instante t;

ξ_{t-j} = variância condicional de uma série de erros de previsão;

Z_{t-j} = variável Randômica Normalmente Distribuída $N[0,1]$;

$\omega, \beta_i, \alpha_j$ = constantes a serem determinadas;

i = constante inteira que varia de 1 até q;

j = constante inteira que varia de 1 até j.

Essa seção tem por principal objetivo determinar essas constantes para o estudo de caso em questão. Feito isso, haverá condições de determinar a função σ^2_t . Porém como a variável Z_t é estocástica, será utilizada novamente a simulação de monte Carlo para chegarmos a função σ^2_t .

A tabela 17 mostra o cálculo do σ^2_t histórico.

A idéia, agora, é calcular o ω , β_i , α_j através de regressões múltiplas. Mas surge uma questão: qual o valor de q e p ?

Simularemos então qual a regressão que otimiza o R2 (correlação), variando o p, q. Serão variados até p=q=6.

Tabela 17 - Cálculo do σ^2_t histórico

**ANALISE MENSAL
COMPANY:**

Ano 2002, 2003 e 1o. trim 2004
em 000 US\$

$\alpha =$

$\mu =$

$\delta =$

Período	Valor VI (E)	Variação Percentual $\Delta V/V$ (%)	σ_t	σ^2_t
jan/02	5.690			
fev/02	5.410	-5%		
mar/02	4.956	-8%	2,46%	0,06%
abr/02	5.992	21%	16,01%	2,56%
mai/02	3.887	-35%	22,92%	5,25%
jun/02	4.929	27%	24,92%	6,21%
jul/02	4.022	-18%	23,50%	5,52%
ago/02	5.183	29%	24,64%	6,07%
set/02	3.164	-39%	26,91%	7,24%
out/02	5.077	60%	33,02%	10,90%
nov/02	4.373	-14%	31,61%	9,99%
dez/02	3.400	-22%	30,84%	9,51%
jan/03	4.614	36%	31,20%	9,74%
fev/03	3.486	-24%	30,80%	9,49%
mar/03	4.564	31%	30,69%	9,42%
abr/03	5.140	13%	29,69%	8,81%
mai/03	5.652	10%	28,73%	8,25%
jun/03	5.941	5%	27,82%	7,74%
jul/03	7.716	30%	27,68%	7,66%
ago/03	5.284	-32%	28,19%	7,95%
set/03	4.065	-23%	28,07%	7,88%
out/03	5.229	29%	27,97%	7,82%
nov/03	3.308	-37%	28,59%	8,18%
dez/03	3.091	-7%	27,99%	7,83%
jan/04	4.520	46%	28,88%	8,34%
fev/04	4.093	-9%	28,38%	8,06%
mar/04	6.287	54%	29,56%	8,74%

O anexo 73 mostra a planilha com os dados para a regressão.

Para entender a construção da planilha do anexo 73, o σ^2_{t-1} é o σ^2_t deslocado de uma linha para baixo e assim por diante até o σ^2_{t-7} . A mesma regra utiliza-se para a construção do Z_t .

O próximo passo é calcular a ordem (p,q) no qual a regressão assume a maior significância, ou seja, o maior R2. Para a ordem 1, tem-se que rodar a regressão:

$$\sigma^2_t = \omega + \beta_1 \sigma^2_{t-1} + \alpha_1 \sigma^2_{t-1} Z^2_{t-1}.$$

Para a ordem 2 (p=q=2) tem-se que $\sigma^2_t = \omega + \beta_1 \sigma^2_{t-1} + \alpha_1 \sigma^2_{t-1} Z^2_{t-1} + \beta_2 \sigma^2_{t-2} + \alpha_2 \sigma^2_{t-2} Z^2_{t-2}$ e assim por diante.

Os anexos 74 a 76 mostram as regressões de ordem 1 à ordem 6.

Os resultados mostram que dentre as regressões de grau 1 a grau 6, a regressão que apresenta maior R2 é a regressão de grau 1, com R2 = 0,794362857.

A tabela 18 mostra os coeficientes ω , β_i , α_j obtidos nessa regressão.

Tabela 18 – Coeficiente da regressão de ordem 1

Coeficiente	Valor
Ω	0,02849583
β_1	0,658212805
α_1	0,007702331

Volte-se às equações (47) e (48).

$$\sigma^2_t = \omega + \sum_{i=1} \beta_i \sigma^2_{t-i} + \sum_{j=1} \alpha_j \xi^2_{t-j} \quad (47)$$

$$\xi^2_{t-j} = \sigma^2_{t-j} Z^2_{t-j} \quad (48)$$

Z_{t-j} = Variável
Randômica N[0,1]

Assim, para se determinar os σ^2 , futuros, será rodada uma simulação de monte Carlo, simulando a variável Z_{1-j} , utilizando a equação (48) e (47) com os coeficientes de regressão de ordem 1 obtidos.

Os anexos 77 a 88 mostram os resultados da simulação da volatilidade para os próximos 24 trimestres.

A ilustração 19 sumariza os resultados obtidos na simulação da volatilidade para o estudo de caso em questão.

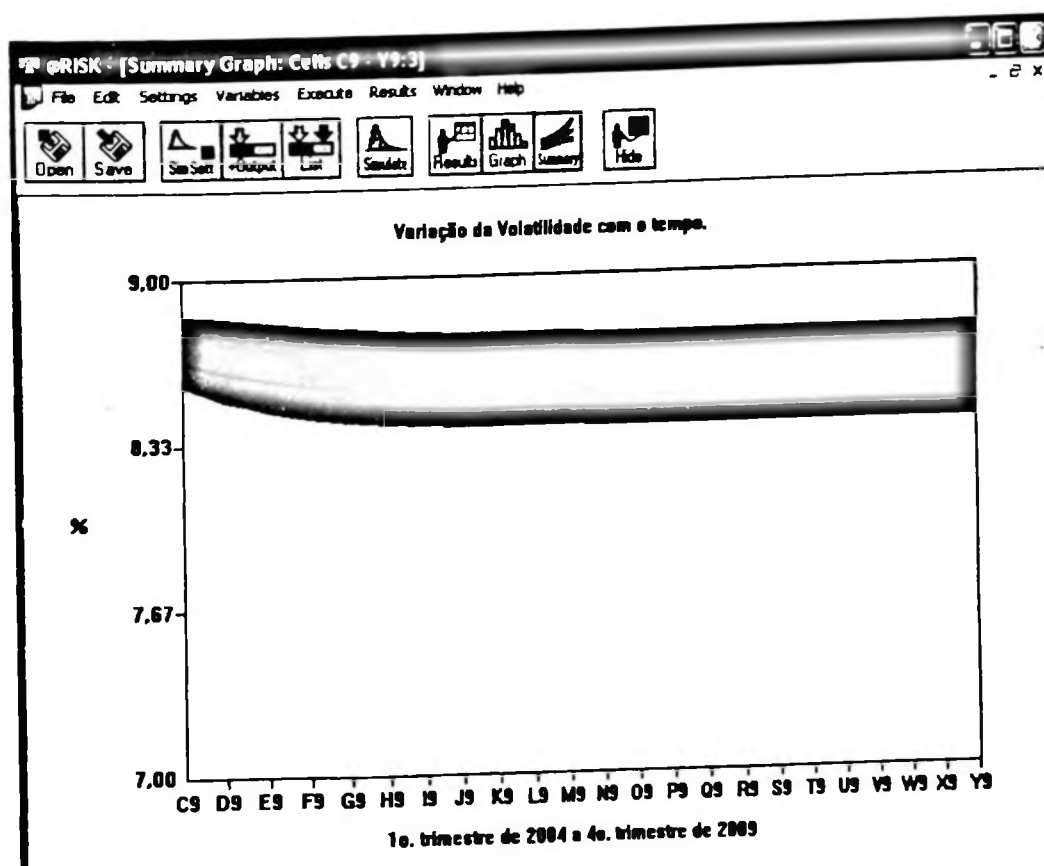


Ilustração 19 - Variação da volatilidade com o tempo

Com base na ilustração 19, pode-se observar que:

- 1 - A volatilidade que começou com 8,74 % (volatilidade observada no 1º. Trimestre de 2004) estabiliza depois de metade do período de simulação. O valor de volatilidade estabilizada ficou em torno de 8.52 %

2 - O desvio-padrão da volatilidade aumenta no começo e depois estabiliza.(área marrom ou mais escura do gráfico).

4 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

4.1 Conclusões

A tabela 19 mostra os resultados obtidos na secção 3 (metodologia de pesquisa).

Tabela 19 - Valor do Projeto nos 5 métodos de mensuração utilizados

Modelo	Valor do Projeto (000 US\$)
FDC MÉTODO TRADICIONAL	6.646
Cálculo do V* utilizando PDE	8.241
Método Binomial CRR	9.120
Método de Schwartz e Moon	9.591
Método de Longstaff e Schwartz	6.773

A tabela 20 mostra o valor da flexibilidade gerencial para os 5 modelos calculados na secção 3

Tabela 20 - Valor da flexibilidade gerencial para os 5 métodos de mensuração utilizados

Modelo	Flexibilidade Gerencial (000 US\$)
FCD TRADICIONAL	0.000
Cálculo do V* utilizando PDE	1.595
Método Binomial CRR	2.474
Método de Schwartz e Moon	2.945
Método de Longstaff e Schwartz	127

O gráfico 12 mostra a relação entre a volatilidade e a flexibilidade gerencial (FG):

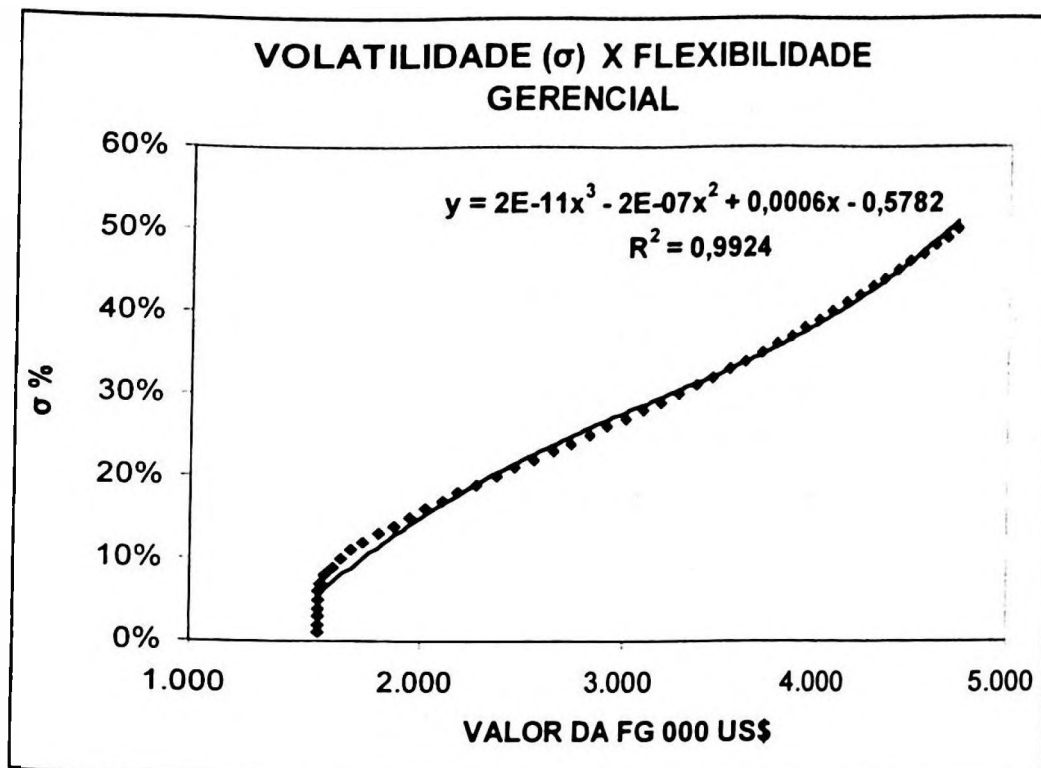


Gráfico 12 – Relação da Volatilidade com o valor da FG

E a ilustração 20 apresenta o resumo da pesquisa efetuada.

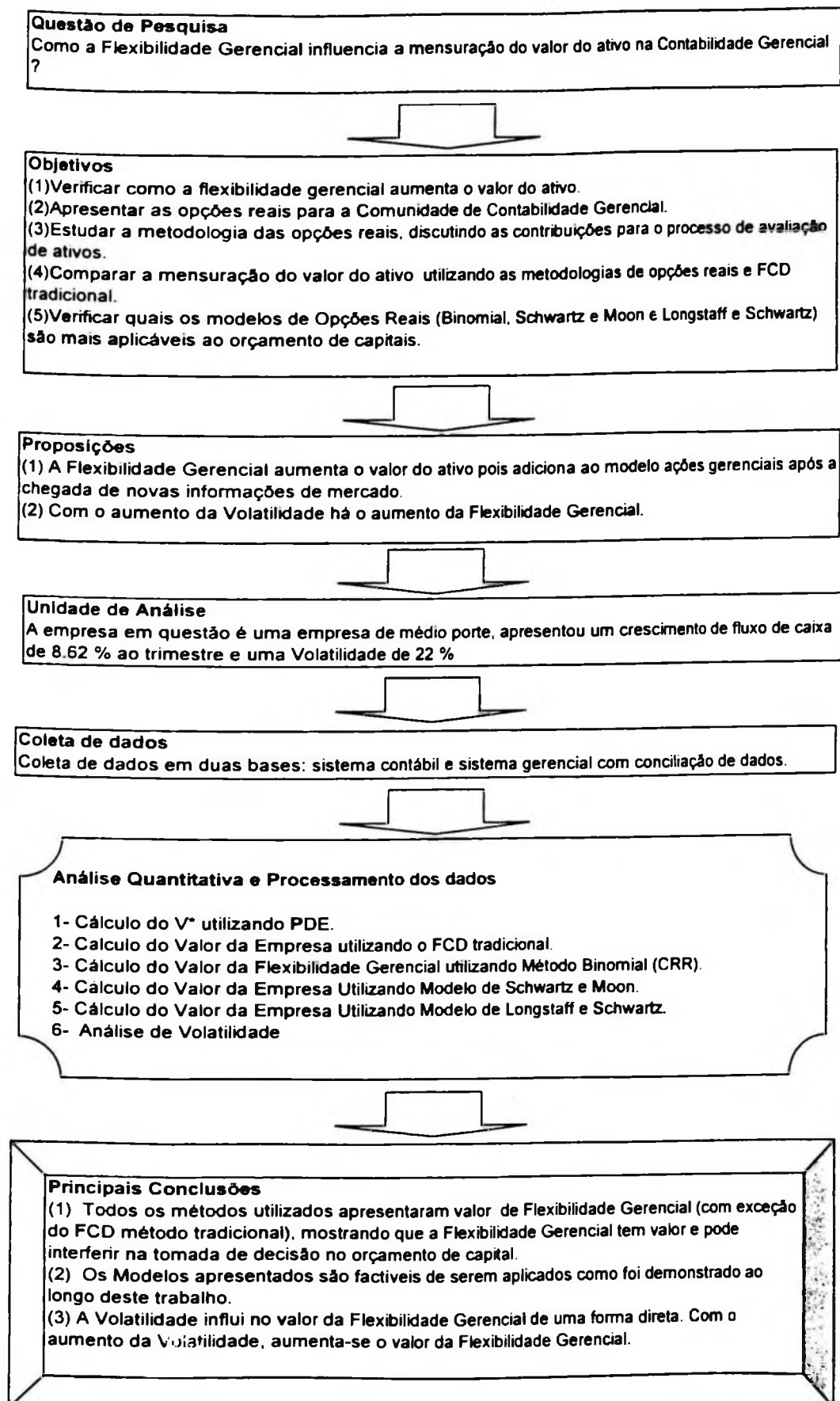


Ilustração 20 – Resumo da pesquisa efetuada

Com base nas tabelas 19 e 20 e no gráfico 12, podem ser tiradas as seguintes conclusões dos resultados obtidos:

- (1) Todos os métodos utilizados apresentaram valor de Flexibilidade Gerencial (com exceção do FCD método tradicional), mostrando que a Flexibilidade Gerencial tem valor e pode interferir na tomada de decisão no orçamento de capital. Esse aumento de valor deve ser adicionado ao valor do ativo na contabilidade gerencial.
- (2) Em nenhum dos modelos foi mencionado o perfil do investidor com relação ao risco. Assim, a abordagem neutra em relação ao risco pode ser utilizada para os modelos aplicados no estudo de caso.
- (3) Isso leva a uma outra vantagem da abordagem das Opções Reais em relação ao FCD: não é necessário especificar um custo de capital em nenhum momento, apenas utilizando a taxa livre de risco.
- (4) Em nenhum instante foi feito qualquer tipo de hipóteses e limitações quanto a valores de Volatilidades do projeto a ser valorado. Nesse caso, tanto os projetos mais voláteis quanto os projetos com fluxos de caixa mais estáveis (o que a literatura denomina de *cow flows*) são passíveis de valorização, utilizando a metodologia de Opções Reais mencionada no estudo de caso. Assim a Volatilidade não interfere na decisão de se utilizar ou não o modelo de Opções Reais para orçamento de capitais e valorização de ativos em Contabilidade Gerencial.
- (5) Os Modelos apresentados são factíveis de serem aplicados como foi demonstrado ao longo deste trabalho. O ferramental matemático é acessível e disponível por meio de *softwares* disponíveis no mercado.
- (6) O modelo de opções reais pode ser acrescentado ao modelo de FCD tradicional para ajudar o orçamento de capital, já que ele enriquece a tomada de decisão por meio da Flexibilidade Gerencial.
- (7) Os resultados sugerem que o modelo binomial apresenta resultados muito próximos do modelo que utiliza a PDE e o modelo de Schwartz – Moon.
- (8) A Volatilidade influi no valor da Flexibilidade Gerencial de uma forma direta. Com o aumento da Volatilidade, aumenta-se o valor da Flexibilidade Gerencial.

4.2 Sugestões para futuras pesquisas

As sugestões referem-se, basicamente, aos modelos de Schwartz e Moon, Longstaff e Schwartz e Binomial CCR.

Com relação ao modelo de Schwartz e Moon, sugere-se:

- (1) No modelo de Schwartz e Moon, a variável $Custo_t$ foi calculada através de uma regressão linear em função da Receita. Poderia ser pesquisado o $Custo_t$ como sendo uma variável estocástica assim como foi feito com a receita, (a variável Receita foi modelada seguindo o movimento geométrico browniano).
- (2) Incluir a depreciação dos equipamentos nos cálculos.
- (3) O modelo de Schwartz e Moon não admitia a possibilidade de o caixa da empresa ficar negativo, sendo que a empresa fechava caso o caixa da empresa zerasse. Poderia ser incluída no modelo a possibilidade de o caixa ficar negativo com a despesa financeira diminuindo o fluxo de caixa futuro.

Com relação ao modelo de Longstaff e Schwartz sugere-se:

- (1) A geração dos caminhos utilizando o Modelo de Reversão à Média ao invés do Modelo Geométrico Browniano e comparar os resultados. Muitos projetos podem ser modelados mais adequadamente com o Modelo de Reversão à Média, principalmente quanto se trata de *comodities*.
- (2) Quando se está gerando a regressão de cada período de tempo, estudar um algoritmo de regressão mais fácil de ser implementado quando se têm muitos caminhos.

Com relação ao modelo de Binomial CCR:

- (1) Utiliza-se a volatilidade constante ao longo do projeto. Poderia ser pesquisado o impacto da volatilidade variável, seguindo esta volatilidade um Modelo Geométrico Browniano ou Modelo de Reversão à Média.
- (2) Pesquisar o impacto de se utilizar o modelo binomial logtransformado ao invés do modelo CRR através de um estudo de caso.

REFERÊNCIAS

- ABRAMS, J. B. *Quantitative business valuation. A mathematical approach for today's professional*. New York: McGraw-Hill, 2001. 480p.
- AMRAM, M.; KULATILAKA N. *Real options. Managing strategic investment in uncertain world*. Boston: Harvard Business School Press, 1999. 244p.
- AMERICAN ACCOUNTING ASSOCIATION COMMITTEE ON ACCOUNTING VALUATION BASES. *Report of the committee on accounting valuation bases. The Accounting Review*. 1972. p. 535-573.
- BARONE-ADESI, G.; WHALEY R. E. *Efficient analytic approximation of american options value. The Journal of Finance*. june, 1987. p. 301-319.
- BLACK, F.; SCHOLES M. *The pricing of option and corporate liabilities. Journal of Political Economy*. may/june, 1973. p 637-659.
- BLOOM, R.; ELGERS, P. T. *Foundation of accounting theory and policy*. Orlando: The Dryden Press, 1995. p.564.
- BOYLE, P. P. *Options: a Monte Carlo Approach. Journal of Financial Economics*. 1977. p 323-337.
- _____. *A Lattice framework for options pricing with two state variables. Journal of Financial and Quantitative Analysis*. 1988. p 1-12.
- BRACH, M. A. *Real options in practice*. New York: John Wiley & Son.Inc, 2003. 370p.
- BREALEY, R. A.; MYERS, S. C. *Principles of corporate finance*. 6th ed. New York: Irwin McGraw-Hill, 2000. 998p.
- BRIGHAM,E.F.; GAPENSKY,L.C. *Intermediate financial management*. 4th ed. New York: The Dryden Press, 1992. 1122p.
- CANNING, J. *The economics of accountancy*.New York:Ronald Press,1929.
- CONJUNTURA Econômica. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Economia da FGV, v. 58, 2004. p.VIII

COPELAND, T.; ANTIKAROV V. *Opções reais*. Rio de Janeiro: Editora Campus. 2002. 368p

COX, J., ROSS S.; RUBINSTEIN M. *Option pricing: a simplified approach*. *Journal of Financial Economics*. v. 7, set, 1979. p 229-264.

DAMODARAN, A. *Investment valuation*. New York: John Wiley & Son.Inc, 1996. 519p.

_____. *A face oculta da avaliação*. São Paulo: Makron Books Ltda, 2002. 466p.

DIXIT, A. K.; PINDYCK R. S. *Investment under uncertainty*. New Jersey: Princeton University Press, 1994. 468p.

_____. *The options aproach to capital investment*. *Harvard Business School* , 1995, p. 105 -115

DURBIN, J.; WATSON,G. S. *Testing of serial correlation in least-squares regression*. *Biometrika*, 1951. p 159-177

ECONOMIST The, *Economic and financial indicator*. *The Economist*, august, 2004. p. 88-89.

ENGLE, R. F. *Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation*. *Econométrica*, 50 (4) 1982, p. 987-1008.

EXAME. *Melhores e Maiores*. São Paulo: 2004. p. 21-34.

FISCHER, I. *The Nature of Capital and Income*. New York:McMillan,1906.

GAMBLE, G. O.; CRAMER, J. J. JR. *The role of present value in the measurement and recording of nonmonetary financial assets and liabilities: an examination*. *Accounting Horizons*: december, 1992. p 32.

GESKE, R.; SHASTRI K. *Valuation by approximation: a comparison of alternative option valuation techniques*. *Jornal of Financial and Quantitative Analisys*, 20, 1985. p. 45-71

HENDRIKSEN, E. S.; VAN BREDA, M. F. *Teoria da contabilidade*. São Paulo: Atlas, 1999. 550p.

- HULL, J. C. *Options, futures and other derivatives*. New Jersey: Prentice-hall, Inc. 1997. 572p.
- HULL, J. C. *Options, fundamentals of futures and options markets*. 4th ed. New Jersey: Prentice-hall, Inc., 2002. 491p.
- INGERSOLL, J.; ROSS S. *Waiting to invest: investment and uncertainty*. *Journal of Business*, january, 1992, p. 1-29.
- IUDÍCIBUS, S. *Teoria da contabilidade*. São Paulo: Atlas. 2000. 336 p.
- KAM, V. *Accounting theory*. New York: John Wiley and Sons, 1990. 581p.
- KESTER, W. C. *Today's option for tomorrow's growth*. *Harvard Business Review*, march-april, 1984, p. 153-160.
- KNIGHT, J.; SATCHELL, S. *Forecasting volatility in financial market*. 2nd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002. 407p.
- LONGSTAFF, F. A.; SCHWARTZ E. S. *Valuing american options by simulation: a simple least-squares approach*. *The Review of Financial Studies*. 2001, v. 14, n. 1. p. 113 -147.
- LOPES, E. R. *A utilização de opções reais para a avaliação de empresas: um caso prático* Globo Cabo. São Paulo, 2001 - (Dissertação) Mestrado. FGV/EAESP. 110p.
- MATOS, O. C. *Econometria básica*. 3. ed. São Paulo: Editora Atlas. 2000. 300p
- MCDONALD, R.; SIEGEL D. *Investment and the valuation of firms when there is an option to shut down*. *International Economic Review*. June. 1985. p 331-349.
- _____. *The value of waiting to invest*. *Quarterly Journal of Economics*. november, 1986. p. 707-727.
- MERTON, R. C. *On the pricing of contingent claims and the Modigliani-Miller Theorem*. *Journal of Financial Economics*. november, 1977. p. 241-249
- MONTEIRO, R.C. *Contribuição da abordagem de avaliação de opções reais em ambientes econômicos de grande volatilidade – uma ênfase no cenário latino americano*. São Paulo, 2003 - (Dissertação) Mestrado. FEA/USP. 200 p.

- MYERS, S. C.; MAJD S. *Abandonment value and project life. Advances in Futures e Option Research.* v. 4, 1990. p.1 1-21.
- PESARAN, M. H.; PESARAN, B. *Data fit manual: an interative economic software package.* Oxford: Oxford University Press, 1987.
- PINDYCK R. S. *Irreversible investment, capacity choice, and the value of the firm. American Economic Review.* v. 78, december, 1988. p. 969-985.
- PINDYCK R. S. *Irreversibility, uncertainty and investment. Journal of Economic Literature.* september. 1991. p. 1110-1148.
- RAGSDALE C. T. *Spreadsheet modeling and decision analisys.* Cincinnati: South-Western College Publishing, 1988. 742p.
- ROSSI P. E. *Modeling stock market volatility.* San Diego: Academic Press, 1996. 485p.
- SCHWARTZ E. S.; MOON M. *Rational prices for internet companies. Financial Analistys Jornal.* may-june, 2000. p. 62-75.
- SCHWARTZ E. S.; TRIGEORGIS L. *Real options and investment under uncertainty.* Cambridge: The MIT Press, 2001. 871p.
- STAUBUS, G. *An induced theory of accounting measurement. The Accounting Review.* jan, 1985. p. 53-75
- STERLING, R. R. *Asset Valuation and Income Determination,* Scholar Book Co.,1971
- STERLING, R. R. *Decision oriented financial accounting. Accounting and Business Research.* summer, 1972. p. 198-208.
- STERLING, R. R. *Decision oriented financial accounting. Accounting and Business Research.* summer, 1972. p. 198-208.
- TRIGERGIS, L. *A log-transformed binomial numerical analisys method for valuing complex multi-option investment. Journal of Financial and Quantitative Analisys.* september, 1991, p. 309-326
- _____. *Real options in capital investment.* Westport: Praeger Publishers, 1995. 353p.

_____. *Real Options: managerial flexibility and strategy in resource allocation*. London: MIT, 2002.

VAN HORNE, J. C. *Financial management and policy*. 10th ed. New Jersey: Prentice Hall, 1995. 854p.

WESTON, J. F.; BRIGHAM E. F. *Essentials of managerial finance*. 10th ed. New York: The Dryden Press, 1993. 892p.

YIN, R. K. *Estudo de caso. Planejamento e método*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 205 p.

ANEXOS

ANEXO 1-	Lucros e Perdas 2002.....
ANEXO 2-	Lucros e Perdas 2003.....
ANEXO 3-	Lucros e Perdas 2004.....
ANEXO 4-	Teste de Durbin-Watson Parte A.....
ANEXO 5-	Teste de Durbin-Watson Parte B.....
ANEXO 6-	Teste de Pesaran-Pesaran Parte A.....
ANEXO 7-	Teste de Pesaran-Pesaran Parte B.....
ANEXO 8-	Teste de Kolmogorov Smirnov.....
ANEXO 9-	Teste de Kolmogorov Smirnov Parte B.....
ANEXO 10-	Planilha contendo FCD tradicional Parte A.....
ANEXO 11-	Planilha contendo FCD tradicional Parte B.....
ANEXO 12-	Modelo Binomial Parte A.....
ANEXO 13-	Modelo Binomial Parte B.....
ANEXO 14-	Volatilidade da Receita do Mercado.....
ANEXO 15-	Modelo de Schwartz & Moon – 1º Trimestre.....
ANEXO 16-	Modelo de Schwartz & Moon – 2º Trimestre.....
ANEXO 17-	Modelo de Schwartz & Moon – 3º Trimestre.....
ANEXO 18-	Modelo de Schwartz & Moon – 4º Trimestre.....
ANEXO 19-	Modelo de Schwartz & Moon – 5º Trimestre.....
ANEXO 20-	Modelo de Schwartz & Moon – 6º Trimestre.....
ANEXO 21-	Modelo de Schwartz & Moon – 7º Trimestre.....
ANEXO 22-	Modelo de Schwartz & Moon – 8º Trimestre.....
ANEXO 23-	Modelo de Schwartz & Moon – 9º Trimestre.....
ANEXO 24-	Modelo de Schwartz & Moon – 10º Trimestre.....
ANEXO 25-	Modelo de Schwartz & Moon – 11º Trimestre.....
ANEXO 26-	Modelo de Schwartz & Moon – 12º Trimestre.....
ANEXO 27-	Modelo de Schwartz & Moon – 13º Trimestre.....
ANEXO 28-	Modelo de Schwartz & Moon – 14º Trimestre.....
ANEXO 29-	Modelo de Schwartz & Moon – 15º Trimestre.....
ANEXO 30-	Modelo de Schwartz & Moon – 16º Trimestre.....
ANEXO 31-	Modelo de Schwartz & Moon – 17º Trimestre.....
ANEXO 32-	Modelo de Schwartz & Moon – 18º Trimestre.....
ANEXO 33-	Modelo de Schwartz & Moon – 19º Trimestre.....
ANEXO 34-	Modelo de Schwartz & Moon – 20º Trimestre.....
ANEXO 35-	Modelo de Schwartz & Moon – 21º Trimestre.....
ANEXO 36-	Modelo de Schwartz & Moon – 22º Trimestre.....
ANEXO 37-	Modelo de Schwartz & Moon – 23º Trimestre.....
ANEXO 38-	Modelo de Schwartz & Moon – 24º Trimestre.....
ANEXO 39-	Modelo de Schwartz & Moon – 1º Trimestre.....
ANEXO 40-	Modelo de Schwartz & Moon – 2º Trimestre.....
ANEXO 41-	Modelo de Schwartz & Moon – 3º Trimestre.....
ANEXO 42-	Modelo de Schwartz & Moon – 4º Trimestre.....
ANEXO 43-	Modelo de Schwartz & Moon – 5º Trimestre.....
ANEXO 44-	Modelo de Schwartz & Moon – 6º Trimestre.....

ANEXO 45-	Modelo de Schwartz & Moon – 7º. Trimestre
ANEXO 46-	Modelo de Schwartz & Moon – 8º. Trimestre
ANEXO 47-	Modelo de Schwartz & Moon – 9º. Trimestre
ANEXO 48-	Modelo de Schwartz & Moon – 10º. Trimestre
ANEXO 49-	Modelo de Schwartz & Moon – 11º. Trimestre
ANEXO 50-	Modelo de Schwartz & Moon – 12º. Trimestre
ANEXO 51-	Modelo de Schwartz & Moon – 13º. Trimestre
ANEXO 52-	Modelo de Schwartz & Moon – 14º. Trimestre
ANEXO 53-	Modelo de Schwartz & Moon – 15º. Trimestre
ANEXO 54-	Modelo de Schwartz & Moon – 16º. Trimestre
ANEXO 55-	Modelo de Schwartz & Moon – 17º. Trimestre
ANEXO 56-	Modelo de Schwartz & Moon – 18º. Trimestre
ANEXO 57-	Modelo de Schwartz & Moon – 19º. Trimestre
ANEXO 58-	Modelo de Schwartz & Moon – 20º. Trimestre
ANEXO 59-	Modelo de Schwartz & Moon – 21º. Trimestre
ANEXO 60-	Modelo de Schwartz & Moon – 22º. Trimestre
ANEXO 61-	Modelo de Schwartz & Moon – 23º. Trimestre
ANEXO 62-	Modelo de Schwartz & Moon – 24º. Trimestre
ANEXO 63-	Modelo de Schwartz & Moon – Planilha Final de Resultados.....
ANEXO 64-	Modelo de Longstaff e Schwartz – Parâmetros e Simulação do valor futuro
ANEXO 65-	Modelo de Longstaff e Schwartz – Valor se exercer a opção no nó
ANEXO 66-	Modelo de Longstaff e Schwartz – Valor da Opção
ANEXO 67-	Modelo de Longstaff e Schwartz – Valor da Opção trazida a Valor Presente ...
ANEXO 68-	Modelo de Longstaff e Schwartz – Valores Obtidos pela Regressão
ANEXO 69-	Modelo de Longstaff e Schwartz – Resultados e Valores da Regressão.....
ANEXO 70-	Modelo de Longstaff e Schwartz – Valores da Opção de Continuação
ANEXO 71-	Modelo de Longstaff e Schwartz – Matriz de Decisão Ajustada
ANEXO 72-	Modelo de Longstaff e Schwartz – Valor de Exercício da Opção
ANEXO 73-	Dados para o cálculo da volatilidade pelo Método GARCH
ANEXO 74-	GARCH – Regressão de 1ª. ordem e 2ª. ordem
ANEXO 75-	GARCH – Regressão de 3ª. ordem e 4ª. ordem
ANEXO 76-	GARCH – Regressão de 5ª. ordem e 6ª. ordem
ANEXO 77-	Simulação de Volatilidade.....
ANEXO 78-	Simulação de Volatilidade.....
ANEXO 79-	Simulação de Volatilidade.....
ANEXO 80-	Simulação de Volatilidade.....
ANEXO 81-	Simulação de Volatilidade.....
ANEXO 82-	Simulação de Volatilidade.....
ANEXO 83-	Simulação de Volatilidade.....
ANEXO 84-	Simulação de Volatilidade.....
ANEXO 85-	Simulação de Volatilidade.....
ANEXO 86-	Simulação de Volatilidade.....
ANEXO 87-	Simulação de Volatilidade.....
ANEXO 88-	Simulação de Volatilidade.....
ANEXO 89-	Aplicação das PDE

ANEXO 1 LUCROS E PERDAS 2002

YEAR 2002 PROFIT & LOSS

Currency: Reals

TOTAL INDEX

1- Gross Margin

GRUPO 2.01 - HOUSEHOLD CLEANNING

Net Sales	251.504	194.598	207.878	301.660	270.878	251.037	326.629	270.595	341.596	3.051.486
CGS	120.896	89.982	97.654	169.332	147.828	130.257	171.452	148.316	181.202	1.553.747
Gross Margin	130.608	104.616	110.223	132.329	123.050	120.780	155.178	122.279	160.394	1.497.740

49%

GRUPO 2.02 - COSMETICS

Net Sales	20.647	14.352	15.939	21.388	22.004	20.249	32.999	28.004	20.820	256.882
CGS	10.813	6.241	7.148	10.329	11.618	11.021	14.906	13.479	9.779	122.394
Gross Margin	9.835	8.111	8.790	11.059	10.386	9.228	18.094	14.525	11.041	134.488

52%

GRUPO 2.03 - ALCOHOLICS + FINE FRAGRANCES

Net Sales	17.883	11.124	13.692	17.101	13.877	21.429	23.187	28.599	30.759	230.044
CGS	6.584	4.640	4.968	7.408	5.942	9.332	9.708	11.991	12.600	94.434
Gross Margin	11.298	6.483	8.724	9.693	7.935	12.097	13.479	16.608	18.159	135.610

59%

GRUPO 2.04 - TOILET SOAP

Net Sales	4.897	5.942	6.444	6.365	10.977	6.776	14.233	9.828	12.787	100.791
CGS	2.862	3.305	3.805	3.635	6.540	3.912	7.758	5.636	6.888	57.145
Gross Margin	2.035	2.637	2.639	2.730	4.437	2.864	6.475	4.192	5.899	43.646

43%

GRUPO 2.05 - BLEACH

Net Sales	2.701	1.446	1.594	1.738	2.028	1.525	1.273	1.809	1.468	19.218
CGS	1.306	697	810	1.020	1.065	886	672	928	756	9.955
Gross Margin	1.396	748	784	718	963	639	601	881	712	9.263

48%

GRUPO 2.06 -SOFTNERS

Net Sales	76.709	56.135	49.360	80.676	100.692	107.037	130.347	106.117	82.692	1.013.921
CGS	34.333	22.880	20.927	38.444	46.467	54.510	68.832	54.065	41.287	480.216
Gross Margin	42.375	33.255	28.433	42.234	54.225	52.527	61.514	52.052	41.406	533.705

53%

GRUPO 2.07 CANDLES

Net Sales	2.411	2.289	1.130	1.665	2.714	2.823	4.731	3.890	3.266	29.900
CGS	1.017	909	493	735	1.242	1.449	2.018	1.723	1.439	13.129
Gross Margin	1.394	1.380	637	929	1.473	1.374	2.713	2.166	1.827	16.771

56%

GRUPO 2.08 SOAP & DETERGENTS

Net Sales	50.672	8.174	37.768	26.598	75.915	54.735	55.696	45.051	47.887	536.296
CGS	33.378	4.889	21.362	18.678	50.717	38.091	39.809	35.525	36.214	359.368
Gross Margin	17.294	3.285	16.406	7.920	24.898	16.644	15.887	9.526	11.673	176.928

33%

GRUPO 3 RAW MATERIAL ADJUSTED

Net Sales	275.458	235.615	240.468	276.935	310.135	224.293	329.587	367.962	227.643	3.270.038
CGS	139.567	104.442	116.165	150.877	172.924	119.974	177.656	191.279	125.993	1.674.164
Gross Margin	135.888	131.173	124.304	126.058	137.211	104.318	151.931	176.683	101.649	1.656.264

51%

TOTAL

Net Sales	702.880	529.676	574.272	734.127	808.919	688.905	918.882	861.854	768.918	8.508.577
CGS	350.757	237.986	273.333	400.459	444.342	369.433	452.810	462.942	416.158	4.364.552
Gross Margin	352.123	291.690	300.939	333.668	364.577	320.472	425.872	398.912	352.760	4.204.416

49%

2- Operational Expenses

Administrative Expenses	28.298	17.684	25.977	21.915	20.512	34.255	26.194	30.326	39.485	331.063
Commercial Expenses	74.932	47.463	67.049	61.516	60.445	61.648	65.660	79.565	91.717	840.142

4%

10%

35%

OK

3.53

3.64

35,97950

OK

ANEXO 2 LUCROS E PERDAS 2003

YEAR 2003 PROFIT & LOSS

Currency: Reals

TOTAL INDEX

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
1- Gross Margin													
GRUPO 2.01 - HOUSEHOLD CLEANNING													
Net Sales	279.495	296.661	302.078	280.800	320.903	331.378	523.962	304.470	308.059	376.688	267.604	326.733	3.918.831
CGS	149.400	152.689	157.377	140.172	157.600	161.756	262.256	145.037	150.375	186.316	137.762	175.364	1.976.122
Gross Margin	130.095	143.972	144.701	140.629	163.303	169.621	261.707	159.433	157.684	190.372	129.842	151.349	1.942.708
GRUPO 2.02 - COSMETICS													
Net Sales	29.669	21.749	25.030	20.155	24.773	24.058	38.373	37.058	26.886	33.876	34.660	36.417	352.705
CGS	14.977	10.845	12.627	9.256	11.773	11.093	17.307	16.910	12.771	17.291	16.837	19.186	170.873
Gross Margin	14.692	10.904	12.403	10.899	13.000	12.965	21.067	20.148	14.115	16.586	17.823	17.231	181.833
GRUPO 2.03 - ALCOHOLICS + FINE FRAGRANCES													
Net Sales	28.286	28.183	36.370	35.009	52.805	41.636	46.304	42.001	41.200	53.663	36.608	33.815	475.889
CGS	12.396	11.868	15.155	15.220	21.977	18.950	20.170	18.158	18.435	24.107	16.518	13.628	206.620
Gross Margin	15.900	16.315	21.215	19.789	30.828	22.646	26.135	23.843	22.765	29.556	20.090	20.187	269.269
GRUPO 2.04 - TOILET SOAP													
Net Sales	15.692	11.918	14.229	8.960	9.882	14.517	12.762	11.541	13.093	15.680	16.168	24.940	169.381
CGS	9.323	6.800	7.714	5.613	5.262	7.894	7.868	6.449	6.817	9.243	8.981	15.215	97.180
Gross Margin	6.368	5.118	6.515	3.347	4.620	6.623	4.894	5.091	6.276	6.437	7.187	9.725	72.202
GRUPO 2.05 - BLEACH													
Net Sales	676	1.203	2.652	874	3.047	965	1.467	1.781	3.105	2.515	1.501	2.049	21.835
CGS	402	647	1.541	481	1.837	508	767	936	1.885	1.590	795	1.081	12.471
Gross Margin	274	556	1.111	393	1.210	457	700	845	1.220	925	706	969	9.365
GRUPO 2.06 -SOFTNERS													
Net Sales	83.171	81.752	106.710	117.940	125.422	114.864	159.804	133.371	123.182	165.102	116.759	121.910	1.449.987
CGS	44.313	43.115	54.807	60.381	62.704	56.746	80.298	87.343	61.633	88.473	61.408	69.280	750.502
Gross Margin	38.857	38.637	51.903	57.559	62.718	58.119	79.508	66.028	61.549	76.628	55.351	52.630	699.485
GRUPO 2.07 CANDLES													
Net Sales	2.361	6.440	1.894	4.598	3.270	4.836	4.113	1.781	5.761	4.962	4.758	4.596	49.370
CGS	1.139	2.966	841	2.094	1.535	2.253	1.952	792	2.640	2.365	2.363	2.305	23.234
Gross Margin	1.223	3.474	1.052	2.503	1.735	2.583	2.161	989	3.122	2.607	2.395	2.291	26.136
GRUPO 2.08 SOAP & DETERGENTS													
Net Sales	18.137	28.608	60.765	59.183	22.797	46.621	18.844	41.163	35.665	40.284	72.128	53.913	497.907
CGS	12.206	18.449	40.467	36.478	16.066	28.199	10.779	24.219	20.076	22.583	42.635	32.074	306.231
Gross Margin	5.930	10.159	20.299	20.705	6.730	18.422	7.865	16.944	15.589	17.701	29.493	21.839	191.676
GRUPO 3 RAW MATERIAL ADJUSTED													
Net Sales	332.596	272.792	216.148	274.664	262.601	289.848	312.666	328.919	302.604	434.201	287.651	288.415	3.603.104
CGS	165.000	159.925	117.356	161.918	148.067	165.959	196.288	225.707	225.938	348.151	225.227	228.746	2.368.281
Gross Margin	167.596	112.867	98.792	112.748	114.535	123.889	116.377	103.212	76.665	86.049	62.423	59.669	1.234.823
TOTAL													
Net Sales	790.092	749.307	802.183	825.500	825.500	868.722	1.118.096	902.086	859.556	1.126.970	837.837	892.788	10.539.010
CGS	408.156	407.304	407.884	433.612	426.821	453.397	597.684	505.552	500.571	700.108	512.526	556.898	5.911.514
Gross Margin	380.936	342.003	394.299	391.888	398.679	415.325	520.411	396.534	358.985	426.862	325.310	335.890	4.627.496
2- Operational Expenses													
Administrative Expenses	30.591	21.851	24.952	27.253	30.936	35.189	27.455	48.065	33.474	46.414	45.005	66.079	437.272
Commercial Expenses	57.205	82.353	56.618	71.433	65.364	71.572	80.399	62.142	103.665	100.366	94.588	93.267	948.962
3- Ebitda Ebitda (US\$)													
	293.139	227.799	276.422	269.885	302.359	308.554	412.557	286.326	221.846	280.082	185.718	176.544	3.241.232
	83.141	63.931	82.438	93.392	101.955	107.435	139.119	96.520	75.886	98.061	62.968	59.845	1.064.693
debt	3.53	3.56	3.35	2.89	2.97	2.87	2.9655	2.97	2.92	2.86	2.95	2.95	37

50%

52%

57%

43%

43%

48%

53%

38%

34%

44%

4%

9%

31%

nível de significância =	5%
número de variáveis explicativas	1 (somente a receita)
n (tamanho da amostra) =	8
consultado a tabela A.5 do livro do matos (2000) temos:	
limite inferior dl	0,763
limite superior du	1,332
H0: ausência de autocorrelação	
H1: Presença de autocorrelação	
se $d < 2$ (autocorrelação positiva)	
região de rejeição de H0: $d < dl$	$d < 0,763$
não conclusiva sobre aceitação de H0	$0,763 < d < 1,332$
aceitação de H0	$d > 1,332$
se $d > 2$ (autocorrelação negativa)	
região de aceitação de H0: $d < (4-du)$	$d < 2,668$
não conclusiva sobre aceitação de H0	$(4-du) < d < (4+dl)$ $2,668 < d < 3,237$
região de rejeição de H0: $d > (4+dl)$	$d > 3,237$

1) regressão ogs x receita

receita	real cgs	estimado cgs	e(t)	e (t-1)	$[e(t) - e(t-1)]^2$	e(t)^2
750	358	402	(43)		4.315	1.883
659	359	336	22	(43)	160	497
707	380	371	10	22	10	93
663	352	339	13	10	1.636	165
858	452	479	(28)	13	59	762
975	543	563	(20)	(28)	3.610	398
981	608	568	40	(20)	1.165	1.611
1.044	619	613	6	40		36
			soma		10.954	5.445
			d=		2,01	

como $d > 2$, temos tendência a autocorrelação negativa:

conclusão: como $d > 2$, e $d < 2,668$, aceito H0, portanto inexistente autocorrelação para CGS x Receita (regra 4 da tabela acima)

2) regressão desp adm x receita

receita	real adm	estimado adm	e(t)	e (t-1)	[e(t) - e(t-1)] ²	e(t) ²
750	34	29	5			20
659	22	23	(1)		5	1
707	27	26	1	(1)	(1)	0
663	22	23	(1)	(1)	1	1
858	32	37	(5)	(5)	(1)	24
975	37	45	(8)	(8)	(5)	72
981	54	46	8	8	(8)	66
1.044	52	50	2	2	8	2
			soma		378	185
			d=		2,04	

como $d > 2$, temos tendência a autocorrelação negativa:

conclusão: como $d > 2$, e $d < 2,668$, aceito H_0 , portanto inexistente autocorrelação para CGS x Receita (regra 4 da tabela acima)

3) regressão desp com x receita

receita	real com	estimado com	e(t)	e (t-1)	[e(t) - e(t-1)] ²	e(t) ²
750	90	70	20			406
659	54	62	(8)		20	64
707	66	66	(0)	(8)	(8)	0
663	59	62	(3)	(0)	(3)	10
858	72	80	(8)	(3)	(5)	70
975	84	91	(7)	(8)	(1)	52
981	99	91	7	(7)	(7)	56
1.044	96	97	(1)	7	67	0
			soma		1.173	659
			d=		1,78	

como $d < 2$, temos tendência a autocorrelação positiva:

conclusão: como $d < 2$, e $d > 1,332$, aceito H_0 , portanto inexistente autocorrelação para desp Com x Receita (regra 3 da tabela acima)

anexo 6 -teste de pesaran - pesaran (parte A)

verificar o significado estatístico da regressão:

$$e_t^2 = a + b Y^2 + v$$

Onde:

e_t = resíduos

Y = valores estimados de Y.

H0: b=0 ausência de heterocedasticidade
 H1: b<>0 presença de heterocedasticidade

1) regressão ogs x receita

receita	real cgs	estimado cgs	e(t)	e(t)^2	estimado^2 cgs
750	358	402	(43)	1.883	161.270
659	359	336	22	497	113.148
707	380	371	10	93	137.358
663	352	339	13	165	115.028
858	452	479	(28)	762	229.869
975	543	563	(20)	398	317.131
981	608	568	40	1.611	322.100
1.044	619	613	6	36	375.366

RESUMO DOS RESULTADOS

estatística de regressão

R múltiplo	0,038422
R-Quadrado	0,001476
R-Quadrado	-0,164944
Erro padrão	758,4627
Observação	8

ANOVA	gl	SQ	MQ	F	de significação
Regressão	1	5103,059	5103,059	0,008871	0,92802885
Resíduo	6	3451594	575265,6		
Total	7	3456697			

Coefficiente	Erro padrão	Stat t	valor-P	5% inferiores	superior	inferior	95,0%
Interseção	623,5759	662,6699	0,941005	0,383027	997,920194	2245,072	-997,92 2245,072
Variável X	0,000258	0,002737	0,094185	0,928029	-0,00643935	0,006955	-0,00644 0,006955

como pvalue > 5% aceite H0. Assim a regressão não tem significado, portanto a regressão tem ausência de heterocedasticidade.

anexo 7 - teste de pesaran - pesaran (parte B)

2) regressão desp adm x receita

recelita	real adm	estimado adm	e(t)	e(t)^2	estimado^2 cgs
750	34	29	5	20	853
659	22	23	(1)	1	514
707	27	26	1	0	682
663	22	23	(1)	1	527
858	32	37	(5)	24	1.369
975	37	45	(8)	72	2.059
981	54	46	8	66	2.099
1.044	52	50	2	2	2.533

RESUMO DOS RESULTADOS

estatística de regressão	
R múltiplo	0,575455
R-Quadrad	0,331148
R-Quadrad	0,219673
Erro padrão	26,13591
Observaçõ	8

ANOVA	gl	SQ	MQ	F	de significação
Regressão	1	2029,171	2029,171	2,970593	0,13555957
Resíduo	6	4098,516	683,086		
Total	7	6127,687			

	Coefficiente	Erro padrão	Stat t	valor-P	5% Inferiores	5% superiores
Interseção	-5,011609	18,76171	-0,267119	0,798322	50,9198866	40,89667
Variável X	0,021168	0,012282	1,723541	0,13556	-0,0088844	0,051221

como pvalue > 5% acerto H0. Assim a regressão não tem significado, portanto a regressão tem ausência de heterocedasticidade.

2) regressão desp com x receita

recelita	real com	estimado com	e(t)	e(t)^2	estimado^2 cgs
750	90	70	20	406	4.914
659	54	62	(8)	64	3.814
707	66	66	(0)	0	4.374
663	59	62	(3)	10	3.858
858	72	80	(7)	70	6.409
975	84	91	(7)	52	8.238
981	99	91	7	56	8.341
1.044	96	97	(1)	0	9.428

RESUMO DOS RESULTADOS

estatística de regressão	
R múltiplo	0,206398
R-Quadrad	0,0426
R-Quadrad	-0,116967
Erro padrão	14,1,73
Observaçõ	8

ANOVA	gl	SQ	MQ	F	de significação
Regressão	1	5362,798	5362,798	0,286973	0,62365449
Resíduo	6	120524,4	20087,4		
Total	7	125887,2			

	Coefficiente	Erro padrão	Stat t	valor-P	5% Inferiores	5% superiores
Interseção	158,3982	155,404	1,019267	0,347402	221,861992	538,6583
Variável X	-0,012315	0,023834	-0,516694	0,623854	-0,07063397	0,046004

como pvalue > 5% acerto H0. Assim a regressão não tem significado, portanto a regressão tem ausência de heterocedasticidade.

Anexo 8 - Teste de Kolmogorov Smirnov

$D = \max |i/n - z_i|$

z_i é a probabilidade acumulada da normal padronizada de $e(t)/s$ onde s =desvio padrão de $e(t)$ com $e(t)$ colocados em ordem crescente

H_0 = normalidade de resíduos

H_1 = não normalidade de resíduos

se $D < D_{critico}$ aceite H_0 .

segundo a tabela A7 do livro do Matos (2000) temos que:

para:
 nível de significancia = 5%
 n (numero da amostra)= 8
 temos que $D_{critico}$ = 0,44

com $D < 0,44$ aceita H_0

1) regressão cgs x receita

receita	real cgs	estimado cgs	ordenado $e(t)$	$w_i = e(t)/s$	z_i	i/n	$i/n - z_i$	$ i/n - z_i $
750	358	402	(43)	(1,56)	0,0599	0,13	0,07	0,07
858	452	479	(28)	(0,99)	0,1611	0,25	0,09	0,09
975	543	563	(20)	(0,72)	0,2372	0,38	0,14	0,14
1.044	619	613	6	0,22	0,5852	0,50	(0,09)	0,09
707	380	371	10	0,35	0,6356	0,63	(0,01)	0,01
663	352	339	13	0,46	0,6774	0,75	0,07	0,07
659	359	336	22	0,80	0,7880	0,88	0,09	0,09
981	608	568	40	1,44	0,9249	1,00	0,08	0,08
	dp de $e(t)$		28				$\max i/n - z_i =$	0,14

Como $D < D_{critico} = 0,44$ aceita a hipótese nula H_0 de normalidade de resíduos.

Anexo 9 - Teste de Kolmogorov Smirnov (continuação)

2) regressão desp adm x receita

receita	real adm	estimado adm	e(t)	wi= e(t)/s	zi	i/n	i/n-zi	i/n-zi
975	37	45	(8)	(0,30)	0,3808	0,13	(0,26)	0,26
858	32	37	(5)	(0,17)	0,4306	0,25	(0,18)	0,18
663	22	23	(1)	(0,03)	0,4898	0,38	(0,11)	0,11
659	22	23	(1)	(0,03)	0,4899	0,50	0,01	0,01
707	27	26	1	0,02	0,5085	0,63	0,12	0,12
1.044	52	50	2	0,06	0,5224	0,75	0,23	0,23
750	34	29	5	0,16	0,5641	0,88	0,31	0,31
981	54	46	8	0,29	0,6142	1,00	0,39	0,39
	dp de e(t)		5				max i/n-zi =	0,39

Como $D < D_{critico} = 0,44$ aceito a hipótese nula H_0 de normalidade de resíduos.

2) regressão desp com x receita

receita	real com	estimado com	e(t)	wi= e(t)/s	zi	i/n	i/n-zi	i/n-zi
858	72	80	(8)	(0,30)	0,3820	0,13	(0,26)	0,26
659	54	62	(8)	(0,29)	0,3873	0,25	(0,14)	0,14
975	84	91	(7)	(0,26)	0,3975	0,38	(0,02)	0,02
663	59	62	(3)	(0,11)	0,4560	0,50	0,04	0,04
1.044	96	97	(1)	(0,02)	0,4902	0,63	0,13	0,13
707	66	66	(0)	(0,01)	0,4959	0,75	0,25	0,25
981	99	91	7	0,27	0,6060	0,88	0,27	0,27
750	90	70	20	0,72	0,7651	1,00	0,23	0,23
	dp de e(t)		10				max i/n-zi =	0,27

Como $D < D_{critico} = 0,44$ aceito a hipótese nula H_0 de normalidade de resíduos.

Anexo 10 – Planilha contendo FCD - método tradicional (parte A)

COMPANY:

ANO 2004 FLUXO DE CAIXA PROJETADO

000 US\$

	2.004				2.005			
	10.TRIM (real)	20.TRIM projetado -->	30.TRIM	40.TRIM	10.TRIM	20.TRIM	30.TRIM	40.TRIM
equações do modelo a ser utilizado								
Receitas Líquidas	1.044	1.080	1.136	1.191	1.247	1.303	1.368	1.414
(-) CPV	619	638	678	718	758	798	838	878
LAJIR = RECEITA - CPV	426	442	457	473	489	505	520	536
DADM = 0,0718 * RECEITA - 24,597	52	53	57	61	65	69	73	77
DCOM = 0,0917 * RECEITA + 1,32	96	100	105	111	116	121	126	131
ebtida	277	288	295	302	308	315	322	328
(-) impostos	28	29	31	32	34	35	37	38
(-) variação do capital giro líquido - CAP.GIRO FINAL - CAP. GIRO INICIAL	-	-	-	-	-	-	-	-
(=) fluxo de caixa livre (Yi)	249	259	264	269	274	279	285	290
Fluxo de caixa disponível (Xi)	249	259	264	269	274	279	285	290
CONTROL PERIODOS	8	9	10	11	12	13	14	15
VPL de cada período futuro	249	246	239	232	225	218	211	205
VPL sem perpetuidade	4.319							
VPL perpetuidade	2.328							
VPL total	6.646							

22% a. a. 5,09% a. t.

 $\alpha = \delta =$

T sigma 21%
 A 6646
 u = e^{sigma} 1.24
 d = 1/u 0.81

r risk adjusted rate
 p (up) = (e^r - d) / (u - d)
 p (down) = 1 - p

0.624133% risk free rate
 0.46147 risk neutral probability
 0.53853

valor do projeto, sem flexibilidade gerencial.

6646	8225,30	10179,90	12598,97	15592,89	19298,26	23884,15	29559,80	36584,15	45277,72	56037,17	69353,40							
	5369,93	6646,00	8225,30	10179,90	12598,97	15592,89	19298,26	23884,15	29559,80	36584,15	45277,72							
		4338,88	5369,93	6646,00	8225,30	10179,90	12598,97	15592,89	19298,26	23884,15	29559,80							
			3505,79	4338,88	5369,93	6646,00	8225,30	10179,90	12598,97	15592,89	19298,26							
				2832,66	3505,79	4338,88	5369,93	6646,00	8225,30	10179,90	12598,97							
					2288,77	2832,66	3505,79	4338,88	5369,93	6646,00	8225,30							
						1849,31	2288,77	2832,66	3505,79	4338,88	5369,93							
							1494,24	1849,31	2288,77	2832,66	3505,79							
								1207,33	1494,24	1849,31	2288,77							
									975,52	1207,33	1494,24							
										788,21	975,52							
											636,87							
												514,59						
													335,95					
														219,33				
															143,19			
																93,48		
																	75,53	
																		49,31



85834,00	106230,92	131474,80	162717,44	201384,33	249239,72	308467,09	381768,79	472489,33	584767,99	72327,67	895708,63
56037,17	69353,40	85834,00	106230,92	131474,80	162717,44	201384,33	249239,72	308467,09	381768,79	472489,33	584767,99
36584,15	45277,72	56037,17	69353,40	85834,00	106230,92	131474,80	162717,44	201384,33	249239,72	308467,09	381768,79
23884,15	29559,80	36584,15	45277,72	56037,17	69353,40	85834,00	106230,92	131474,80	162717,44	201384,33	249239,72
15592,89	19298,26	23884,15	29559,80	36584,15	45277,72	56037,17	69353,40	85834,00	106230,92	131474,80	162717,44
10179,90	12598,97	15592,89	19298,26	23884,15	29559,80	36584,15	45277,72	56037,17	69353,40	85834,00	106230,92
6646,00	8225,30	10179,90	12598,97	15592,89	19298,26	23884,15	29559,80	36584,15	45277,72	56037,17	69353,40
4338,88	5369,93	6646,00	8225,30	10179,90	12598,97	15592,89	19298,26	23884,15	29559,80	36584,15	45277,72
2832,66	3505,79	4338,88	5369,93	6646,00	8225,30	10179,90	12598,97	15592,89	19298,26	23884,15	29559,80
1849,31	2288,77	2832,66	3505,79	4338,88	5369,93	6646,00	8225,30	10179,90	12598,97	15592,89	19298,26
1207,33	1494,24	1849,31	2288,77	2832,66	3505,79	4338,88	5369,93	6646,00	8225,30	10179,90	12598,97
788,21	975,52	1207,33	1494,24	1849,31	2288,77	2832,66	3505,79	4338,88	5369,93	6646,00	8225,30
514,59	636,87	788,21	975,52	1207,33	1494,24	1849,31	2288,77	2832,66	3505,79	4338,88	5369,93
	415,79	514,59	636,87	788,21	975,52	1207,33	1494,24	1849,31	2288,77	2832,66	3505,79
		335,95	415,79	514,59	636,87	788,21	975,52	1207,33	1494,24	1849,31	2288,77
			271,45	335,95	415,79	514,59	636,87	788,21	975,52	1207,33	1494,24
				177,22	271,45	335,95	415,79	514,59	636,87	788,21	975,52
					143,19	177,22	271,45	335,95	415,79	514,59	636,87
						115,70	143,19	177,22	271,45	335,95	415,79
							93,48	115,70	143,19	177,22	271,45
								75,53	93,48	115,70	177,22
									61,03	75,53	115,70
										49,31	61,03

anexo 14 - volatilidade da receita do mercado
 receita do mercado agregado (químico x petroquímico) em milhões US\$

	milhões US\$	μmercado
ano 2001	58159	
ano 2002	62910	8,17%
ano 2003	66463	5,65%

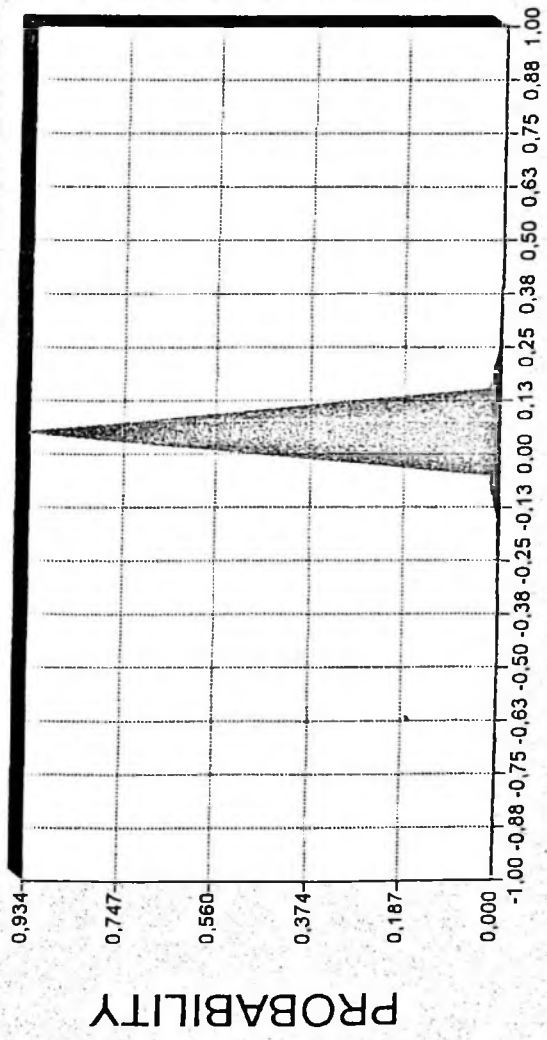
Como precisamos de dados trimestrais, faremos um interpolação com IPC

IPC - Índice do Poder de Compra → Salario Real Medio (conjuntura economica março de 2004)

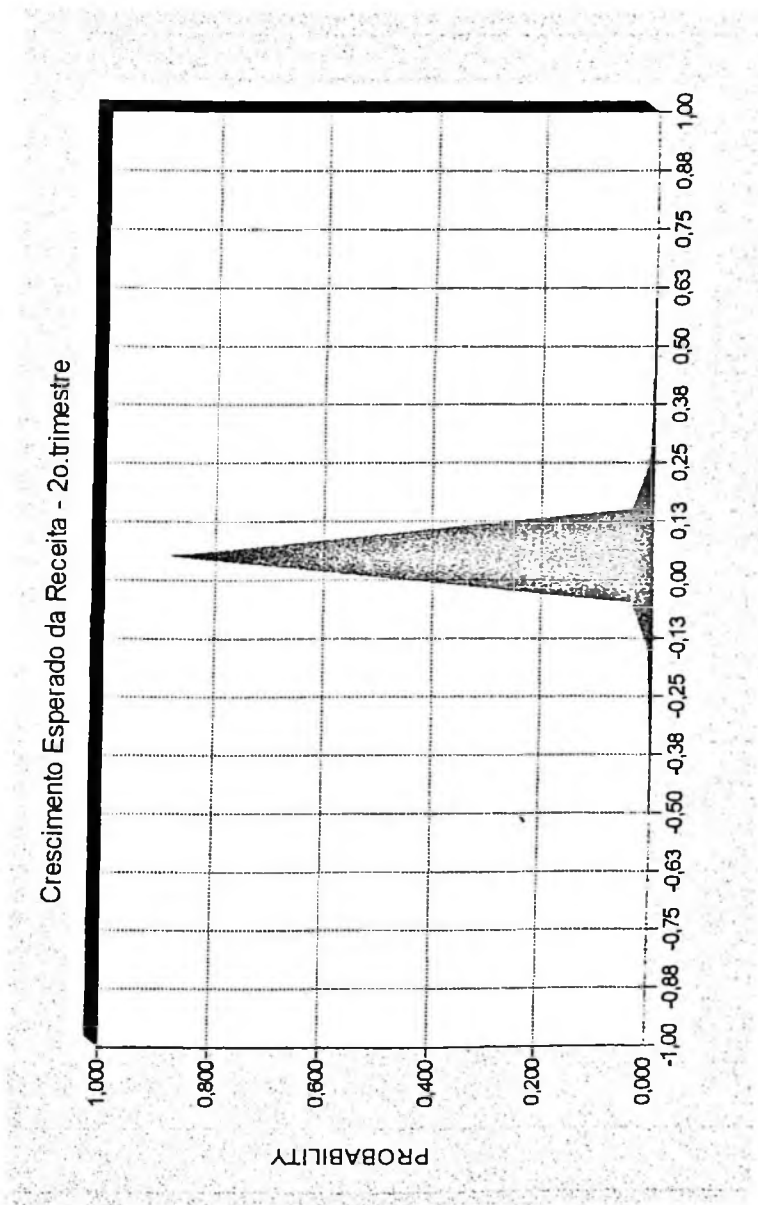
	IPC	Crescimento anual	Partição do crescimento	Divisão do crescimento da Receita	Receita Inicial	μmercado
dez/01	133,40				62.258	
mar/02	140,70	5,47%	86,27%	7,05%	62.364	0,17%
jun/02	140,90	0,14%	2,24%	0,18%	61.567	-1,28%
set/02	139,40	-1,06%	-16,78%	-1,37%	62.910	2,18%
dez/02	141,90	1,79%	28,27%	2,31%	59.522	-5,39%
mar/03	135,20	-4,72%	-95,37%	-5,39%	61.804	3,83%
jun/03	139,50	3,18%	64,24%	3,63%	61.392	-0,67%
set/03	138,70	-0,57%	-11,58%	-0,65%	66.463	8,26%
dez/03	148,50	7,07%	142,71%	8,06%		
mar/04	140,61 NA		4,95%	5,65%		

ANEXO 15 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON

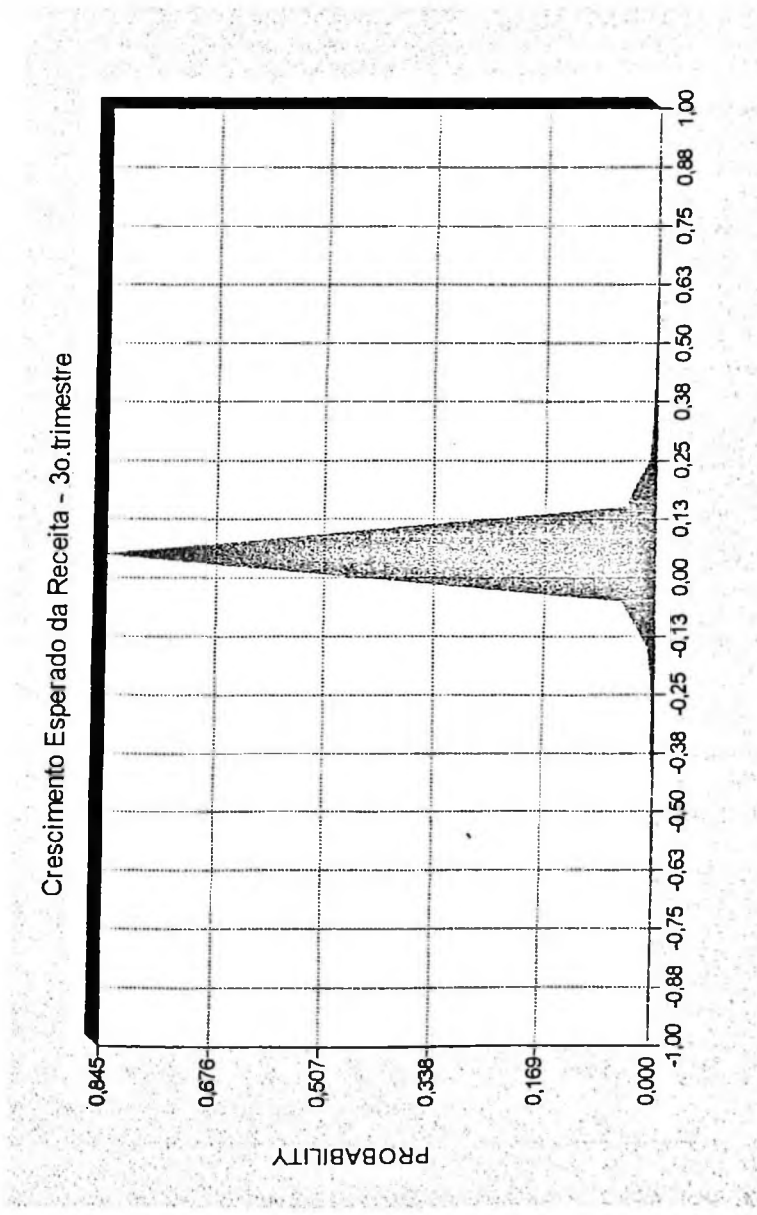
Crescimento Esperado da Receita - 1o. trimestre



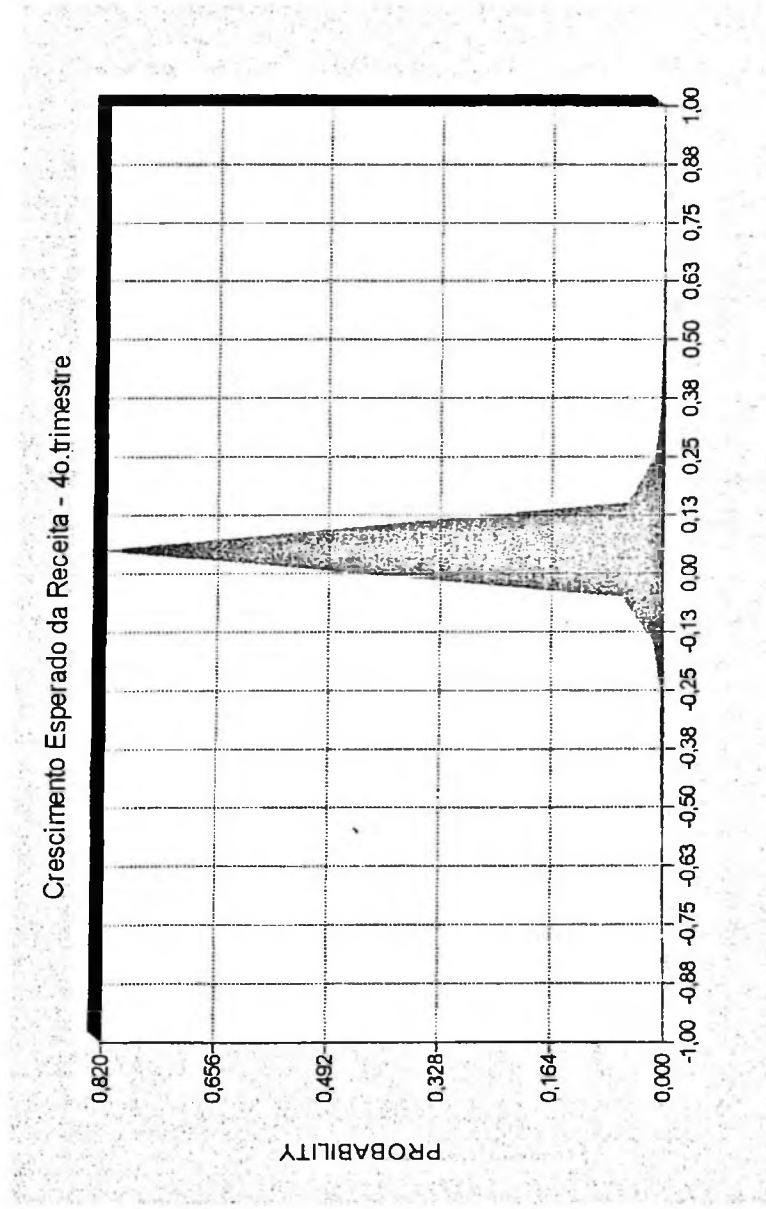
ANEXO 16 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



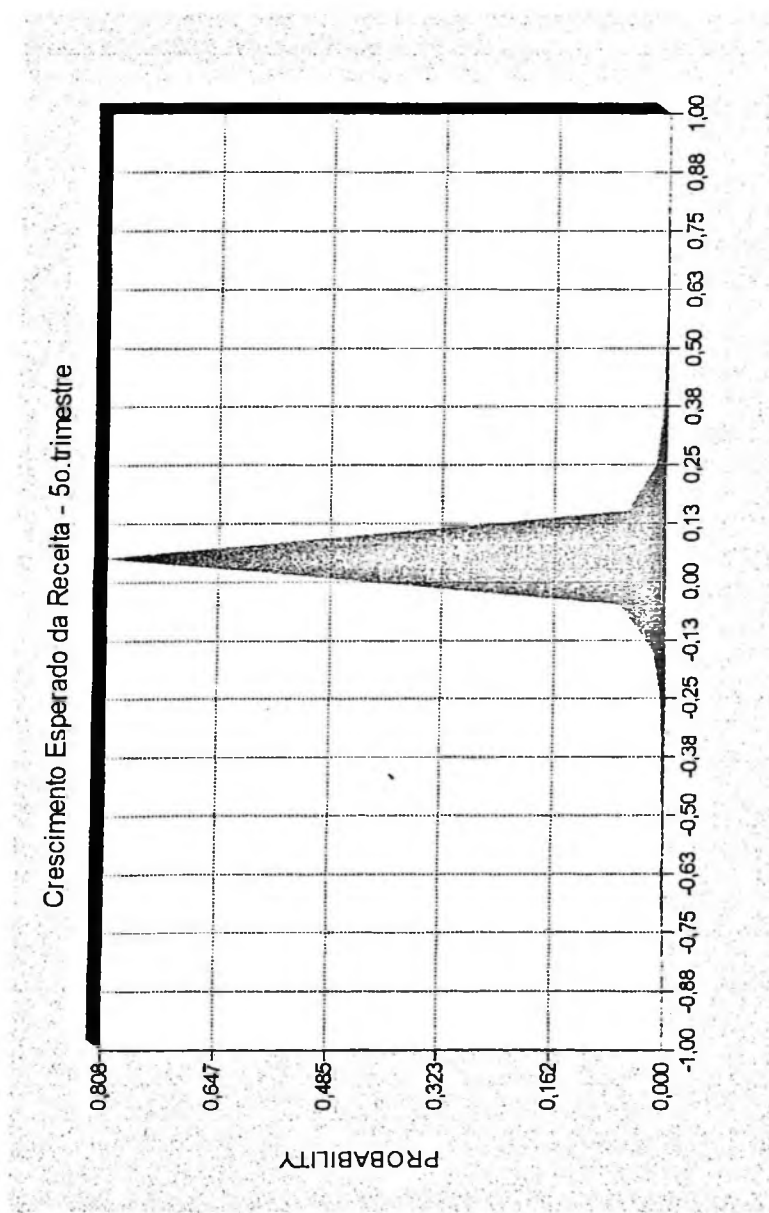
ANEXO 17 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



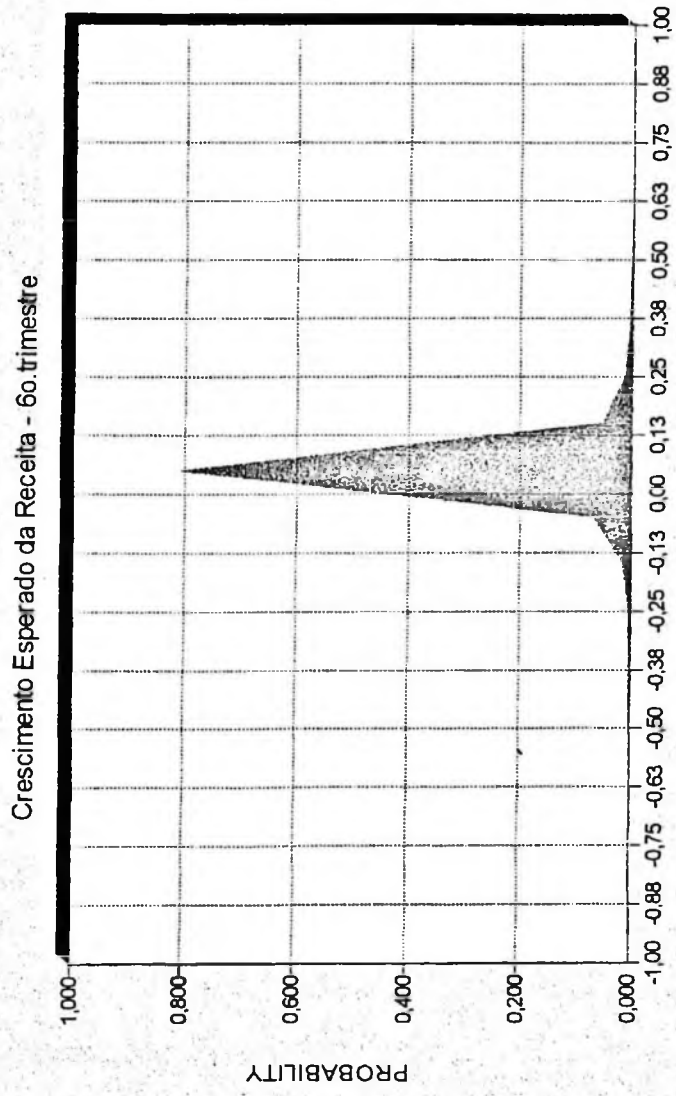
ANEXO 18 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



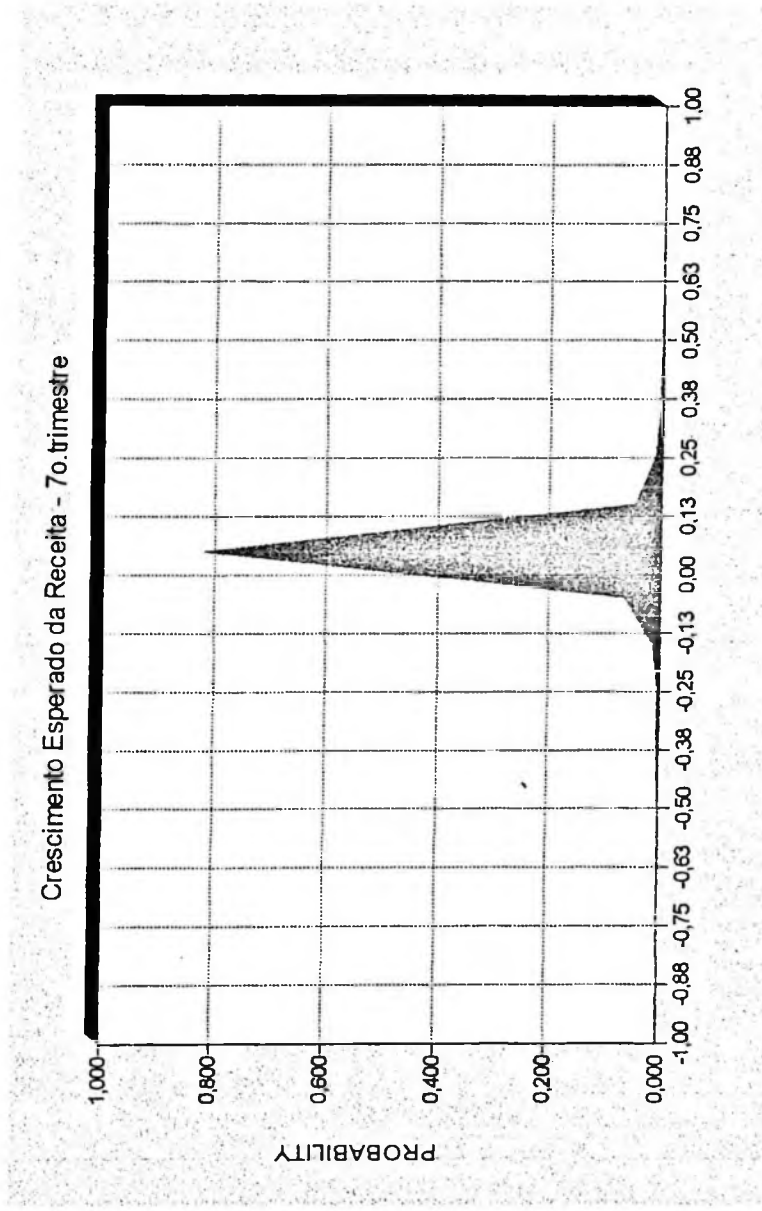
ANEXO 19 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



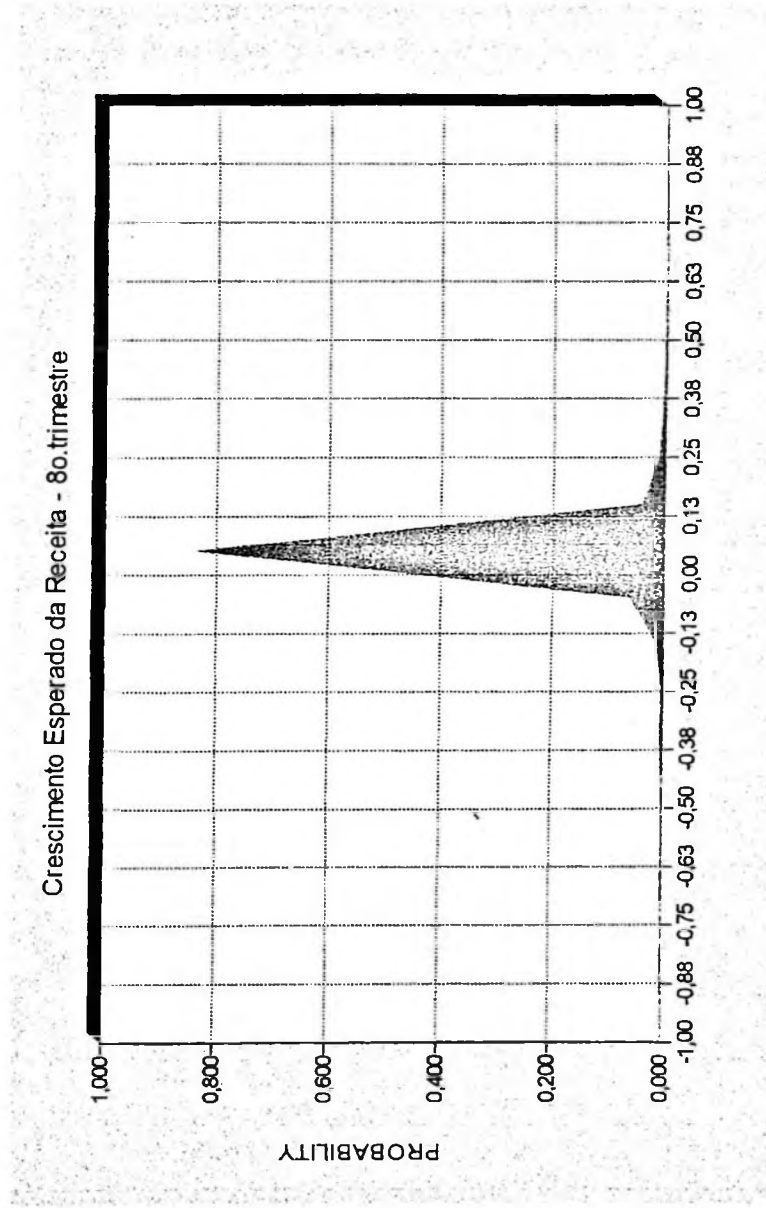
ANEXO 20 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



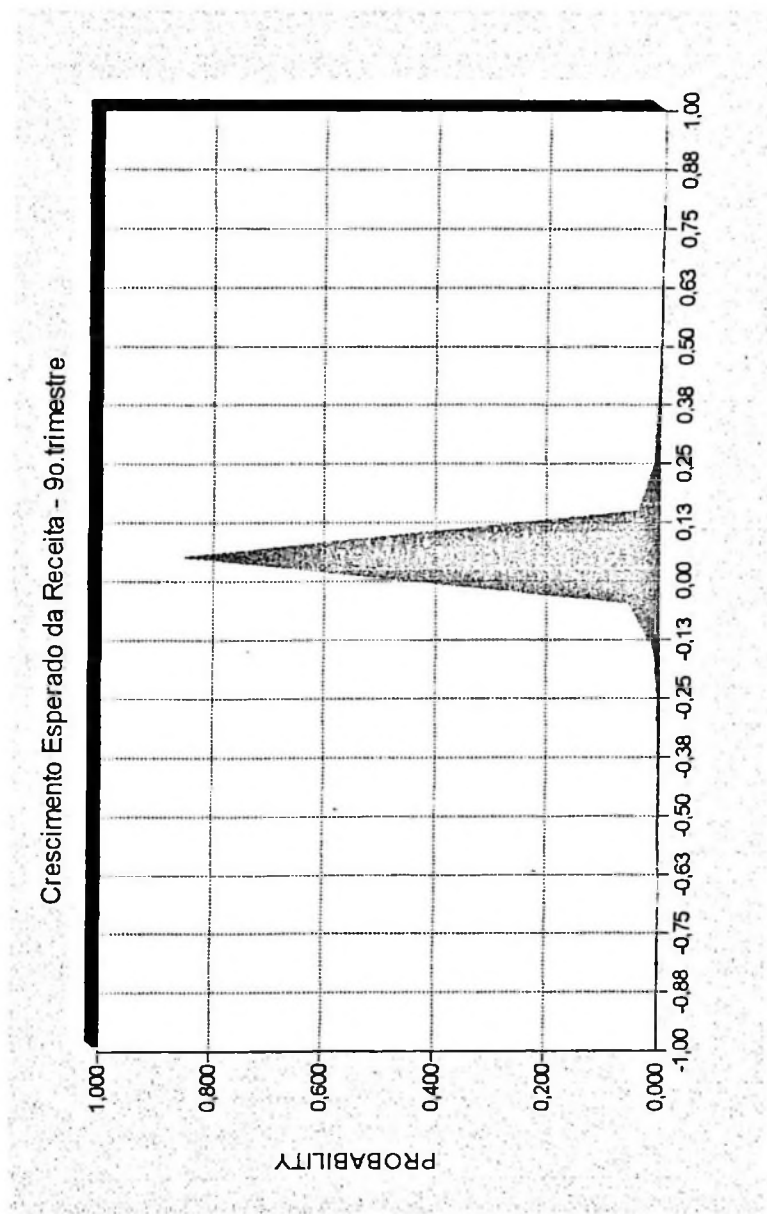
ANEXO 21 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



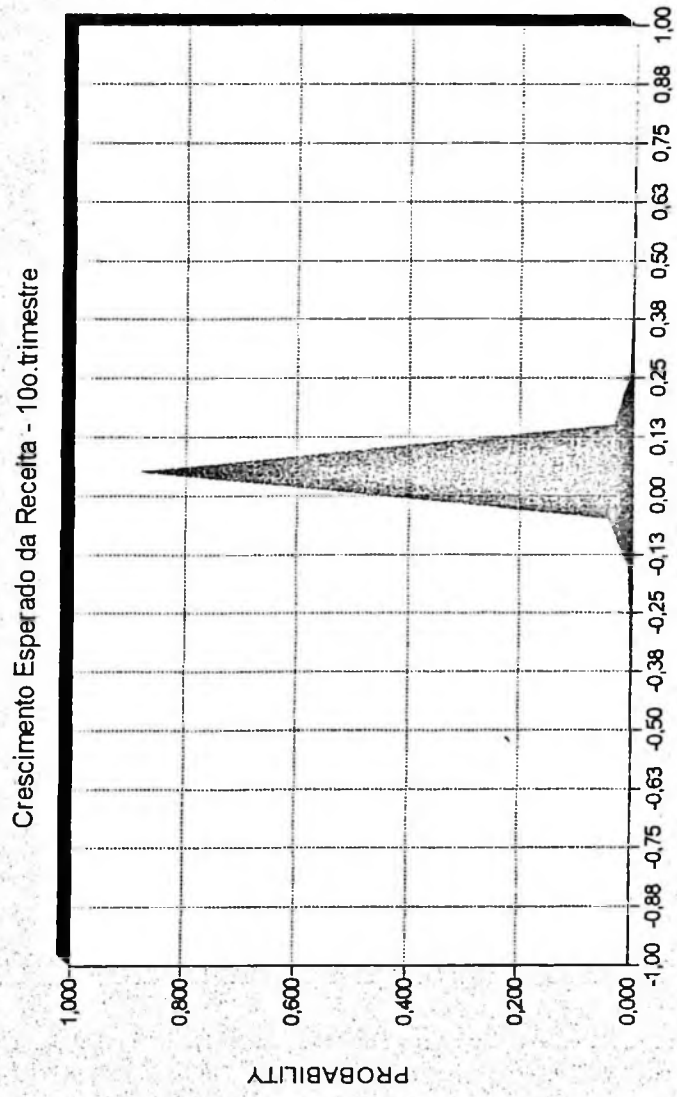
ANEXO 22 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



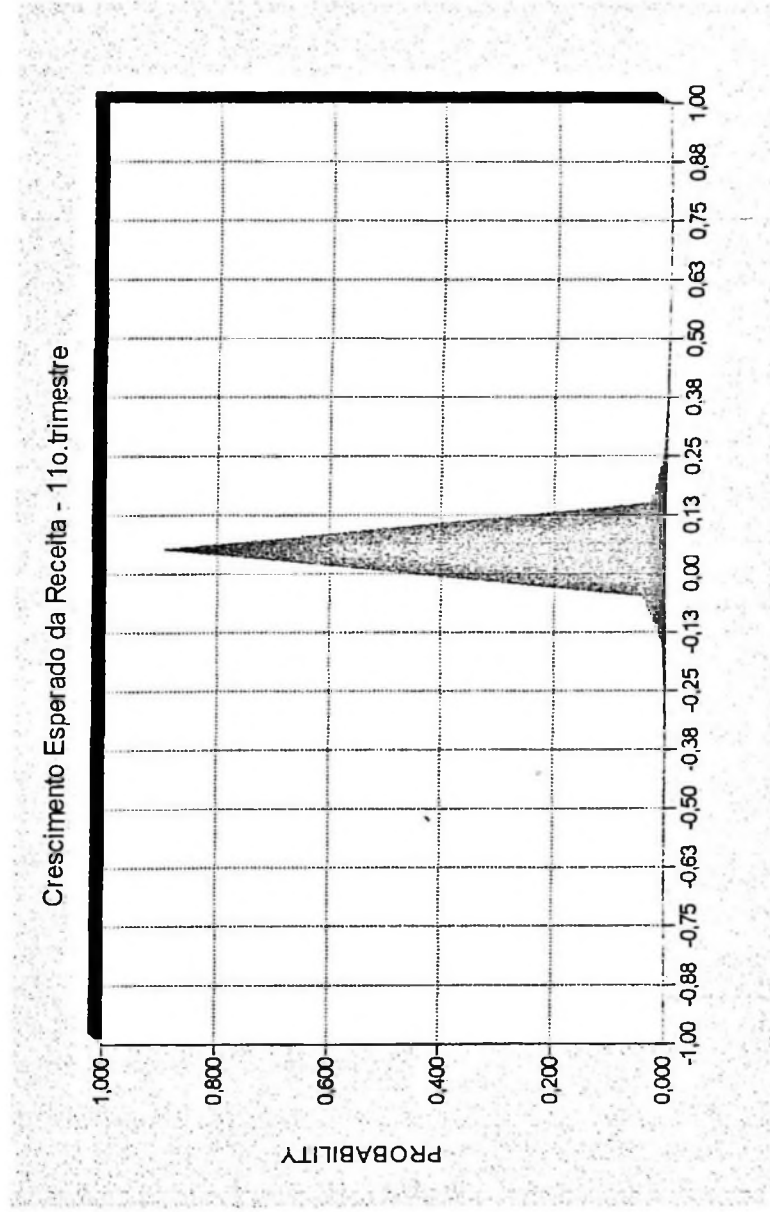
ANEXO 23 -- MODELO DE SCHWARTZ E MOON



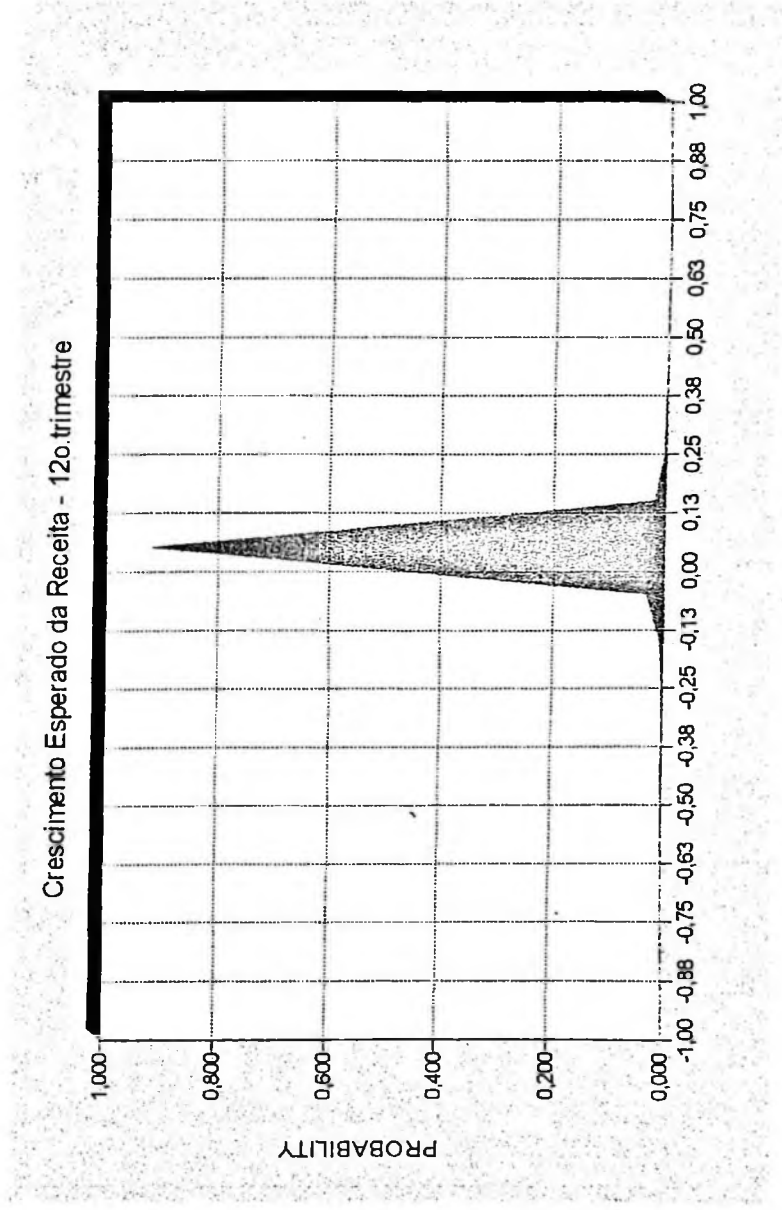
ANEXO 24 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



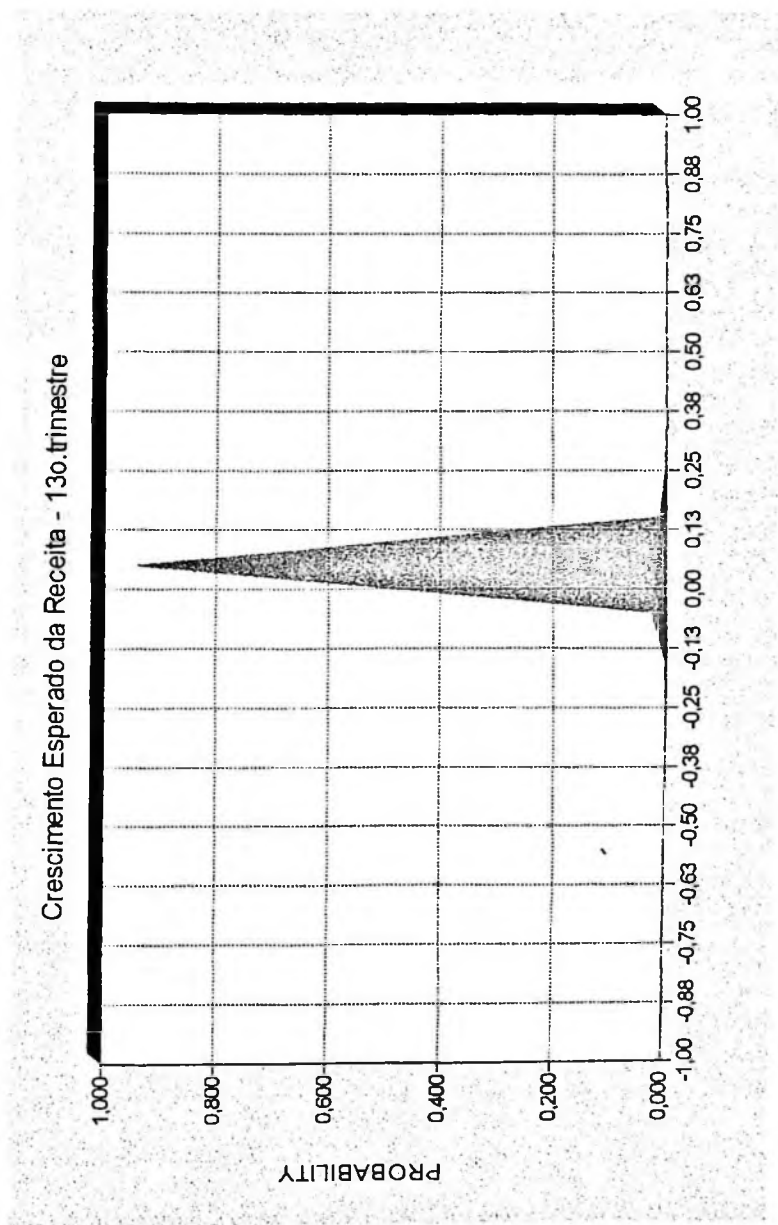
ANEXO 25 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



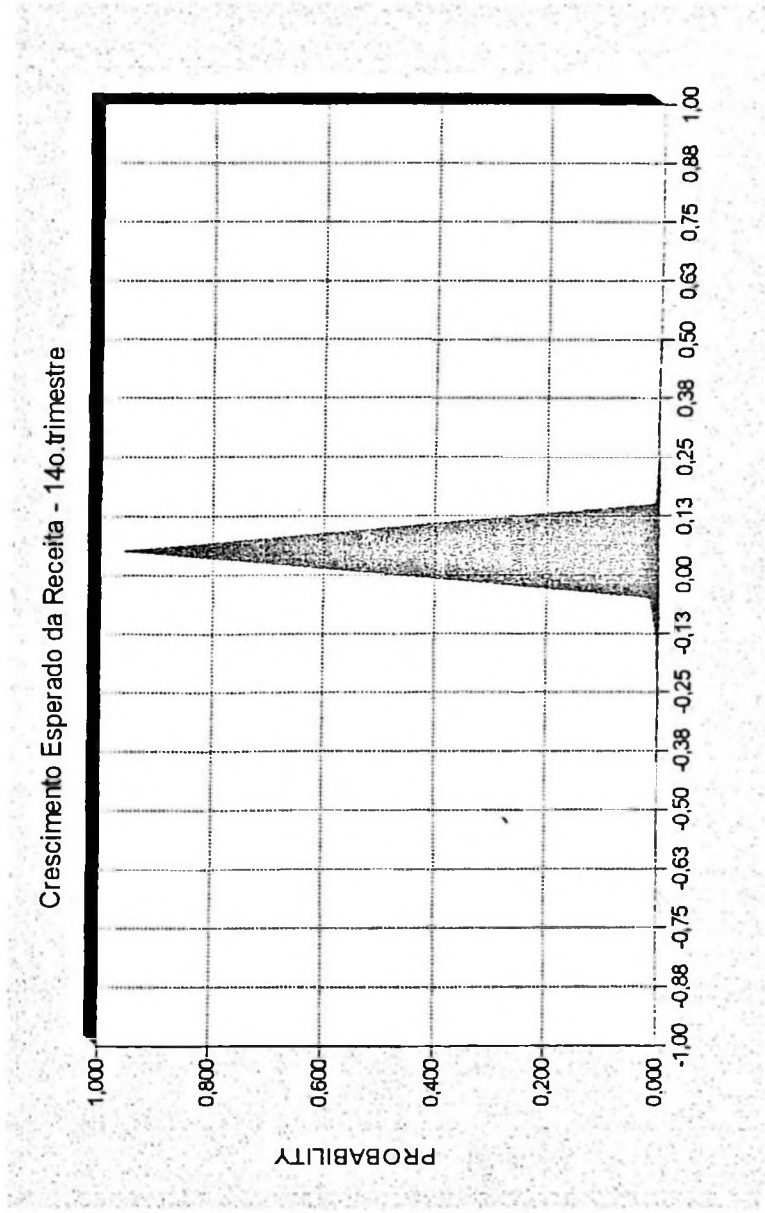
ANEXO 26 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



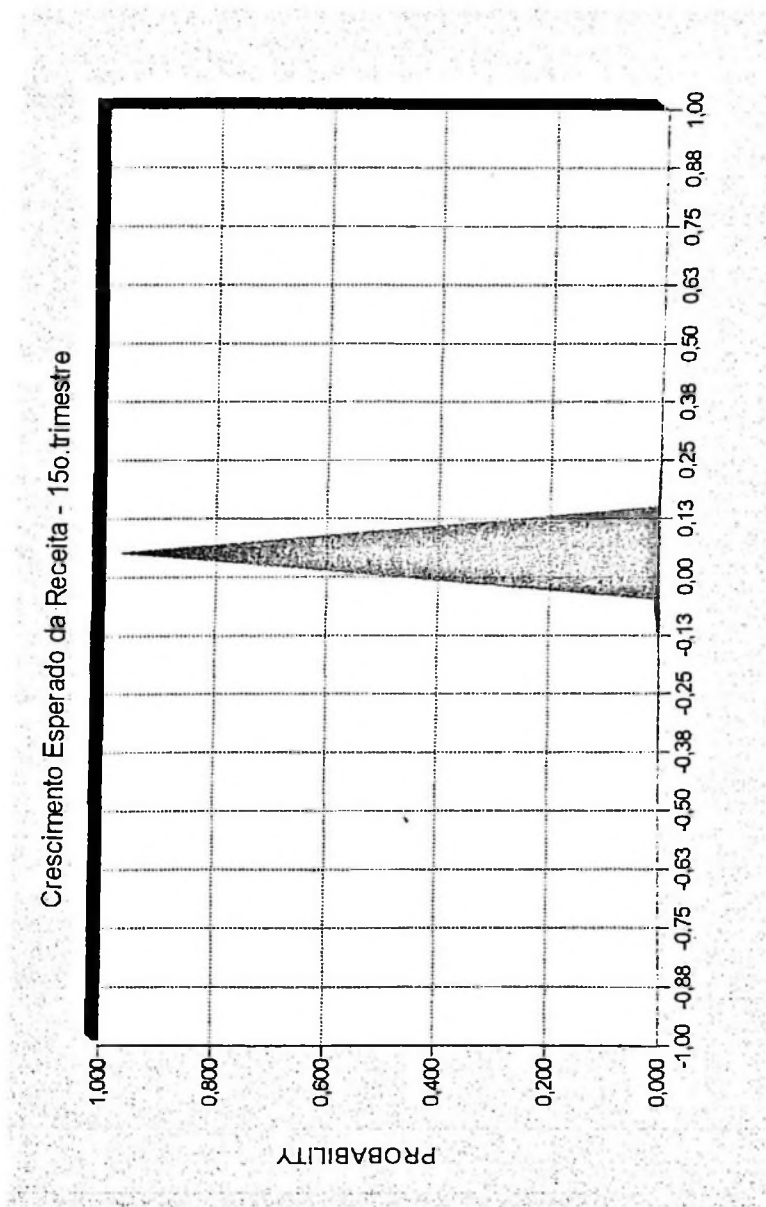
ANEXO 27 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



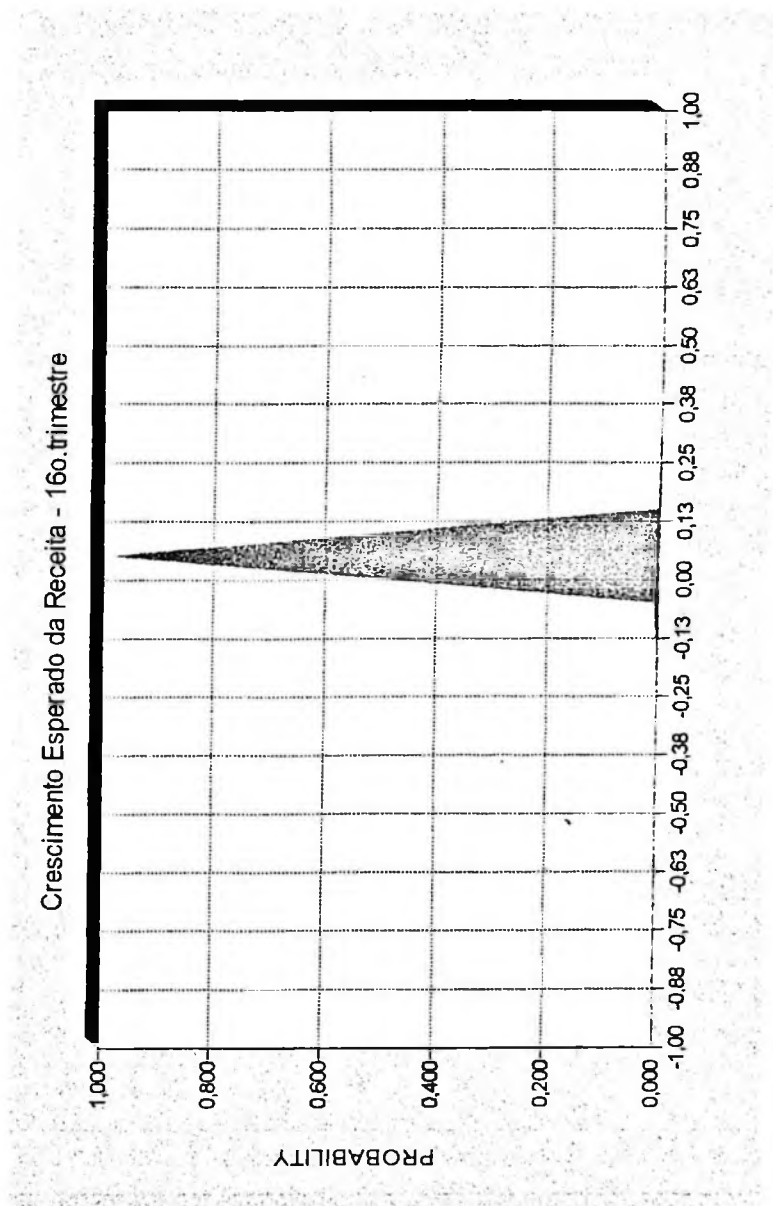
ANEXO 28 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



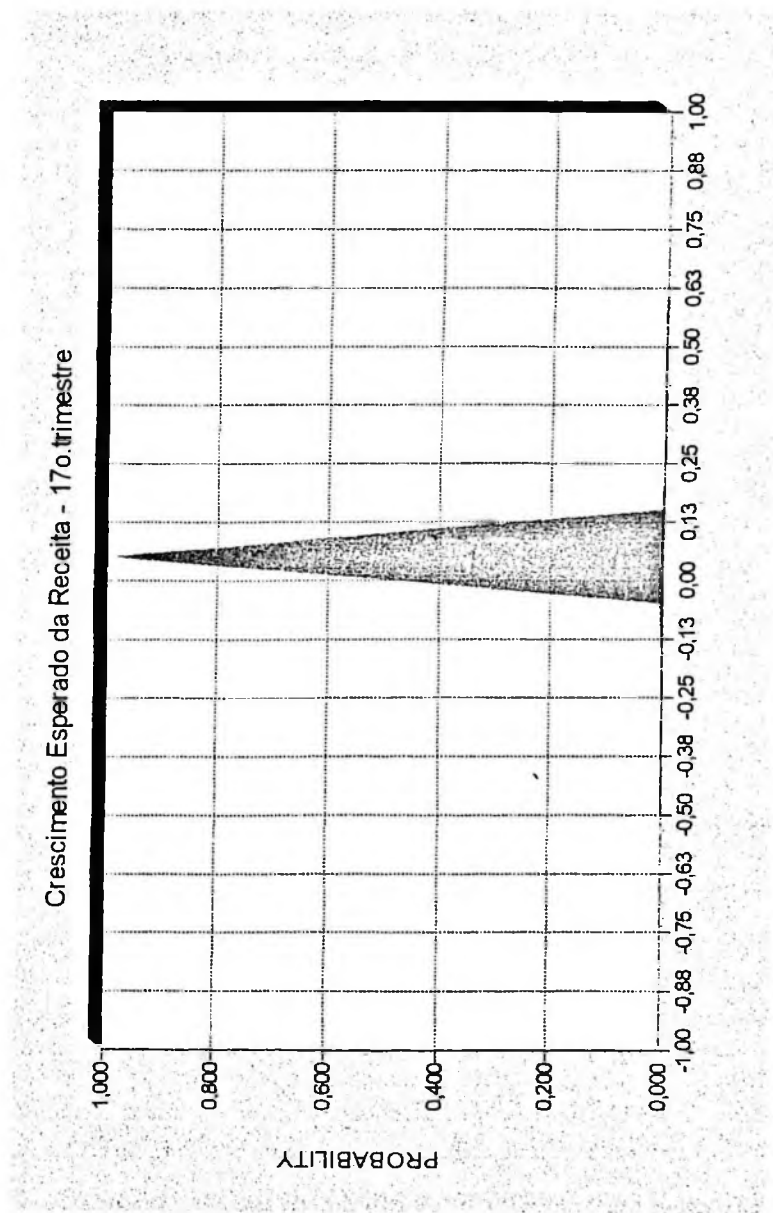
ANEXO 29 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



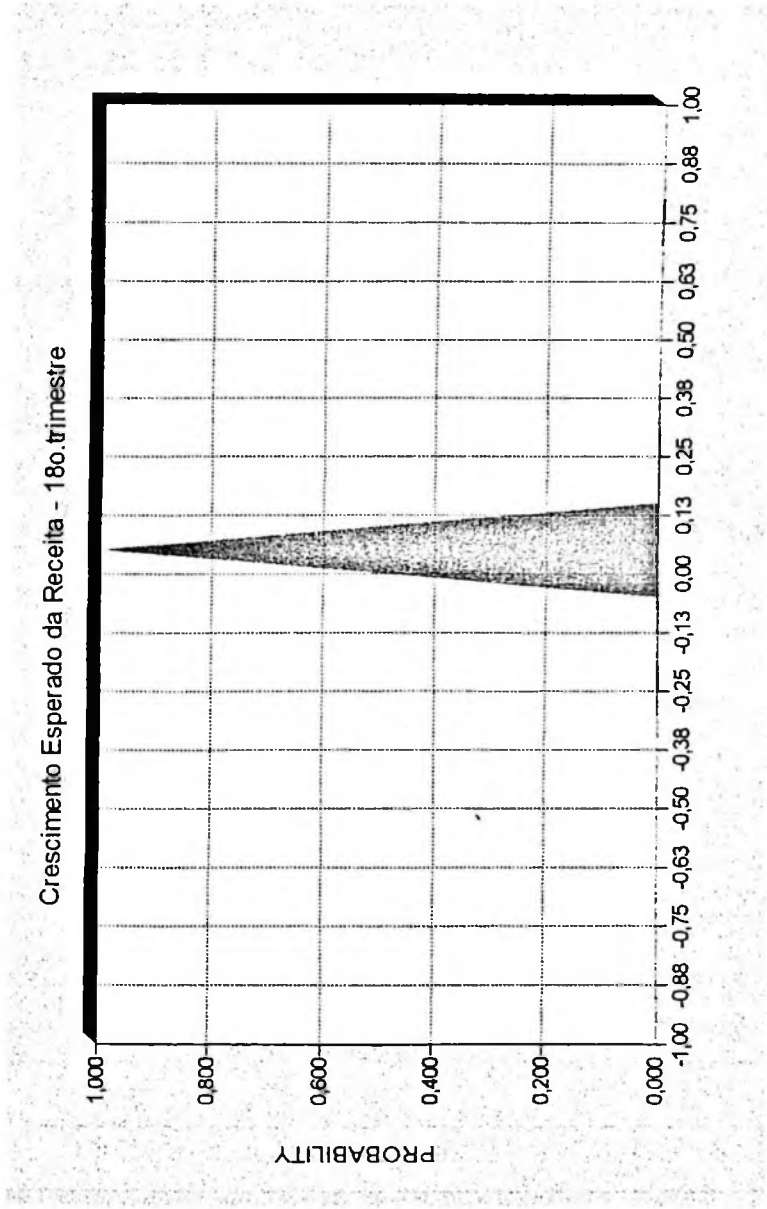
ANEXO 30 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



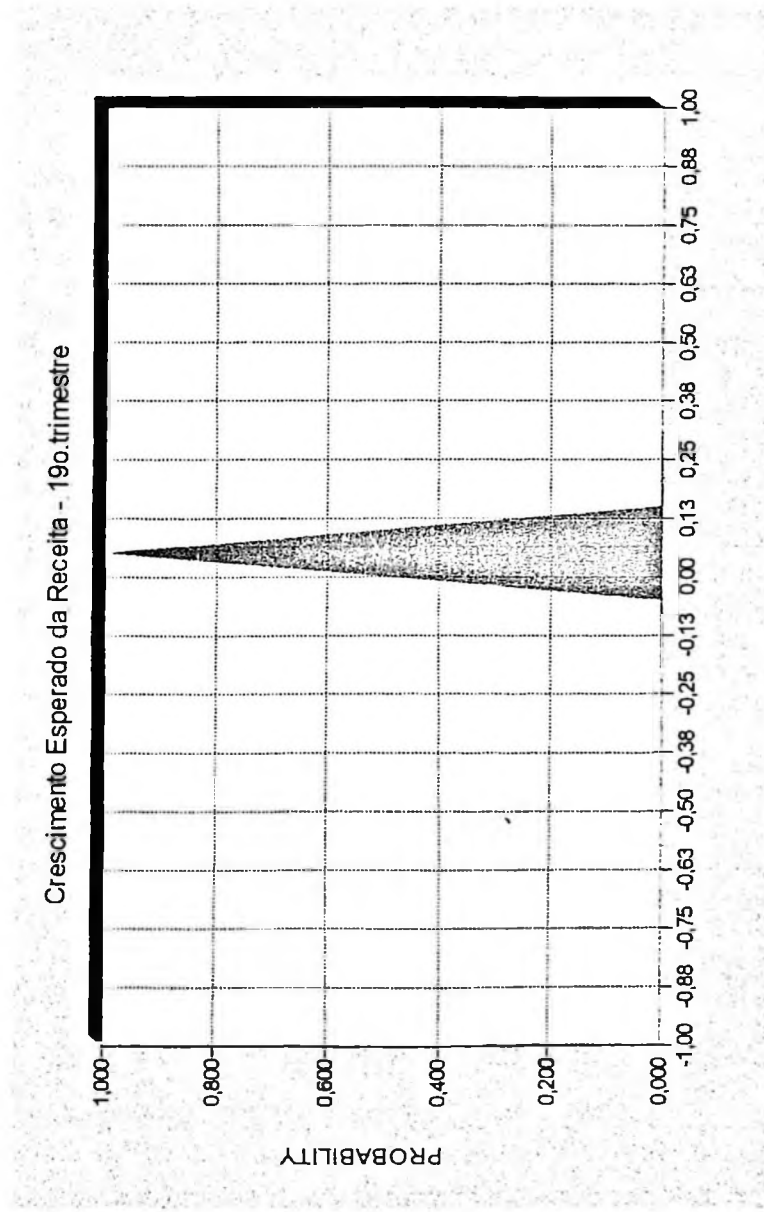
ANEXO 31 -- MODELO DE SCHWARTZ E MOON



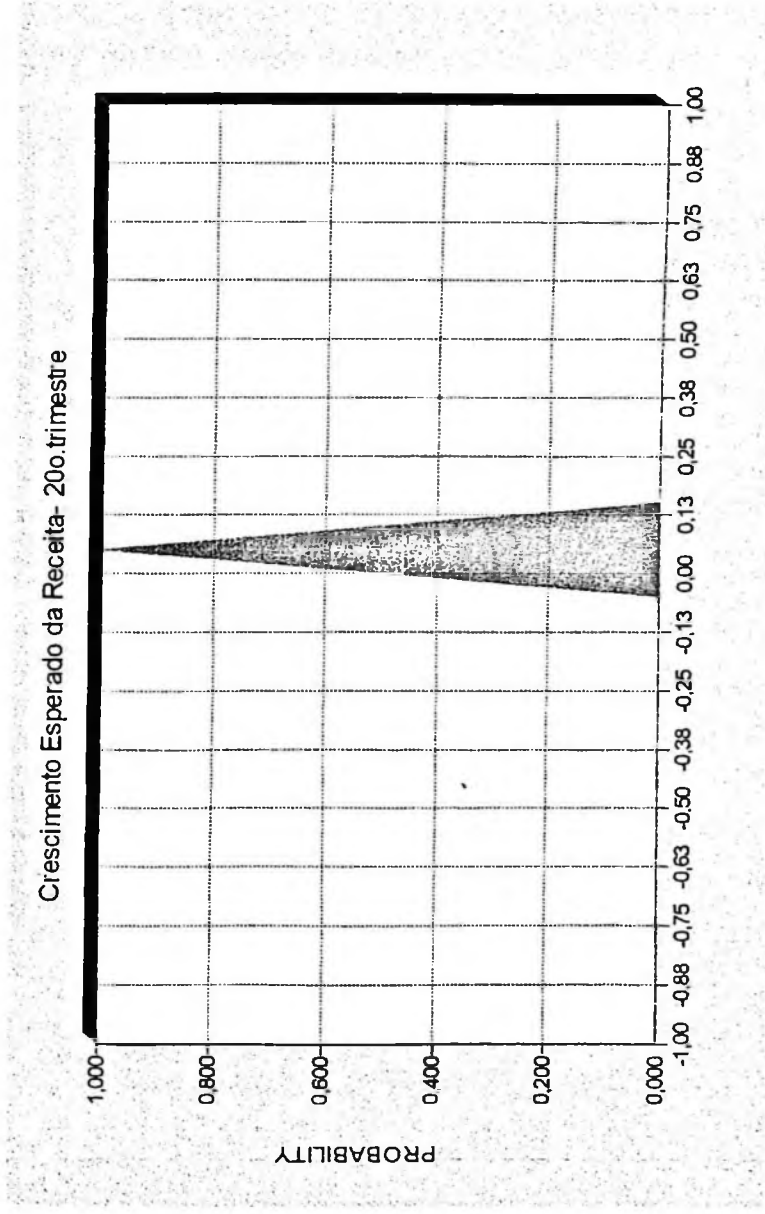
ANEXO 32 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



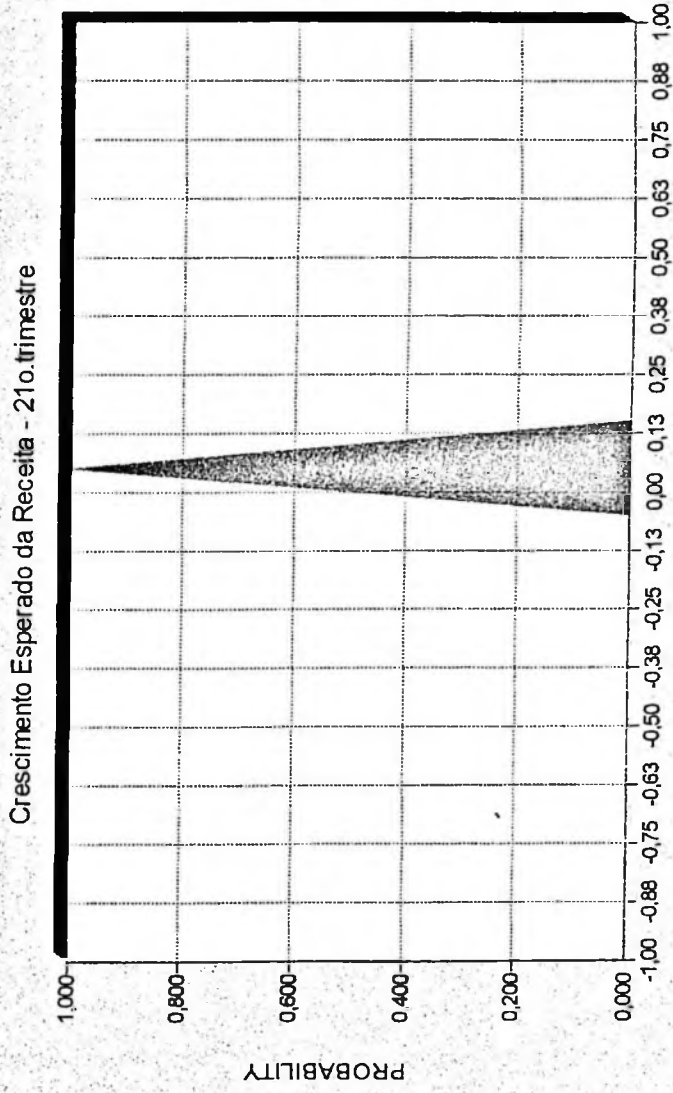
ANEXO 33 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



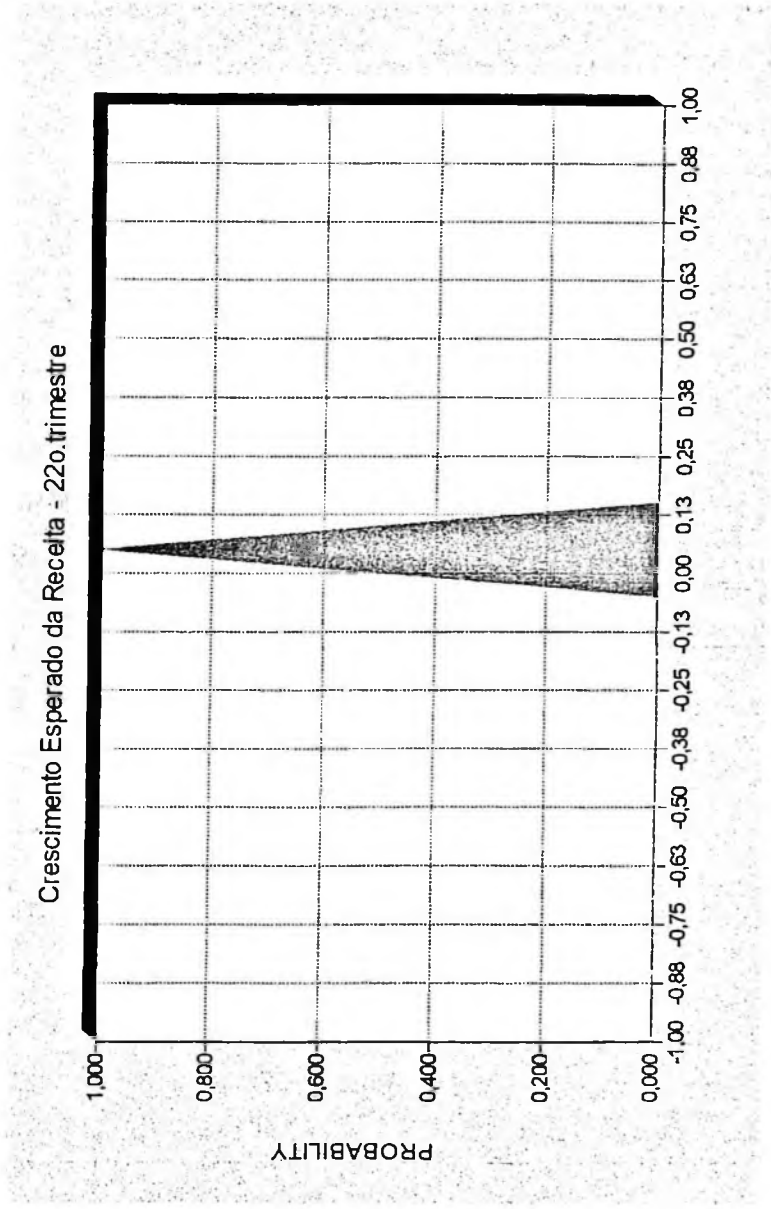
ANEXO 34 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



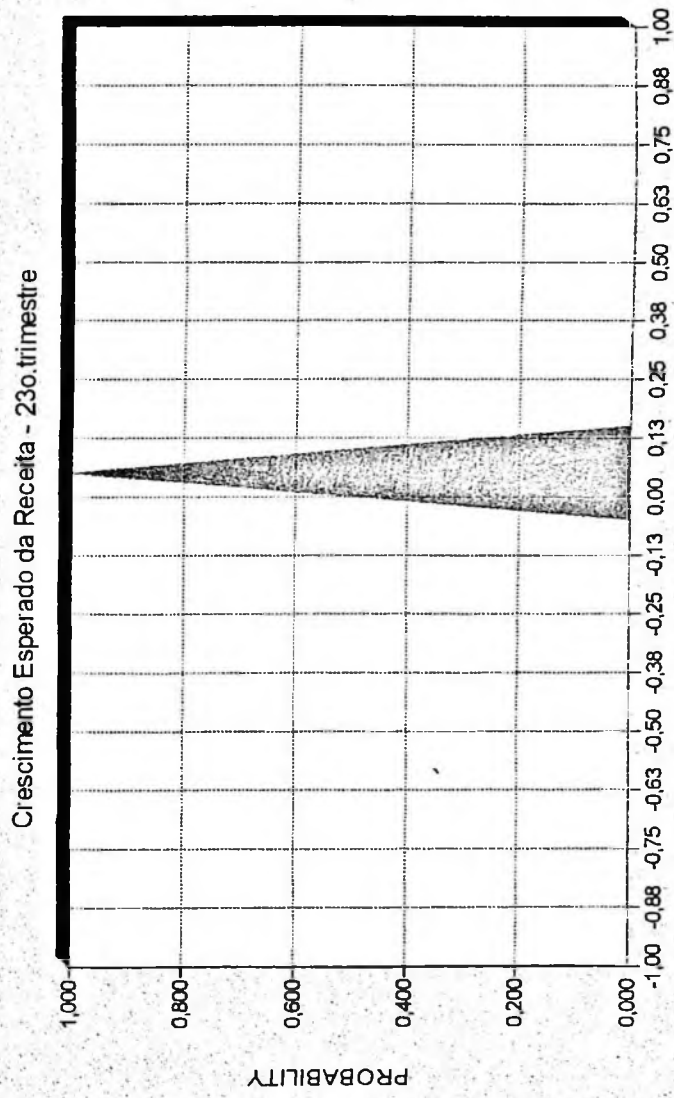
ANEXO 35 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



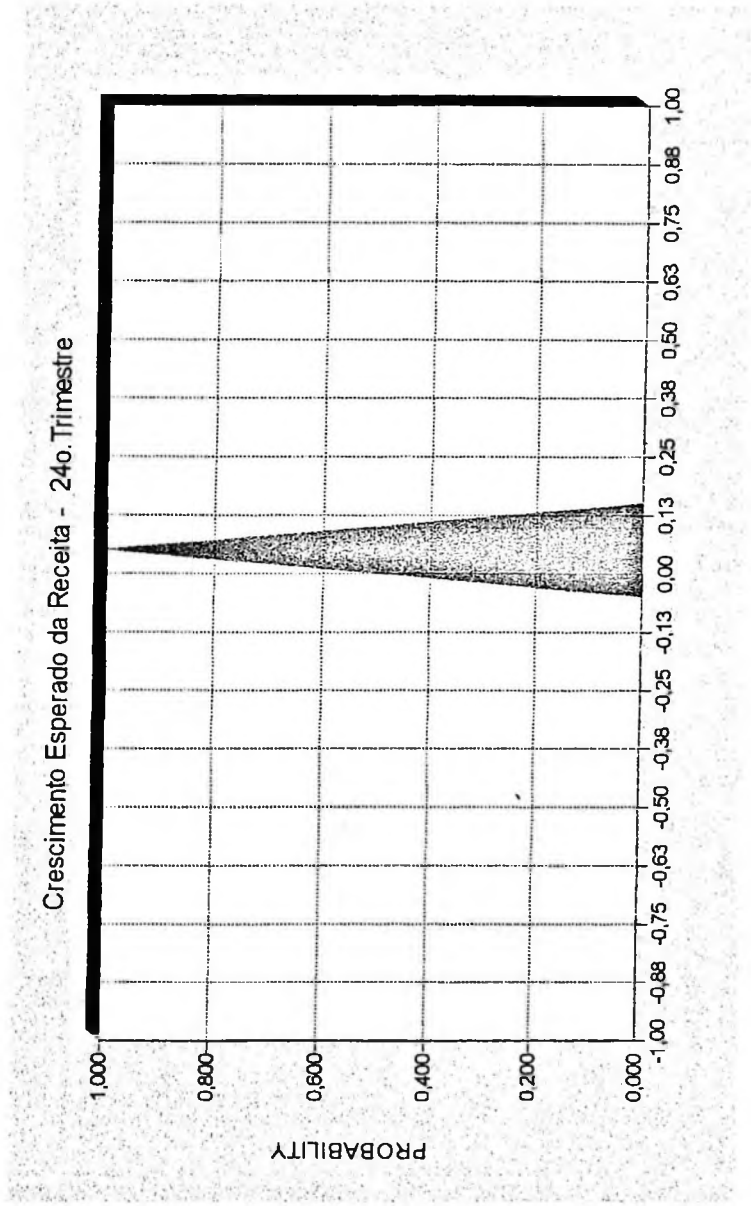
ANEXO 36 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



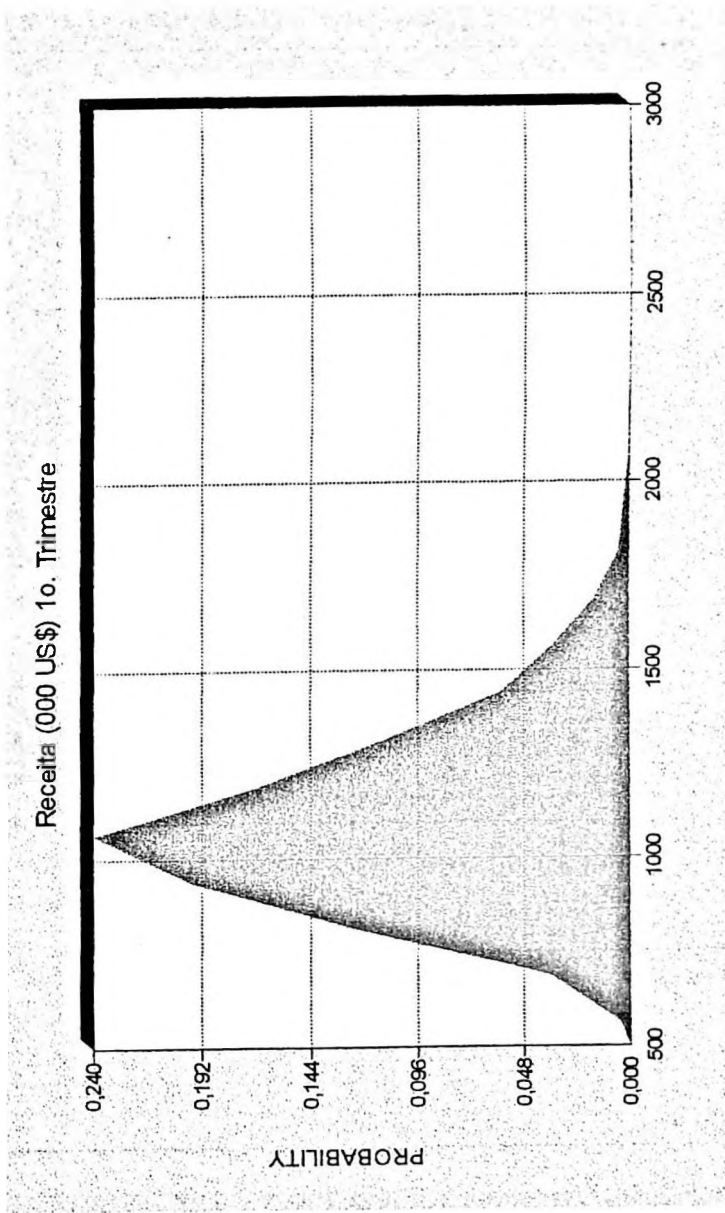
ANEXO 37 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



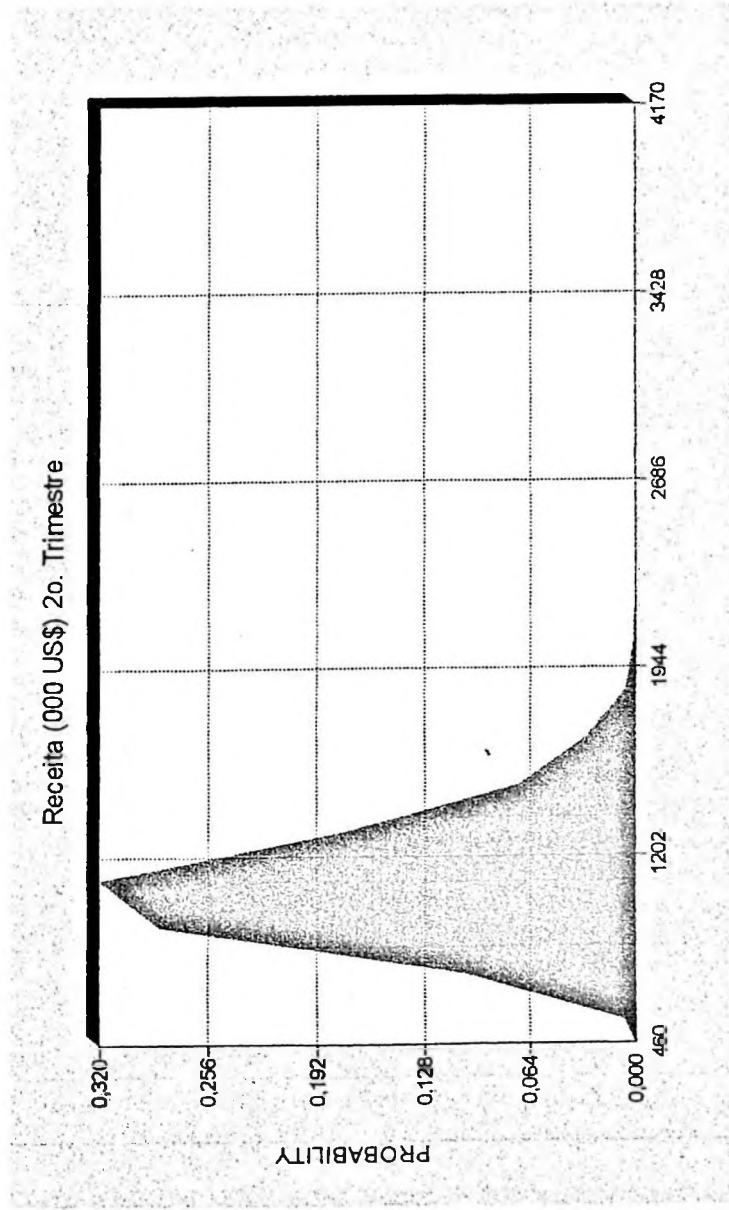
ANEXO 38 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



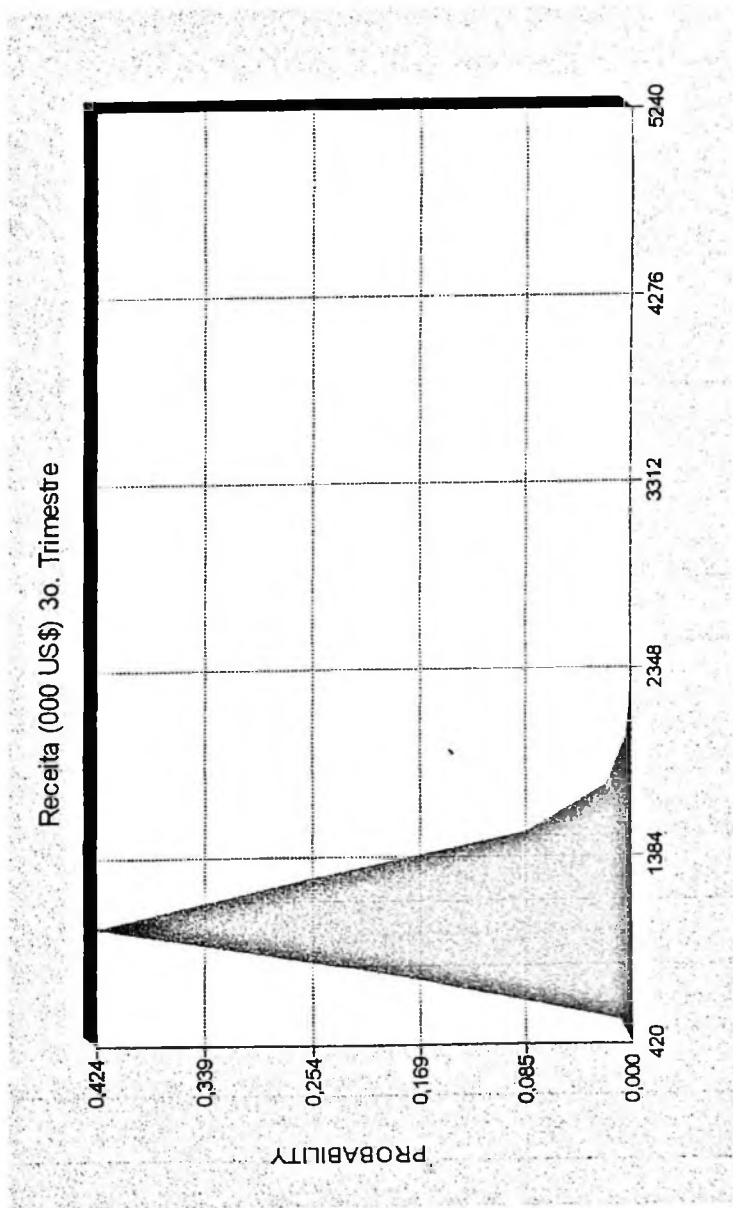
ANEXO 39 -- MODELO DE SCHWARTZ E MOON



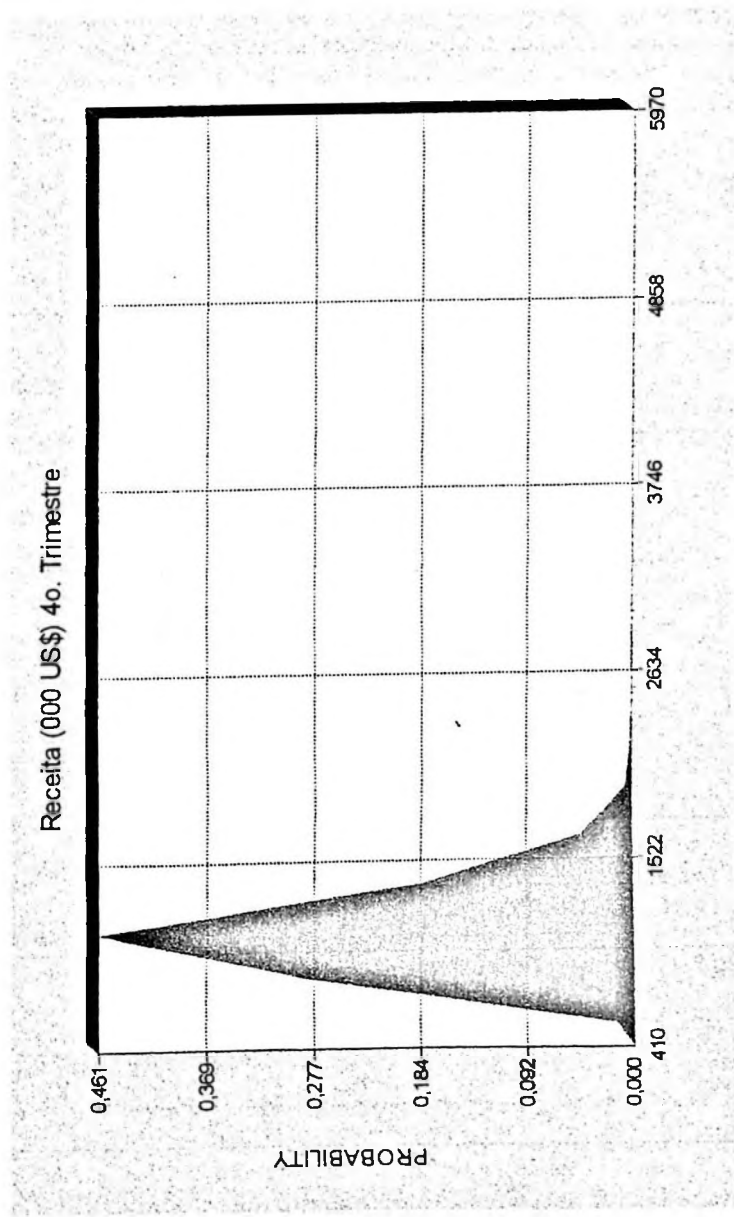
ANEXO 40 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



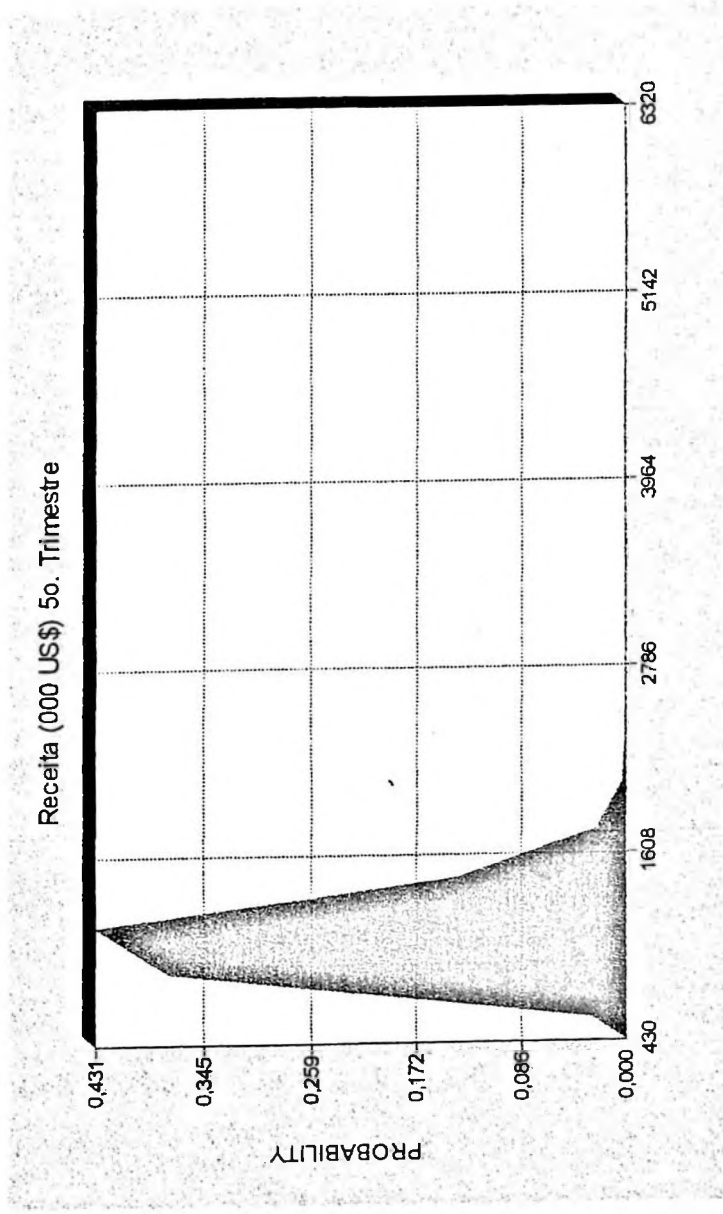
ANEXO 41 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



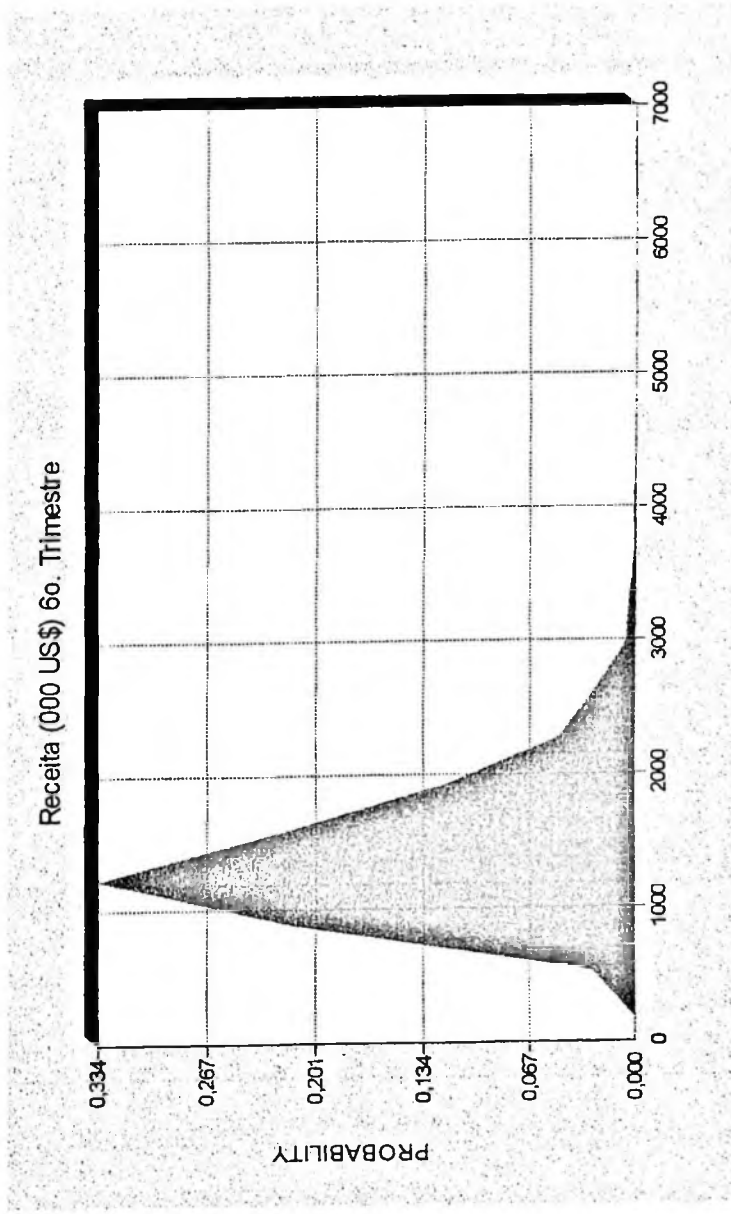
ANEXO 42 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



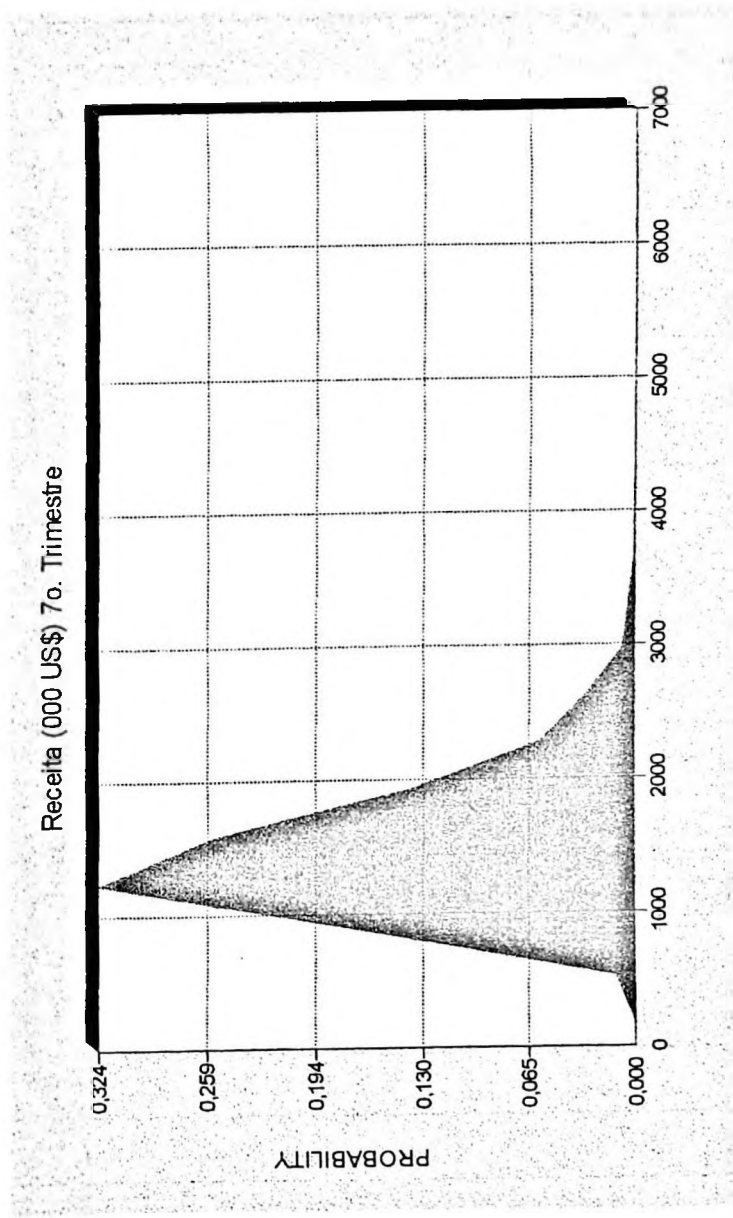
ANEXO 43 - MODELO DE SCHWARTZ E MOON



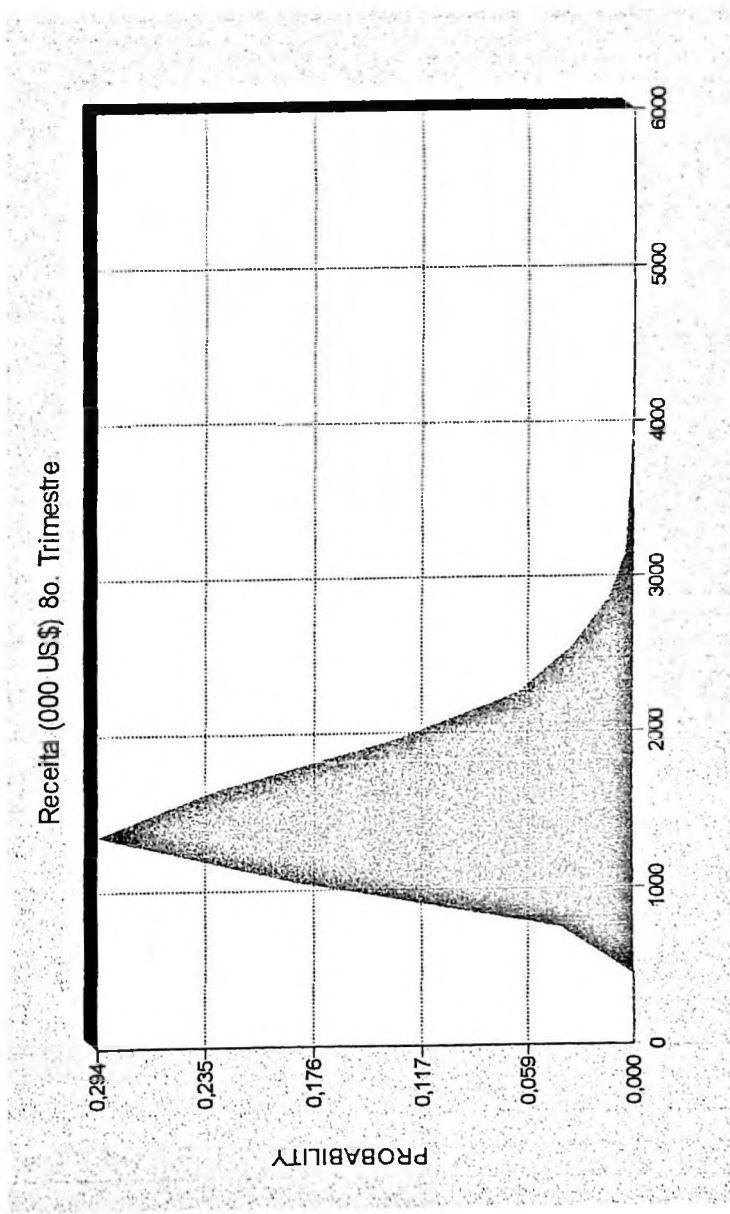
ANEXO 44 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



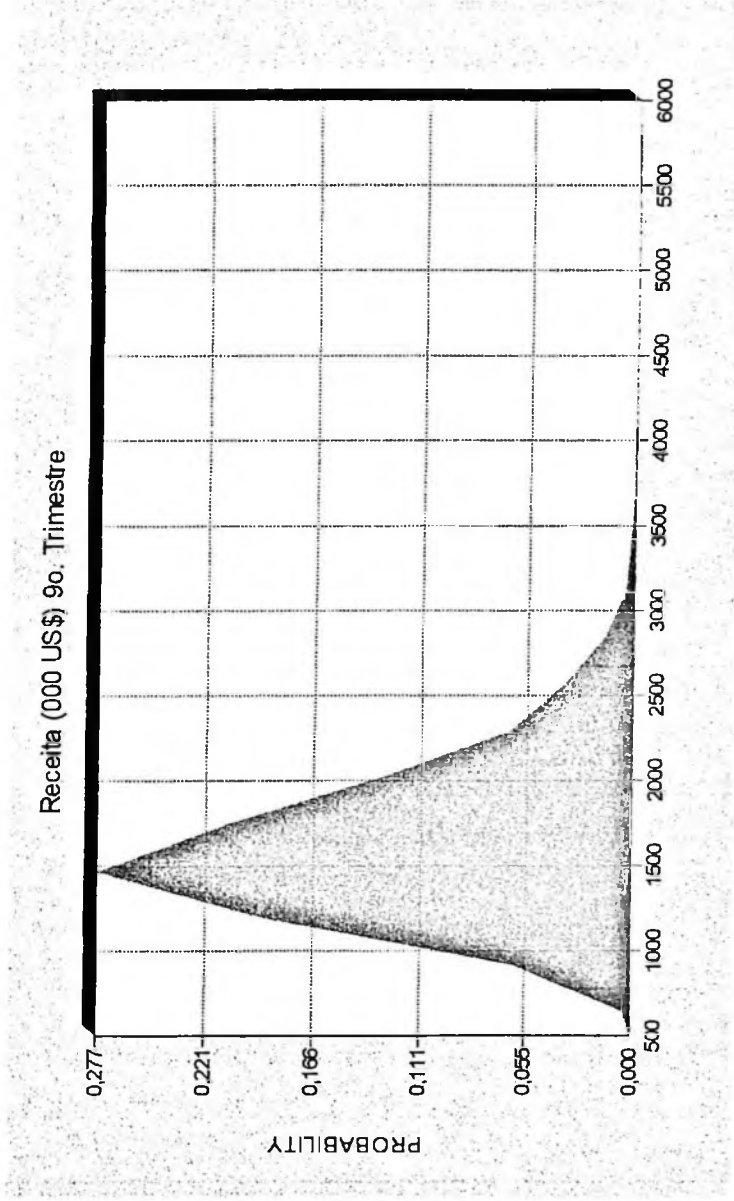
ANEXO 45 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



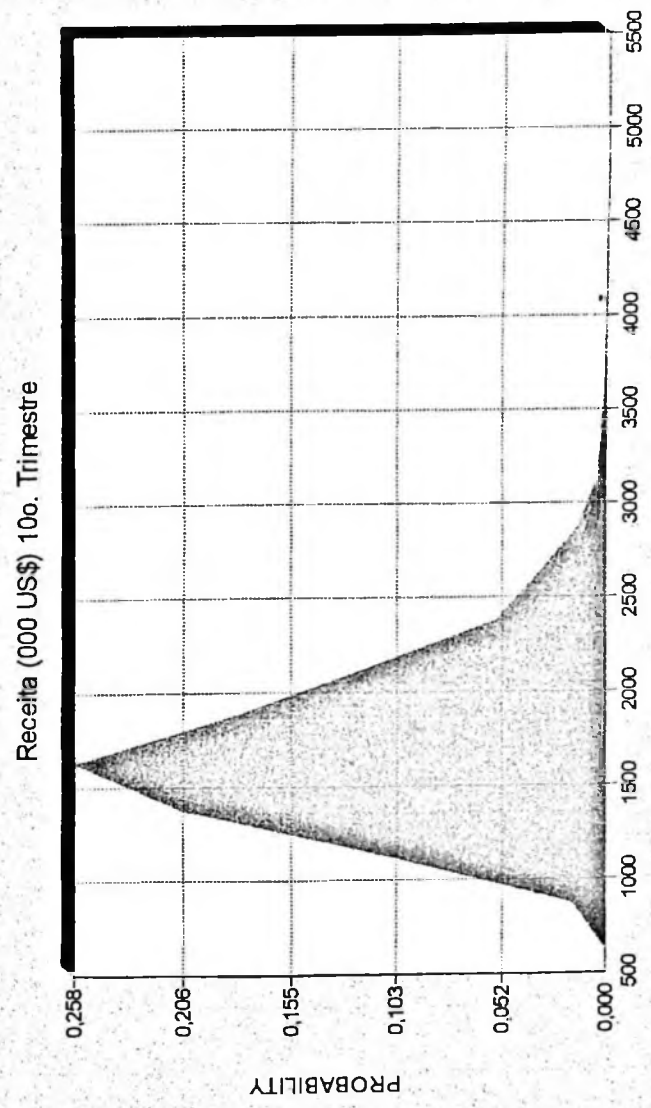
ANEXO 46 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



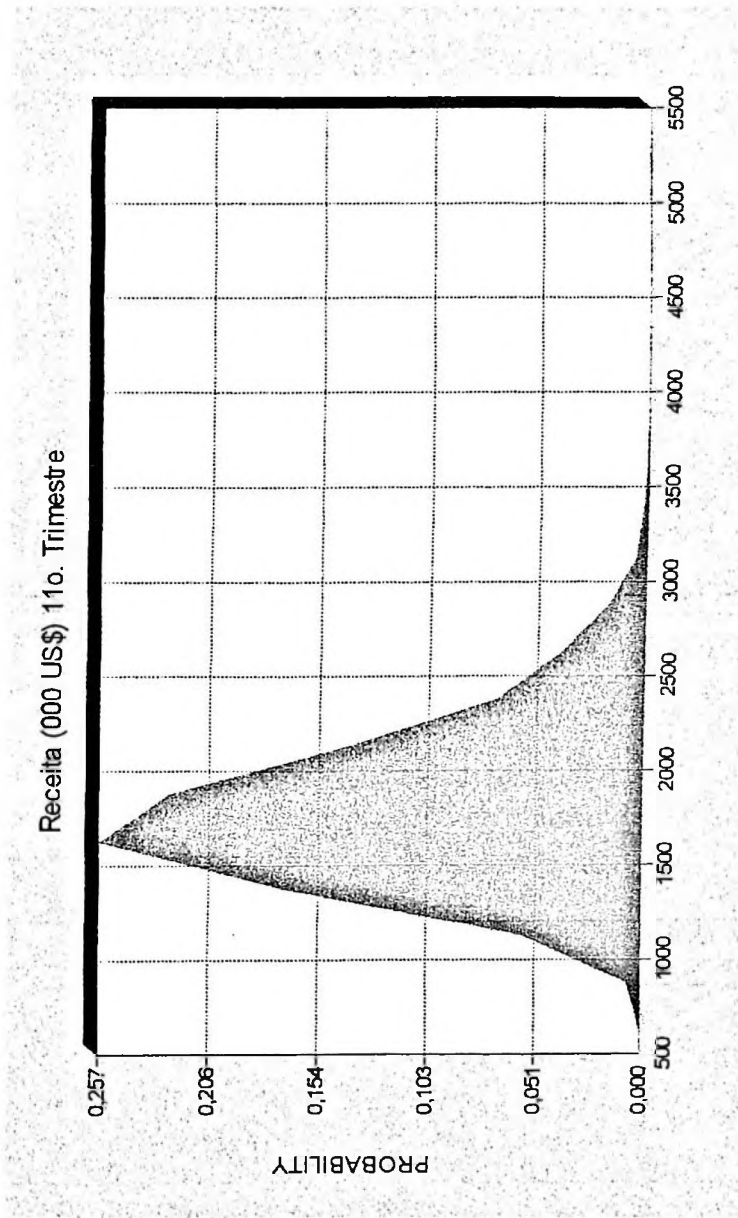
ANEXO 47 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



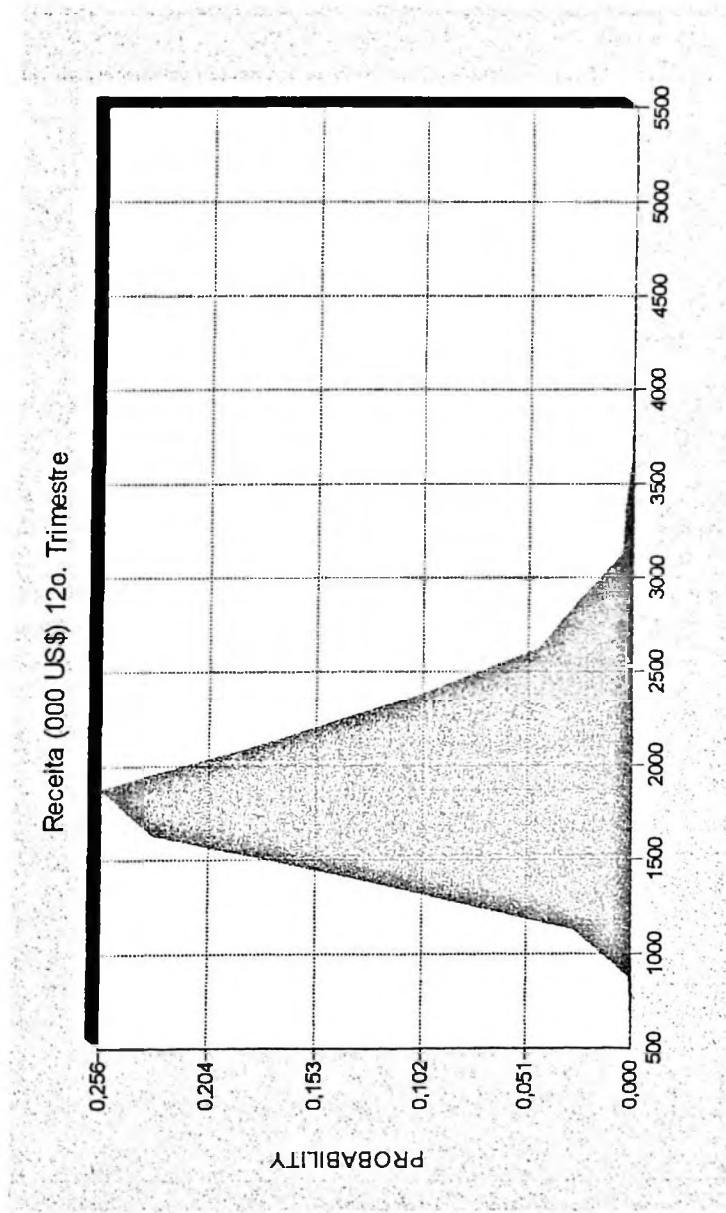
ANEXO 48 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



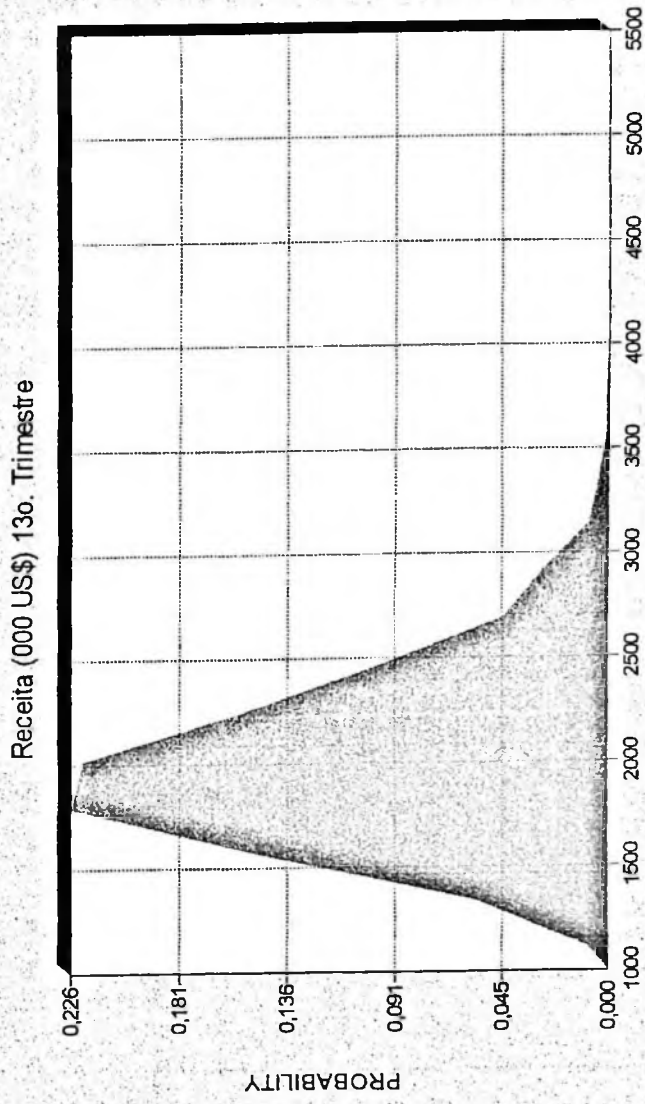
ANEXO 49 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



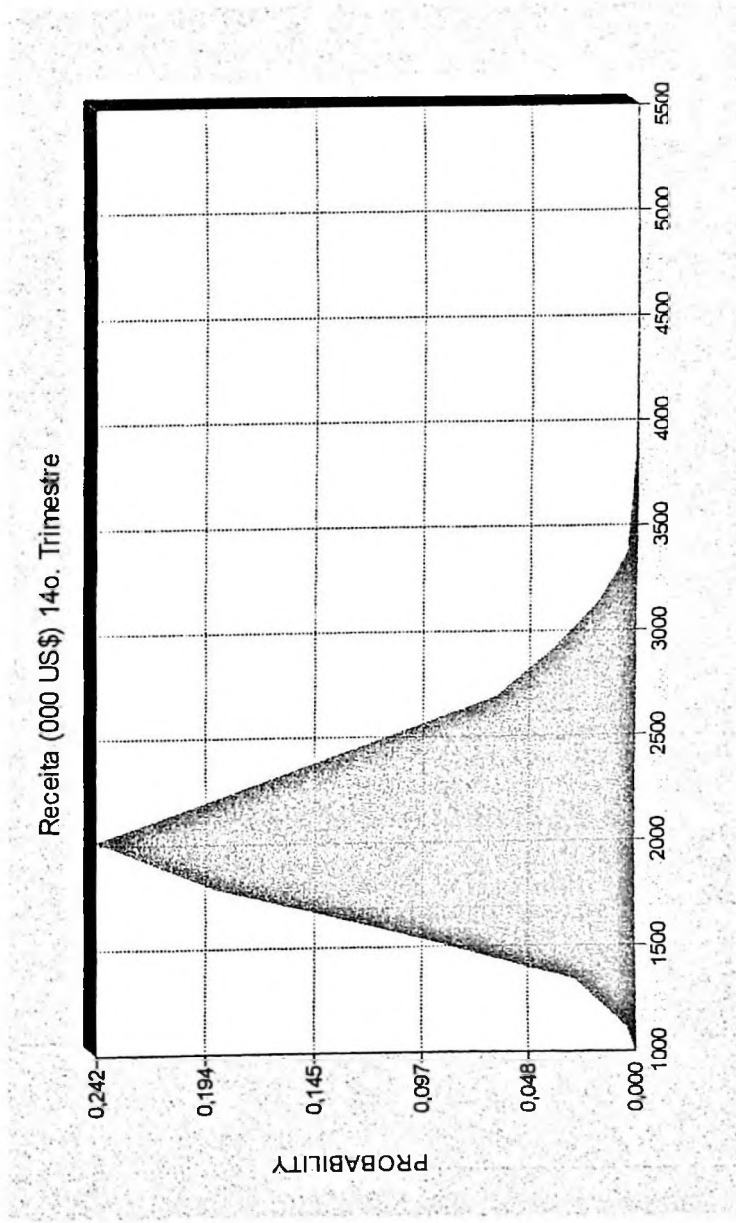
ANEXO 50 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



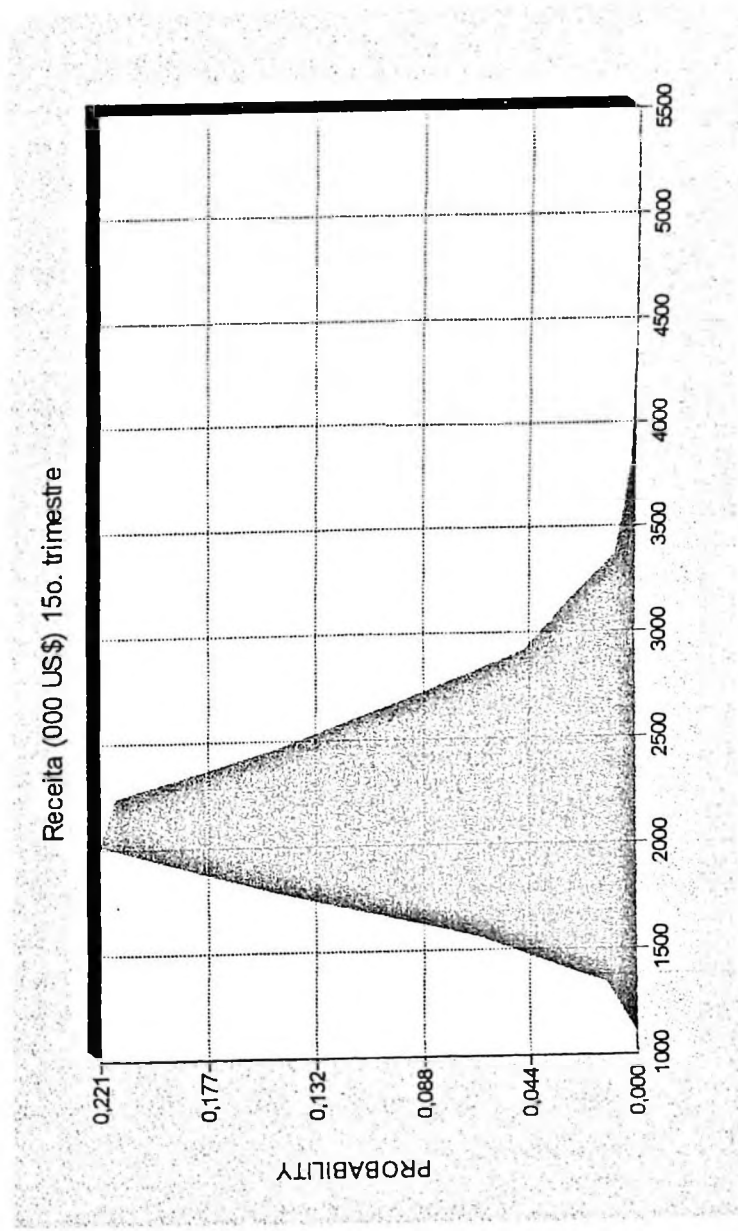
ANEXO 51 - MODELO DE SCHWARTZ E MOON



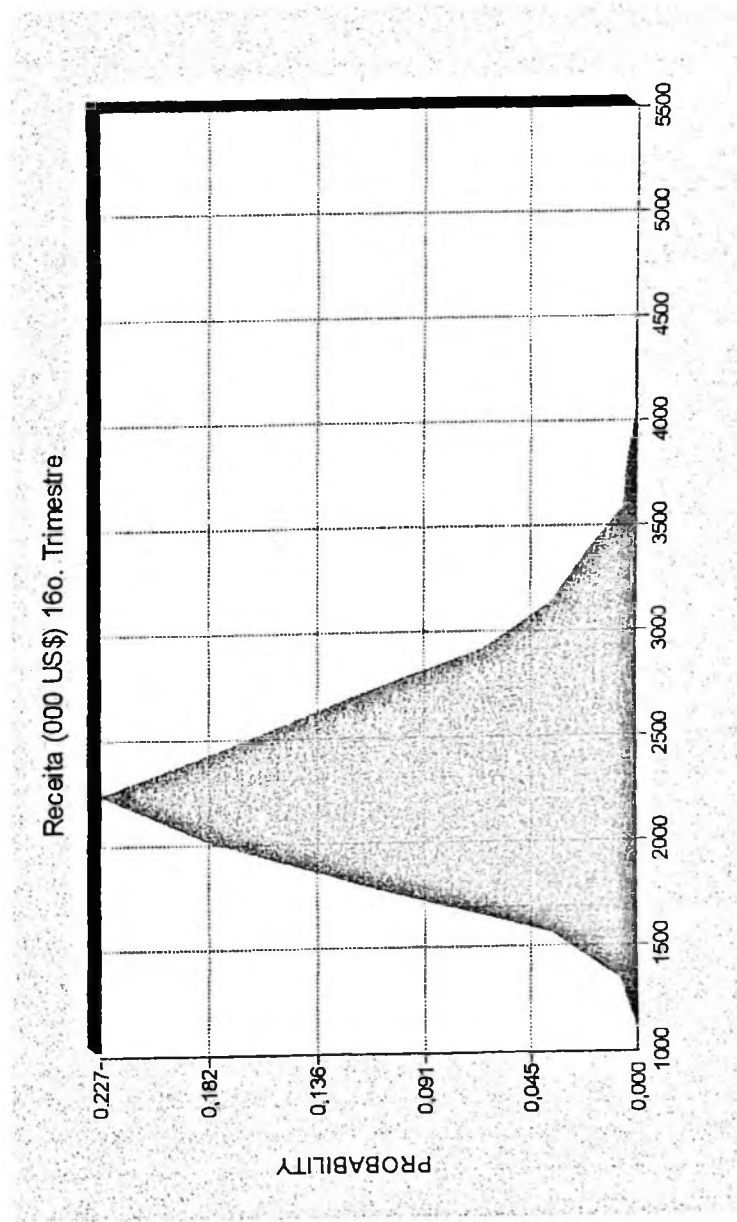
ANEXO 52 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



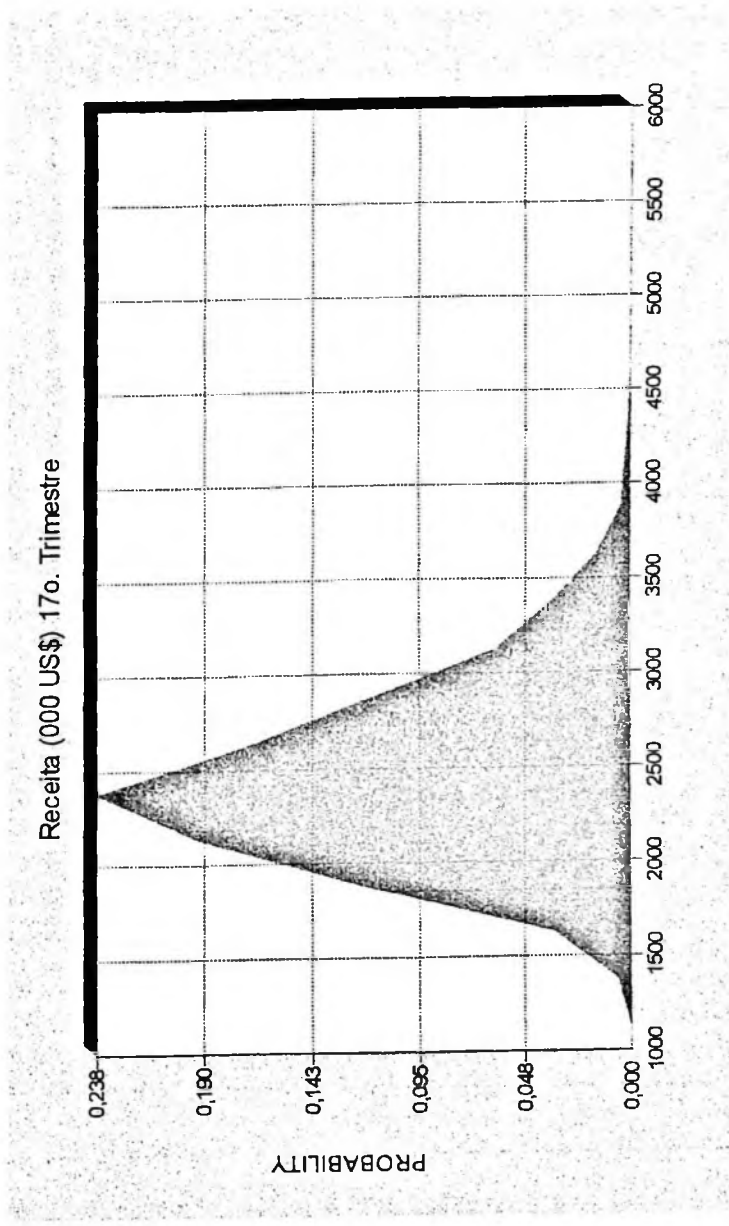
ANEXO 53 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



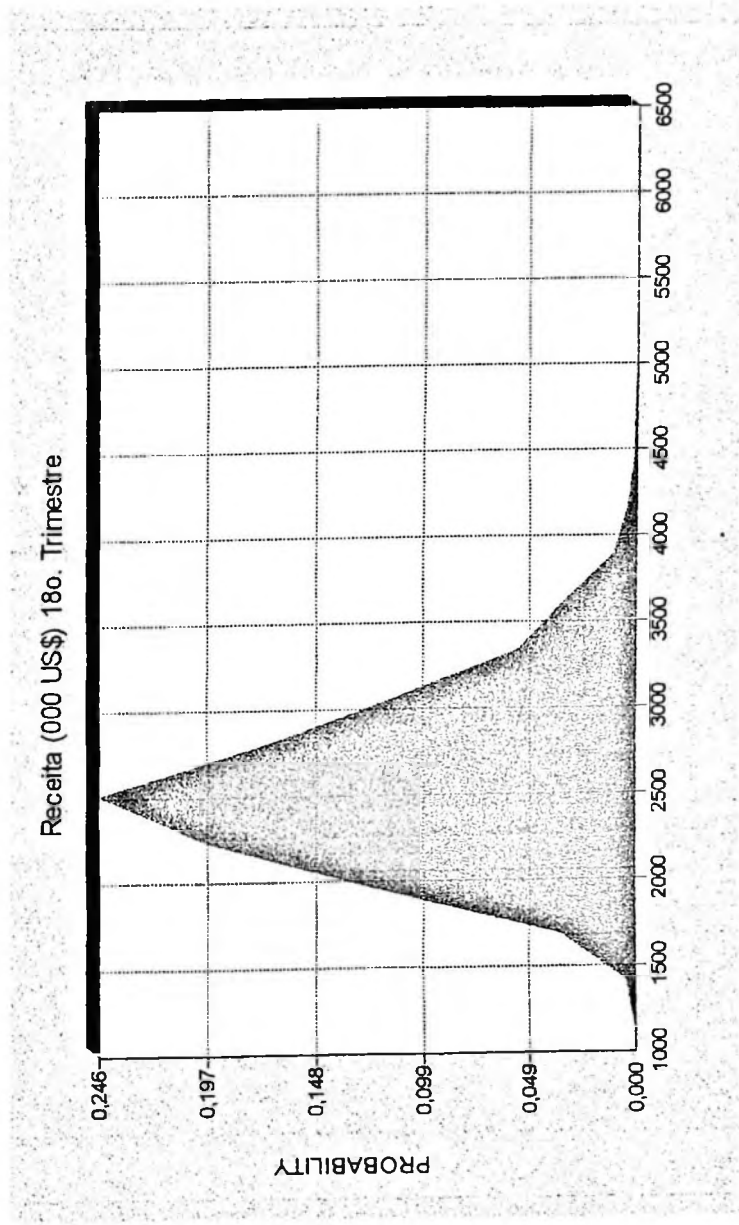
ANEXO 54 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



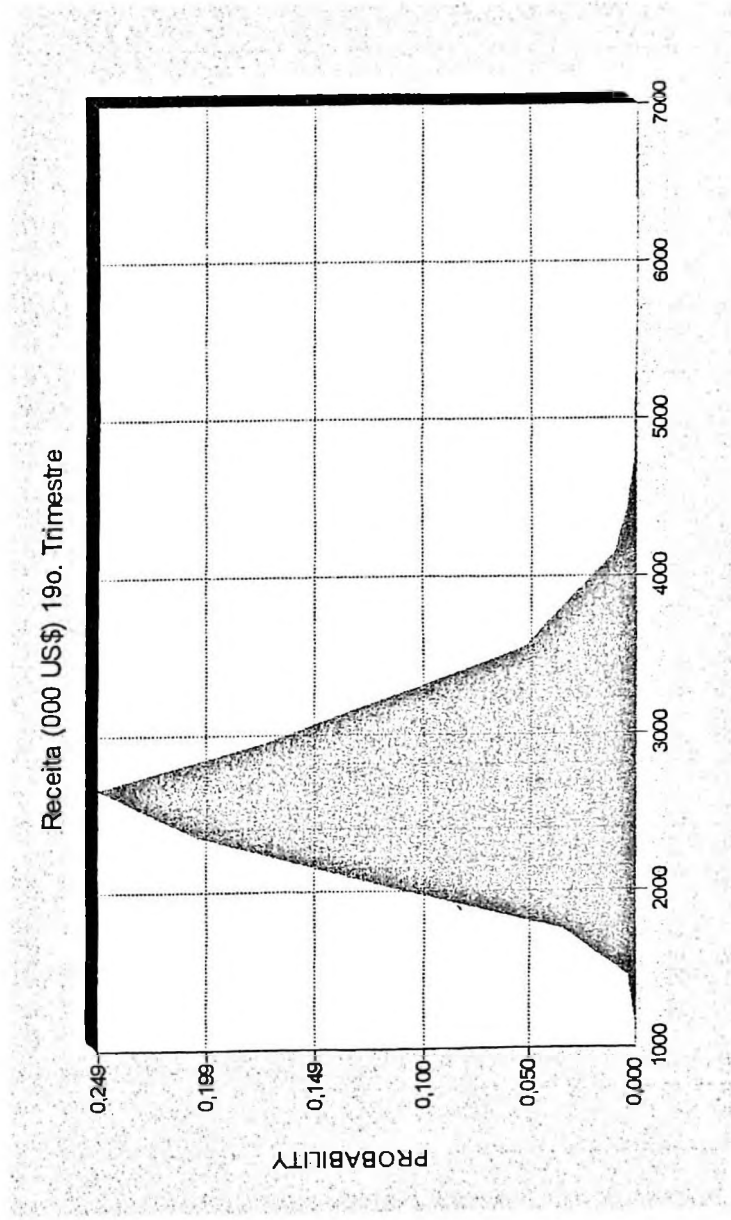
ANEXO 55 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



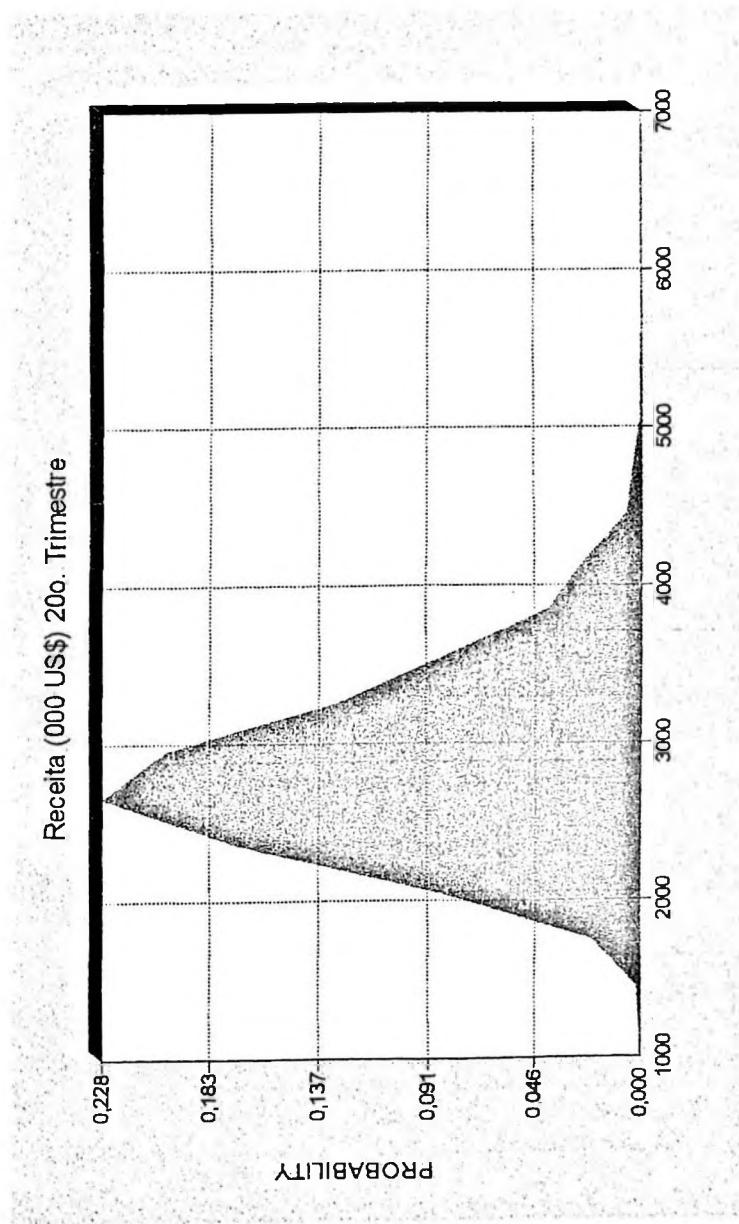
ANEXO 56 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



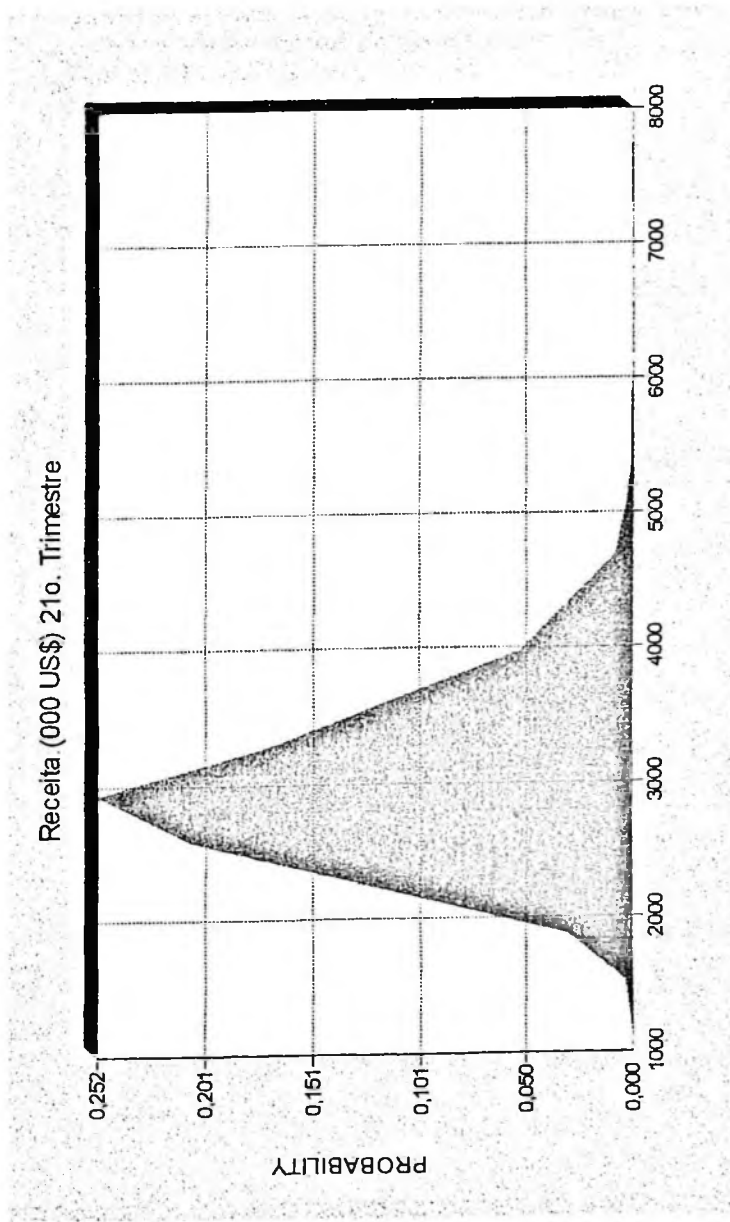
ANEXO 57 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



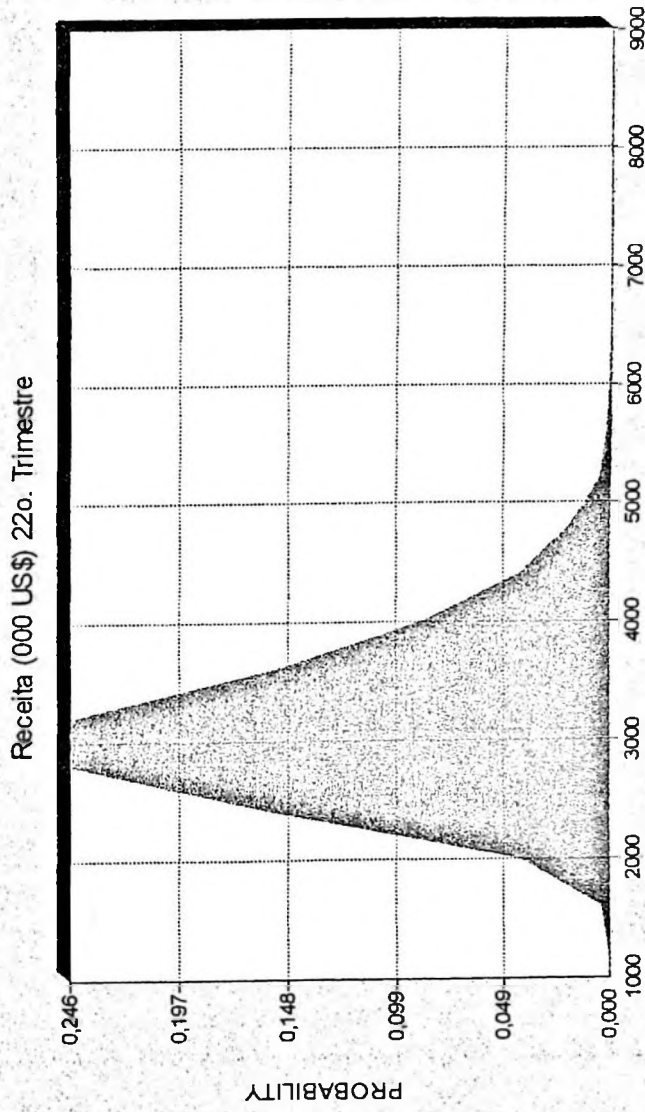
ANEXO 58 - MODELO DE SCHWARTZ E MOON



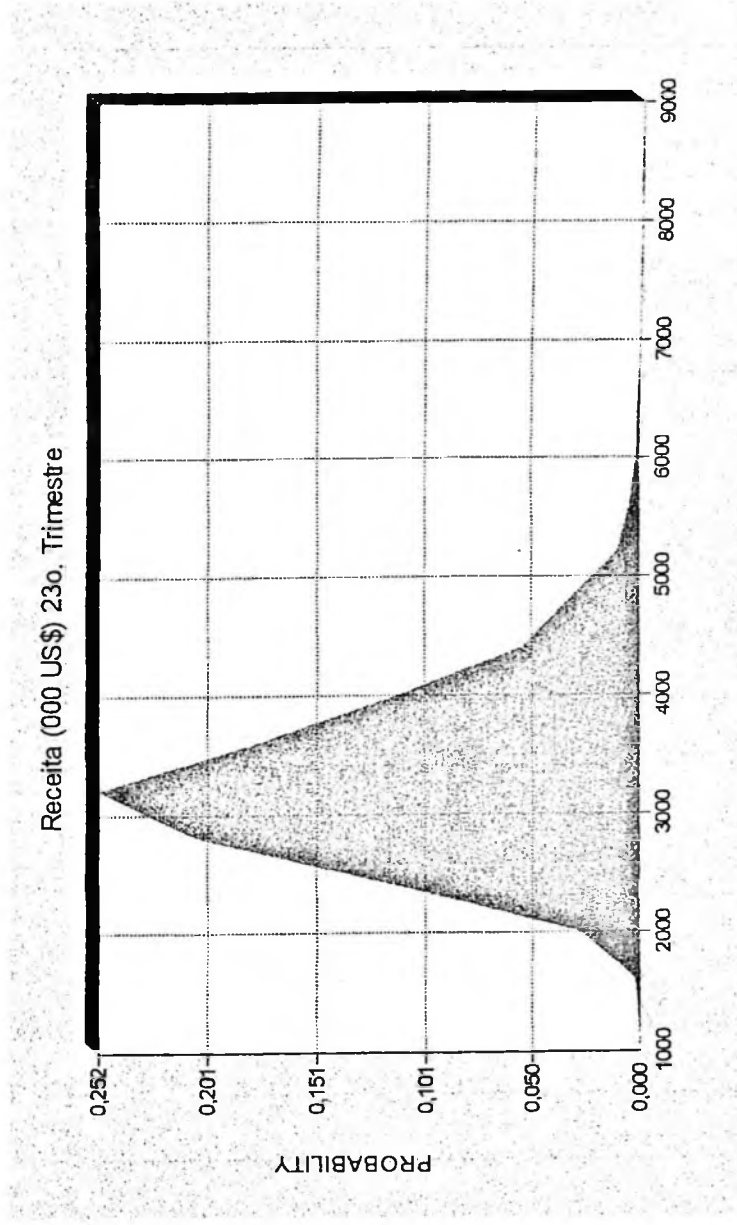
ANEXO 59 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



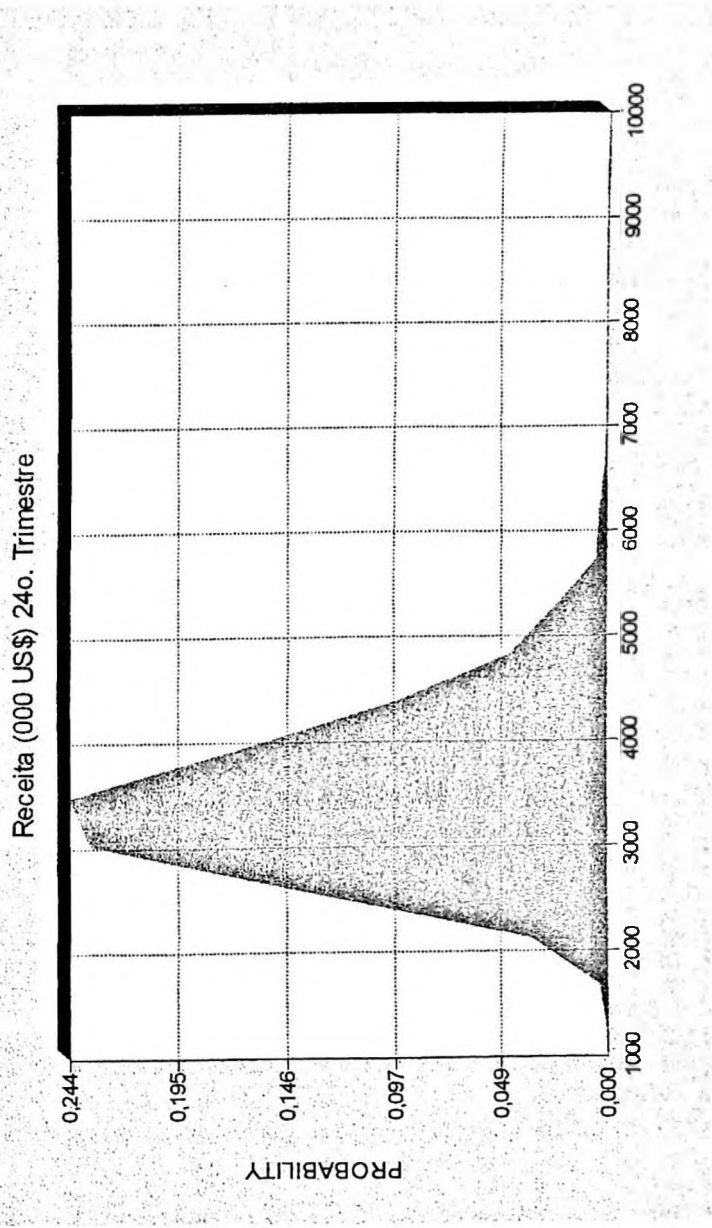
ANEXO 60 -- MODELO DE SCHWARTZ E MOON



ANEXO 61 -- MODELO DE SCHWARTZ E MOON



ANEXO 62 – MODELO DE SCHWARTZ E MOON



ANEXO 63- Planilha Final de Resultados

Modelo de Schwartz e Moon - calculo do Valor (V)
em 000 US\$

trimestre:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\sigma(t)$	20,84%	19,91%	18,61%	17,05%	15,34%	13,58%	11,88%	10,32%	8,94%	7,78%	6,84%	6,10%
$\eta(t)$	4,89%	4,61%	4,23%	3,77%	3,26%	2,74%	2,24%	1,78%	1,37%	1,03%	0,75%	0,53%
$\mu(t)$	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
R(t)	1.071	1.104	1.145	1.195	1.255	1.324	1.400	1.484	1.572	1.664	1.759	1.858
CMV(t)	(632)	(656)	(685)	(721)	(764)	(813)	(868)	(928)	(991)	(1.057)	(1.125)	(1.196)
F(t)	(52)	(55)	(58)	(61)	(65)	(70)	(76)	(82)	(88)	(95)	(102)	(109)
$\beta(t)$	(100)	(103)	(106)	(111)	(116)	(123)	(130)	(137)	(145)	(154)	(163)	(172)
Y(t)	287	291	296	302	309	317	327	337	347	358	369	381
X(t)	287	579	875	1.177	1.486	1.803	2.130	2.467	2.814	3.172	3.542	3.923

V = 9.591

trimestre:	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$\sigma(t)$	5,54%	5,13%	4,84%	4,64%	4,51%	4,43%	4,38%	4,35%	4,33%	4,32%	4,32%	4,31%
$\eta(t)$	0,36%	0,24%	0,16%	0,10%	0,06%	0,04%	0,02%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%
$\mu(t)$	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
R(t)	1.960	2.065	2.174	2.288	2.406	2.529	2.658	2.793	2.934	3.083	3.239	3.402
CMV(t)	(1.269)	(1.345)	(1.423)	(1.504)	(1.589)	(1.677)	(1.770)	(1.867)	(1.968)	(2.075)	(2.186)	(2.304)
F(t)	(116)	(124)	(132)	(140)	(148)	(157)	(166)	(176)	(186)	(197)	(208)	(220)
$\beta(t)$	(181)	(191)	(201)	(211)	(222)	(233)	(245)	(257)	(270)	(284)	(298)	(313)
Y(t)	393	406	419	433	447	461	477	493	510	527	546	566
X(t)	4.317	4.723	5.142	5.575	6.022	6.484	6.961	7.454	7.964	8.492	9.039	9.605

Anexo 64 - Modelo de Longstaff Schwartz - Parametros e Simulação de Valor Futuro sem flexibilidade

Table with columns for parameters (H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, H8, H9, H10, H11, H12, H13, H14, H15, H16, H17, H18, H19, H20, H21, H22, H23, H24) and rows for various simulation scenarios (e.g., 10.0%, 10.5%, 11.0%, etc.).

Valor, em flexibilidade (X da resposta)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
8.926	13.136	14.467	16.616	19.266	22.291	25.644	29.274	33.142	37.210	41.449	45.831	50.317	54.879	59.489	64.118	68.738	73.321	77.840	82.368	86.888	91.383	95.838	100.248
7.951	10.046	11.222	12.535	13.966	15.505	17.144	18.874	20.687	22.567	24.507	26.500	28.540	30.621	32.737	34.882	37.050	39.235	41.431	43.633	45.836	48.034	50.221	52.392
7.179	7.609	8.005	8.368	8.698	8.995	9.259	9.491	9.691	9.859	10.000	10.116	10.200	10.265	10.313	10.347	10.368	10.378	10.378	10.368	10.347	10.313	10.265	10.200
6.266	6.546	6.784	6.981	7.138	7.256	7.335	7.386	7.419	7.436	7.440	7.434	7.419	7.396	7.366	7.331	7.292	7.250	7.206	7.161	7.116	7.071	7.026	6.981
4.886	6.633	10.042	13.445	15.480	17.635	19.811	21.997	24.184	26.362	28.532	30.694	32.849	35.000	37.148	39.292	41.433	43.571	45.707	47.842	49.976	52.109	54.234	56.352
7.254	8.713	12.190	15.952	19.976	24.224	28.677	33.315	38.024	42.787	47.598	52.350	57.045	61.677	66.249	70.764	75.216	79.608	83.944	88.228	92.463	96.643	100.762	104.825
6.088	6.876	7.478	7.924	8.254	8.481	8.615	8.658	8.611	8.476	8.254	7.957	7.597	7.184	6.728	6.238	5.724	5.197	4.657	4.105	3.542	2.969	2.387	1.807
5.174	6.533	8.018	9.575	11.148	12.775	14.394	16.010	17.620	19.221	20.810	22.384	23.941	25.479	27.000	28.502	29.984	31.445	32.885	34.304	35.699	37.071	38.420	39.748
4.052	5.118	6.275	7.475	8.750	10.039	11.358	12.714	14.114	15.566	17.068	18.619	20.218	21.864	23.555	25.291	27.071	28.894	30.660	32.369	34.021	35.616	37.155	38.638
3.049	3.854	4.799	5.794	6.858	7.999	9.224	10.541	11.958	13.474	15.089	16.703	18.315	19.924	21.530	23.132	24.730	26.324	27.913	29.497	31.076	32.650	34.219	35.784
2.149	2.854	3.619	4.454	5.268	6.061	6.841	7.607	8.358	9.094	9.814	10.517	11.202	11.869	12.518	13.149	13.762	14.357	14.934	15.492	16.031	16.551	17.052	17.534
1.274	1.724	2.219	2.759	3.344	3.984	4.678	5.425	6.228	7.085	7.994	8.954	9.964	10.924	11.834	12.694	13.504	14.264	14.974	15.634	16.244	16.804	17.314	17.774
0.454	0.724	0.974	1.214	1.444	1.664	1.874	2.074	2.254	2.414	2.554	2.674	2.764	2.834	2.884	2.914	2.924	2.914	2.884	2.834	2.764	2.674	2.554	2.414
0.174	0.274	0.374	0.474	0.574	0.674	0.774	0.874	0.974	1.074	1.174	1.274	1.374	1.474	1.574	1.674	1.774	1.874	1.974	2.074	2.174	2.274	2.374	2.474
0.074	0.124	0.174	0.224	0.274	0.324	0.374	0.424	0.474	0.524	0.574	0.624	0.674	0.724	0.774	0.824	0.874	0.924	0.974	1.024	1.074	1.124	1.174	1.224
0.024	0.034	0.044	0.054	0.064	0.074	0.084	0.094	0.104	0.114	0.124	0.134	0.144	0.154	0.164	0.174	0.184	0.194	0.204	0.214	0.224	0.234	0.244	0.254
0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004

Valor da opção com flexibilidade (valor real)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	semhck
1.629	2.832	3.212	3.797	4.583	5.629	6.989	8.704	10.724	13.000	15.584	18.528	21.884	25.604	29.640	34.044	38.868	44.064	49.696	55.824	62.504	69.792	77.648	86.032	94.912	104.256	114.128
1.653	2.856	3.236	3.821	4.607	5.653	7.013	8.728	10.748	13.024	15.608	18.552	21.908	25.628	29.664	34.068	38.892	44.088	49.720	55.848	62.528	69.816	77.672	86.056	94.936	104.280	114.152
1.677	2.880	3.260	3.845	4.631	5.677	7.037	8.752	10.772	13.048	15.632	18.576	21.932	25.652	29.688	34.092	38.916	44.112	49.744	55.872	62.552	69.840	77.696	86.080	94.960	104.304	114.176
1.701	2.904	3.284	3.869	4.655	5.701	7.061	8.776	10.796	13.072	15.656	18.600	21.956	25.676	29.712	34.116	38.940	44.136	49.768	55.896	62.576	69.864	77.720	86.104	94.984	104.328	114.200
1.725	2.928	3.308	3.893	4.679	5.725	7.085	8.800	10.820	13.096	15.680	18.624	21.980	25.700	29.736	34.140	38.964	44.160	49.792	55.920	62.600	69.888	77.744	86.128	95.008	104.352	114.224
1.749	2.952	3.332	3.917	4.703	5.749	7.109	8.824	10.844	13.120	15.704	18.648	22.004	25.724	29.760	34.164	38.988	44.184	49.816	55.944	62.624	69.912	77.768	86.152	95.032	104.376	114.248
1.773	2.976	3.356	3.941	4.727	5.773	7.133	8.848	10.868	13.144	15.728	18.672	22.028	25.748	29.784	34.188	39.012	44.208	49.840	55.968	62.648	69.936	77.792	86.176	95.056	104.400	114.272
1.797	3.000	3.380	3.965	4.751	5.797	7.157	8.872	10.892	13.168	15.752	18.696	22.052	25.772	29.808	34.212	39.036	44.232	49.864	55.992	62.672	69.960	77.816	86.200	95.080	104.424	114.296
1.821	3.024	3.404	3.989	4.775	5.821	7.181	8.896	10.916	13.192	15.776	18.720	22.076	25.796	29.832	34.236	39.060	44.256	49.888	56.016	62.696	69.984	77.840	86.224	95.104	104.448	114.320
1.845	3.048	3.428	4.013	4.799	5.845	7.205	8.920	10.940	13.216	15.800	18.744	22.100	25.820	29.856	34.260	39.084	44.280	49.912	56.040	62.720	69.999	77.864	86.248	95.128	104.472	114.344
1.869	3.072	3.452	4.037	4.823	5.869	7.229	8.944	10.964	13.240	15.824	18.768	22.124	25.844	29.880	34.284	39.108	44.304	49.936	56.064	62.744	70.000	77.888	86.272	95.152	104.496	114.368
1.893	3.096	3.476	4.061	4.847	5.893	7.253	8.968	10.988	13.264	15.848	18.792	22.148	25.868	29.904	34.308	39.132	44.328	49.960	56.088	62.768	70.000	77.912	86.296	95.176	104.520	114.392
1.917	3.120	3.500	4.085	4.871	5.917	7.277	8.992	11.012	13.288	15.872	18.816	22.172	25.892	29.928	34.332	39.156	44.352	49.984	56.112	62.792	70.000	77.936	86.320	95.200	104.544	114.416
1.941	3.144	3.524	4.109	4.895	5.941	7.301	9.016	11.036	13.312	15.896	18.840	22.196	25.916	29.952	34.356	39.180	44.376	49.999	56.136	62.816	70.000	77.960	86.344	95.224	104.568	114.440
1.965	3.168	3.548	4.133	4.919	5.965	7.325	9.040	11.060	13.336	15.920	18.864	22.220	25.940	29.976	34.380	39.204	44.400	50.000	56.160	62.840	70.000	77.984	86.368	95.248	104.592	114.464
1.989	3.192	3.572	4.157	4.943	5.989	7.349	9.064	11.084	13.360	15.944	18.888	22.244	25.964	30.000	34.404	39.228	44.424	50.000	56.184	62.864	70.000	78.008	86.392	95.272	104.616	114.488
2.013	3.216	3.596	4.181	4.967	6.013	7.373	9.088	11.108	13.384	15.968	18.912	22.268	25.988	30.000	34.428	39.252	44.448	50.000	56.208	62.888	70.000	78.032	86.416	95.296	104.640	114.512
2.037	3.240	3.620	4.205	4.991	6.037	7.397	9.112	11.132	13.408	15.992	18.936	22.292	26.012	30.000	34.452	39.276	44.472	50.000	56.232	62.912	70.000	78.056	86.440	95.320	104.664	114.536
2.061	3.264	3.644	4.229	5.015	6.061	7.421	9.136	11.156	13.432	16.016	18.960	22.316	26.036	30.000	34.476	39.300	44.496	50.000	56.256	62.936	70.000	78.080	86.464	95.344	104.688	114.560
2.085	3.288	3.668	4.253	5.039	6.085	7.445	9.160	11.180	13.456	16.040	18.984	22.340	26.060	30.000	34.500	39.324	44.520	50.000	56.280	62.960	70.000	78.104	86.488	95.368	104.712	114.584
2.109	3.312	3.692	4.277	5.063	6.109	7.469	9.184	11.204	13.480	16.064	19.008	22.364	26.084	30.000	34.524	39.348	44.544	50.000	56.304	62.984	70.000	78.128	86.512	95.392	104.736	114.608
2.133	3.336	3.716	4.301	5.087	6.133	7.493	9.208	11.228	13.504	16.088	19.032	22.388	26.108	30.000	34.548	39.372	44.568	50.000	56.328	63.008	70.000	78.152	86.536	95.416	104.760	114.632
2.157	3.360	3.740	4.325	5.111	6.157	7.517	9.232	11.252	13.528	16.112	19.056	22.412	26.132	30.000	34.572	39.396	44.592	50.000	56.352	63.032	70.000	78.176	86.560	95.440	104.784	114.656
2.181	3.384	3.764	4.349	5.135	6.181	7.541	9.256	11.276	13.552	16.136	19.080	22.436	26.156	30.000	34.596	39.420	44.616	50.000	56.376	63.056	70.000	78.200	86.584	95.464	104.808	114.680
2.205	3.408	3.788	4.373	5.159	6.205	7.565	9.280	11.300	13.576	16.160	19.104	22.460	26.180	30.000	34.620	39.444	44.640	50.000	56.400	63.080	70.000	78.224	86.608	95.488	104.832	114.704
2.229	3.432	3.812	4.397	5.183	6.229	7.589	9.304	11.324	13.600	16.184	19.128	22.484	26.204	30.000	34.644	39.468	44.664	50.000	56.424	63.104	70.000	78.248	86.632	95.512	104.856	114.728
2.253	3.456	3.836	4.421	5.207	6.253	7.613	9.328	11.348	13.624	16.208	19.152	22.508	26.228	30.000	34.668	39.492	44.688	50.000	56.448	63.128	70.000	78.272	86.656	95.536	104.880	114.752
2.277	3.480	3.860	4.445	5.231	6.277	7.637	9.352	11.372	13.648	16.232	19.176	22.532	26.252	30.000	34.692	39.516	44.712	50.000	56.472	63.152	70.000	78.296	86.680	95.560	104.904	114.776
2.301	3.504	3.884	4.469	5.255	6.301	7.661	9.376	11.396	13.672	16.256	19.200	22.556	26.276	30.000	34.716	39.540	44.736	50.000	56.496	63.176	70.000	78.320	86.704	95.584	104.928	114.800
2.325	3.528	3.908	4.493	5.279	6.325	7.685	9.400	11.420	13.696	16.280	19.224	22.580	26.300	30.000	34.740	39.564	44.760	50.000	56.520	63.200	70.000	78.344	86.728	95.608	104.952	114.824
2.349	3.552	3.932	4.517	5.303	6.349	7.709	9.424	11.444	13.720	16.304	19.248	22.604	26.324	30.000	34.764	39.588	44.784	50.000	56.544	63.224	70.000	78.368	86.752	95.632	104.976	114.848
2.373	3.576	3.956	4.541	5.327	6.373	7.733	9.448	11.468	13.744	16.328	19.272	22.628	26.348	30.000	34.788	39.612	44.808	50.000	56.568	63.248	70.000	78.392	86.776	95.656	104.999	114.872
2.397	3.600	3.980	4.565	5.351	6.397	7.757	9.472	11.492	13.768	16.352	19.296	22.652	26.372	30.000	34.812	39.636	44.832	50.000	56.592	63.272	70.000	78.416	86.800	95.680	105.023	114.896
2.421	3.624	4.004	4.589	5.375	6.421	7.781	9.496	11.516	13.792	16.376	19.320	22.676	26.396	30.000	34.836	39.660	44.856	50.000	56.616	63.296	70.000	78.440	86.824	95.704	105.047	114.920
2.445	3.648	4.028	4.613	5.399	6.445	7.805	9.520	11.540	13.816	16.400	19.344	22.700	26.420	30.000	34.860	39.684	44.880	50.000	56.640	63.320	70.000	78.464	86.848	95.728	105.071	114.944
2.469	3.672	4.052	4.637	5.423	6.469	7.829	9.544	11.564	13.840	16.424	19.368	22.724	26.444	30.000	34.884	39.708	44.904	50.000	56.664	63.344	70.000	78.488	86.872	95.752	105.095	114.968
2.493	3.696	4.076	4.661	5.447	6.493	7.853	9.568	11.588	13.864	16.448	19.392	22.748	26.468	30.000	34.908	39.732	44.928	50.000	56.688	63.368	70.000	78.512	86.896	95.776	105.119	114.992
2.517	3.720	4.100	4.685	5.471	6.517	7.877	9.592	11.612	13.888	16.472	19.416	22.772	26.492	30.000	34.932	39.756	44.952	50.000	56.712	63.392	70.000	78.536	86.920	95.800	105.143	115.016
2.541	3.744	4.124	4.709	5.495	6.541	7.901	9.616	11.636	13.912	16.496	19.440	22.796	26.516	30.000	34.956	39.780	44.976	50.000	56.736	63.416	70.000	78.560	86.944	95.824	105.167	115.040
2.565	3.768	4.148	4.733	5.519	6.565	7.925	9.640	11.660	13.936	16.520	19.464	22.820	26.540	30.000	34.980	39.804	45.000	50.000	56.760	63.440	70.000	78.584	86.968	95.848	105.191	115.064
2.589	3.792	4.172	4.757	5.543	6.589	7.949	9.664	11.684	13.960	16.544	19.488	22.844	26.564	30.000	35.004	39.828	45.024	50.000	56.784	63.						

Valor da Opção trazida a valor presente (T da regressão)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	caminho
2.814	3.182	3.774	4.566	5.614	6.981	8.714	10.774	13.214	16.081	19.441	23.254	27.481	32.081	37.014	42.241	47.814	53.681	59.814	66.181	72.774	79.561	86.514
1.937	2.270	2.814	3.566	4.581	5.914	7.614	9.714	12.181	15.014	18.181	21.641	25.441	29.541	33.914	38.514	43.314	48.281	53.414	58.681	64.141	69.774	75.561
1.687	2.051	2.566	3.281	4.241	5.514	7.141	9.081	11.381	14.014	16.941	20.141	23.581	27.314	31.314	35.514	39.881	44.414	49.081	53.881	58.814	63.881	69.014
1.569	1.969	2.481	3.141	4.081	5.281	6.781	8.641	10.814	13.281	16.014	18.981	22.141	25.541	29.181	32.941	36.814	40.781	44.841	48.981	53.181	57.514	61.941
1.334	1.763	2.281	2.941	3.841	4.981	6.381	8.081	10.041	12.241	14.641	17.214	19.941	22.814	25.814	28.914	32.081	35.314	38.614	41.981	45.414	48.881	52.341
1.036	1.424	1.881	2.481	3.341	4.481	5.881	7.581	9.541	11.741	14.141	16.681	19.341	22.081	24.881	27.781	30.741	33.741	36.781	39.841	42.914	46.014	49.141
793	1.114	1.481	2.081	2.881	3.941	5.241	6.781	8.581	10.641	12.841	15.141	17.541	20.014	22.541	25.141	27.781	30.441	33.141	35.841	38.541	41.241	43.941
411	614	814	1.081	1.441	1.941	2.581	3.381	4.341	5.481	6.781	8.241	9.841	11.541	13.341	15.141	16.941	18.741	20.541	22.341	24.141	25.941	27.741
241	341	441	541	641	741	841	941	1.041	1.141	1.241	1.341	1.441	1.541	1.641	1.741	1.841	1.941	2.041	2.141	2.241	2.341	2.441
114	164	214	264	314	364	414	464	514	564	614	664	714	764	814	864	914	964	1.014	1.064	1.114	1.164	1.214
64	94	124	154	184	214	244	274	304	334	364	394	424	454	484	514	544	574	604	634	664	694	724
34	44	54	64	74	84	94	104	114	124	134	144	154	164	174	184	194	204	214	224	234	244	254
14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124
4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo 68 - Modelo de Longstaff Schwartz - Valores obtidos pela regressão

regressão Y (valor do opção em aberto) no eixo X (valor presente, soma X e valor do projeto em exercício e opção) -> valor da continuidade

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	21	22	23	24	
1	1745	2993	3371	3846	4659	5300	6042	6899	7884	8999	10352	11964	13844	15992	18418	21132	24144	27464	31104	35074	39374	44004	48974	54284
2	1636	2821	3199	3674	4257	4950	5763	6696	7759	8962	10315	11827	13507	15365	17411	19655	22107	24767	27645	30751	34095	37677	41497	45555
3	1549	2684	3062	3537	4120	4813	5626	6559	7622	8825	10178	11690	13370	15228	17274	19518	21970	24639	27527	30645	33999	37599	41445	45537
4	1484	2569	2947	3422	4005	4698	5511	6444	7507	8700	10053	11565	13245	15093	17119	19343	21775	24425	27293	30381	33699	37247	41035	45063
5	1431	2466	2844	3319	3902	4595	5408	6341	7404	8597	9950	11462	13142	14990	17016	19240	21672	24322	27190	30278	33596	37144	40932	44960
6	1388	2323	2701	3176	3759	4452	5265	6208	7271	8464	9817	11329	12999	14827	16813	18957	21267	23743	26385	29193	32167	35397	38885	42633
7	1353	2288	2666	3141	3724	4417	5230	6173	7236	8429	9782	11294	12964	14792	16778	18922	21232	23708	26350	29158	32132	35262	38550	42098
8	1328	2263	2641	3116	3700	4393	5206	6149	7212	8395	9748	11260	12930	14758	16744	18888	21198	23674	26316	29124	32098	35228	38416	41764
9	1303	2228	2606	3081	3665	4358	5171	6114	7177	8360	9713	11225	12895	14723	16709	18853	21163	23639	26281	29089	32063	35193	38381	41729
10	1278	2193	2571	3046	3630	4323	5136	6079	7142	8325	9678	11130	12800	14628	16614	18758	21068	23544	26186	29004	31978	35108	38296	41644
11	1253	2158	2536	3011	3595	4288	5101	6044	7107	8290	9643	11095	12765	14593	16579	18723	21033	23509	26151	28969	31943	35073	38261	41609
12	1228	2123	2501	2976	3560	4253	5066	6009	7072	8255	9608	11060	12730	14558	16544	18688	20998	23474	26116	28934	31908	35038	38166	41514
13	1203	2088	2466	2941	3525	4218	5031	5974	7037	8220	9573	11025	12695	14523	16509	18653	20963	23439	26081	28899	31873	34903	38031	41379
14	1178	2053	2431	2906	3490	4183	5006	5949	7012	8195	9548	11000	12670	14498	16484	18628	20938	23414	26056	28874	31848	34872	37902	41250
15	1153	2018	2396	2871	3455	4148	4971	5914	6977	8160	9513	10965	12635	14463	16449	18593	20903	23379	26021	28839	31813	34837	37867	41215
16	1128	1983	2361	2836	3420	4113	4936	5879	6942	8125	9478	10930	12600	14428	16414	18558	20868	23344	25986	28804	31778	34802	37832	41180
17	1103	1948	2326	2801	3385	4078	4901	5844	6907	8090	9443	10895	12565	14393	16379	18523	20833	23309	25951	28769	31743	34767	37797	41148
18	1078	1913	2291	2766	3350	4043	4866	5809	6872	8055	9408	10860	12530	14358	16344	18488	20798	23274	25916	28734	31708	34732	37762	41116
19	1053	1878	2256	2731	3315	4008	4831	5774	6837	7920	9273	10725	12395	14223	16209	18353	20663	23139	25781	28599	31573	34597	37627	41084
20	1028	1843	2211	2696	3280	3973	4796	5739	6802	7885	9238	10690	12360	14188	16174	18318	20628	23104	25746	28564	31538	34562	37592	41052
21	1003	1808	2176	2661	3245	3938	4761	5704	6767	7850	9203	10655	12325	14153	16139	18283	20593	23069	25711	28529	31503	34527	37557	41020
22	978	1773	2141	2626	3210	3903	4726	5669	6732	7815	9168	10620	12290	14118	16104	18248	20558	23034	25676	28494	31468	34492	37522	40988
23	953	1738	2106	2591	3175	3868	4691	5634	6697	7780	9133	10585	12255	14083	16069	18213	20523	23000	25642	28460	31434	34456	37486	40954
24	928	1703	2071	2556	3140	3833	4656	5599	6662	7745	9098	10550	12220	14051	16037	18181	20491	22967	25609	28420	31398	34420	37450	40920

Anexo 69 - Modelo de Longstaff Schwartz - Resultados e Parametros da regressão para cada periodo

regressão 23 RESUMO DOS RESULTADOS		regressão 22 RESUMO DOS RESULTADOS		regressão 21 RESUMO DOS RESULTADOS		regressão 20 RESUMO DOS RESULTADOS		regressão 19 RESUMO DOS RESULTADOS		regressão 18 RESUMO DOS RESULTADOS	
Estatística de regressão		Estatística de regressão		Estatística de regressão		Estatística de regressão		Estatística de regressão		Estatística de regressão	
R múltiplo	R-Quadrado	R múltiplo	R-Quadrado	R múltiplo	R-Quadrado	R múltiplo	R-Quadrado	R múltiplo	R-Quadrado	R múltiplo	R-Quadrado
0,95237975	0,89219832	0,95213793	0,89219832	0,945381502	0,893745185	0,940932001	0,898878443	0,956015192	0,918338007	0,939889351	0,89354239
0,906931037	0,80314043	0,920661062	0,804961062	0,897661952	0,807661952	0,897661952	0,807661952	0,917530208	0,807661952	0,88254033	0,807661952
1309,966938	1984,957144	1571,62076	2076,28731	2076,28731	2076,28731	1776,13716	1335,69703	1335,69703	1430,7626	1430,7626	1430,7626
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ANOVA		ANOVA		ANOVA		ANOVA		ANOVA		ANOVA	
df	SQ	df	SQ	df	SQ	df	SQ	df	SQ	df	SQ
1	3264172631	1	4533352118	1	355355266	1	2154081489	1	2147550357	1	162351190
98	3661236517	98	3642180441	98	4274793811	98	3168187819	98	1909107915	98	217792673
99	3660246296	99	4902588162	99	397613596	99	3003325289	99	233667137	99	1670143557
Coeficientes		Coeficientes		Coeficientes		Coeficientes		Coeficientes		Coeficientes	
Interseção	Varíavel X1	Interseção	Varíavel X1	Interseção	Varíavel X1	Interseção	Varíavel X1	Interseção	Varíavel X1	Interseção	Varíavel X1
440,307244	0,221307389	454,950988	0,25168265	-720,516102	0,26920746	-765,297629	0,258195888	-558,612795	0,29477359	-216,689817	0,253945717

Anexo 69 - Modelo de Longstaff Schwartz - Resultados e Parametros da regressão para cada periodo

regressão 17 RESUMO DOS RESULTADOS		regressão 16 RESUMO DOS RESULTADOS		regressão 15 RESUMO DOS RESULTADOS		regressão 14 RESUMO DOS RESULTADOS		regressão 13 RESUMO DOS RESULTADOS		regressão 12 RESUMO DOS RESULTADOS	
Estatística de regressão		Estatística de regressão		Estatística de regressão		Estatística de regressão		Estatística de regressão		Estatística de regressão	
R múltiplo	R-Quadrado	R múltiplo	R-Quadrado	R múltiplo	R-Quadrado	R múltiplo	R-Quadrado	R múltiplo	R-Quadrado	R múltiplo	R-Quadrado
0,95237975	0,89219832	0,95213793	0,89219832	0,945381502	0,893745185	0,940932001	0,898878443	0,956015192	0,918338007	0,939889351	0,89354239
0,906931037	0,80314043	0,920661062	0,804961062	0,897661952	0,807661952	0,897661952	0,807661952	0,917530208	0,807661952	0,88254033	0,807661952
1309,966938	1984,957144	1571,62076	2076,28731	2076,28731	2076,28731	1776,13716	1335,69703	1335,69703	1430,7626	1430,7626	1430,7626
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ANOVA		ANOVA		ANOVA		ANOVA		ANOVA		ANOVA	
df	SQ	df	SQ	df	SQ	df	SQ	df	SQ	df	SQ
1	1638512762	1	1169955313	1	1,22E+09	1	1,19E+09	1	1,19E+09	1	8,39E+08
98	168143635,8	98	170319067,8	98	2,56E+08	98	1,09E+08	98	7,2558498	98	1,18E+08
99	1806650399	99	1307284380	99	1,47E+09	99	1,3E+09	99	9,11E+08	99	7,7E+08
Coeficientes		Coeficientes		Coeficientes		Coeficientes		Coeficientes		Coeficientes	
Interseção	Varíavel X1	Interseção	Varíavel X1	Interseção	Varíavel X1	Interseção	Varíavel X1	Interseção	Varíavel X1	Interseção	Varíavel X1
-720,1765476	0,221307389	-24,0857084	0,25168265	-506,636	0,26920746	-1138,45	0,258195888	-679,125	0,29477359	-926,7	0,253945717

Anexo 69 - Modelo de Longstaff Schwartz - Resultados e Parametros da regressão para cada periodo

regressão 11 regressão 10 regressão 9 regressão 8 regressão 7 regressão 6
 RESUMO DOS RESULTADOS RESUMO DOS RESULTADOS RESUMO DOS RESULTADOS RESUMO DOS RESULTADOS RESUMO DOS RESULTADOS RESUMO DOS RESULTADOS

Estatística de regressão		Estatística de regressão		Estatística de regressão		Estatística de regressão		Estatística de regressão		Estatística de regressão	
R múltiplo	0,930621	R múltiplo	0,911436	R múltiplo	0,911695	R múltiplo	0,908105	R múltiplo	0,892305	R múltiplo	0,897834
R-Quadrado	0,866056	R-Quadrado	0,830715	R-Quadrado	0,831188	R-Quadrado	0,824554	R-Quadrado	0,796208	R-Quadrado	0,806106
R-quadrado	0,864689	R-quadrado	0,828987	R-quadrado	0,829466	R-quadrado	0,822764	R-quadrado	0,794128	R-quadrado	0,804127
Erro padrão	854,23	Erro padrão	882,2778	Erro padrão	860,3255	Erro padrão	804,8345	Erro padrão	761,7912	Erro padrão	710,8603
Observação	100	Observação	100	Observação	100	Observação	100	Observação	100	Observação	100

ANOVA		ANOVA		ANOVA		ANOVA		ANOVA		ANOVA	
gl	SQ	gl	SQ	gl	SQ	gl	SQ	gl	SQ	gl	SQ
Regressão	1 4,62E+08	Regressão	1 3,74E+08	Regressão	1 3,49E+08	Regressão	1 2,98E+08	Regressão	1 2,22E+08	Regressão	1 2,06E+08
Resíduo	98 71511468	Resíduo	98 76284576	Resíduo	98 70859240	Resíduo	98 63480344	Resíduo	98 56871933	Resíduo	98 49525775
Total	99 5,34E+08	Total	99 4,51E+08	Total	99 4,2E+08	Total	99 3,62E+08	Total	99 2,79E+08	Total	99 2,55E+08

Coeficiente Erro padrão		Coeficiente Erro padrão		Coeficiente Erro padrão		Coeficiente Erro padrão		Coeficiente Erro padrão			
Interseção	-773,689	Interseção	-594,977	Interseção	-580,052	Interseção	-764,606	Interseção	-521,02	Interseção	-520,496
Variável X	0,282194	Variável X	0,263946	Variável X	0,273058	Variável X	0,287411	Variável X	0,260032	Variável X	0,273448

Anexo 69 - Modelo de Longstaff Schwartz - Resultados e Parametros da regressão para cada periodo

regressão 5 regressão 4 regressão 3 regressão 2 regressão 1
 RESUMO DOS RESULTADOS RESUMO DOS RESULTADOS RESUMO DOS RESULTADOS RESUMO DOS RESULTADOS RESUMO DOS RESULTADOS

Estatística de regressão		Estatística de regressão		Estatística de regressão		Estatística de regressão		Estatística de regressão	
R múltiplo	0,83222	R múltiplo	0,839866	R múltiplo	0,84348	R múltiplo	0,712984	R múltiplo	0,547428
R-Quadrado	0,69259	R-Quadrado	0,705374	R-Quadrado	0,711459	R-Quadrado	0,508346	R-Quadrado	0,299677
R-quadrado	0,689453	R-quadrado	0,702367	R-quadrado	0,708515	R-quadrado	0,503329	R-quadrado	0,292531
Erro padrão	809,5986	Erro padrão	664,7391	Erro padrão	630,6047	Erro padrão	696,8141	Erro padrão	581,5296
Observação	100	Observação	100	Observação	100	Observação	100	Observação	100

ANOVA		ANOVA		ANOVA		ANOVA		ANOVA	
gl	SQ	gl	SQ	gl	SQ	gl	SQ	gl	SQ
Regressão	1 1,45E+08	Regressão	1 1,04E+08	Regressão	1 96090959	Regressão	1 49199391	Regressão	1 14181580
Resíduo	98 64234089	Resíduo	98 43304057	Resíduo	98 36870902	Resíduo	98 47583888	Resíduo	98 33141314
Total	99 2,09E+08	Total	99 1,47E+08	Total	99 1,35E+08	Total	99 96783279	Total	99 47322894

Coeficiente Erro padrão		Coeficiente Erro padrão		Coeficiente Erro padrão		Coeficiente Erro padrão	
Interseção	-683,515	Interseção	-370,614	Interseção	-657,216	Interseção	-714,379
Variável X	0,277304	Variável X	0,243177	Variável X	0,278452	Variável X	0,28223

Anexo 71 - Modelo de Longstaff Schwartz - Matriz de Decisão Ajustada

Matriz de decisões AJUSTADA (1 exercício, 0 continua em aberto) (TODOS OS AS DECISÕES POSTERIORES SÃO ANULADAS A UM EXERCÍCIO)

CONTRAI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	29	24 caminh		
1	1																									
2		1																								
3			1																							
4				1																						
5					1																					
6						1																				
7							1																			
8								1																		
9									1																	
10										1																
11											1															
12												1														
13													1													
14														1												
15															1											
16																1										
17																	1									
18																		1								
19																			1							
20																				1						
21																					1					
22																						1				
29																							1			
24 caminh																								1		

Valor presente de valor da opção	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	caminho
				148		156							26												1
			21										647												2
			125																						3
			132			236																			4
		0			28																				5
	64																								6
																									7
																									8
																									9
																									10
																									11
																									12
																									13
																									14
																									15
																									16
																									17
																									18
																									19
																									20
																									21
																									22
																									23
																									24
																									25
																									26
																									27
																									28
																									29
																									30
																									31
																									32
																									33
																									34
																									35
																									36
																									37
																									38
																									39
																									40
																									41
																									42
																									43
																									44
																									45
																									46
																									47
																									48
																									49
																									50
																									51
																									52
																									53
																									54
																									55
																									56
																									57
																									58
																									59
																									60
																									61
																									62
																									63
																									64
																									65
																									66
																									67
																									68
																									69
																									70
																									71
																									72
																									73
																									74
																									75
																									76
																									77
																									78
																									79
																									80
																									81
																									82
																									83
																									84
																									85
																									86
																									87
																									88
																									89
																									90
																									91
																									92
																									93
																									94
																									95
																									96
																									97
																									98
																									99

Anexo 73 - Dados para o calculo da volatilidade pelo metodo GARCH.

coeficiente ->	$\beta 1$	$\beta 2$	$\beta 3$	$\beta 4$	$\beta 5$	$\beta 6$	$\beta 7$	$\beta 8$	$\beta 8$
$\sigma^2(t)$	$\sigma^2(t-1)$	$\sigma^2(t-2)$	$\sigma^2(t-3)$	$\sigma^2(t-4)$	$\sigma^2(t-5)$	$\sigma^2(t-6)$	$\sigma^2(t-7)$	$\sigma^2(t-8)$	$\sigma^2(t-9)$
mar02	0,06%	0,01%	0,01%	0,06%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%
abr02	2,56%	7,70%	7,70%	2,56%	7,70%	2,50%	2,56%	7,70%	0,06%
mai02	5,25%	2,56%	2,50%	2,56%	2,50%	2,56%	2,50%	2,56%	7,70%
jun02	6,21%	5,25%	2,85%	5,25%	2,85%	5,25%	2,85%	5,25%	2,50%
jul02	5,52%	6,21%	0,59%	6,21%	0,59%	6,21%	0,59%	6,21%	2,85%
ago02	6,07%	5,52%	1,60%	5,52%	1,60%	5,52%	1,60%	5,52%	0,59%
set02	7,24%	6,07%	19,99%	6,07%	19,99%	6,07%	19,99%	6,07%	1,60%
out02	10,90%	7,24%	0,08%	7,24%	0,08%	7,24%	0,08%	7,24%	19,99%
nov02	9,99%	10,90%	20,84%	10,90%	20,84%	10,90%	20,84%	10,90%	0,08%
dez02	9,51%	9,99%	0,01%	9,99%	0,01%	9,99%	0,01%	9,99%	20,84%
jan03	9,74%	9,74%	64,69%	9,74%	64,69%	9,74%	64,69%	9,74%	0,01%
fev03	9,49%	9,49%	2,07%	9,49%	2,07%	9,49%	2,07%	9,49%	64,69%
mar03	9,42%	9,42%	4,54%	9,42%	4,54%	9,42%	4,54%	9,42%	2,07%
abr03	8,81%	8,81%	2,74%	8,81%	2,74%	8,81%	2,74%	8,81%	4,54%
mai03	8,25%	8,25%	0,04%	8,25%	0,04%	8,25%	0,04%	8,25%	2,74%
jun03	7,74%	7,74%	9,55%	7,74%	9,55%	7,74%	9,55%	7,74%	0,04%
ago03	7,66%	7,66%	37,27%	7,66%	37,27%	7,66%	37,27%	7,66%	9,55%
set03	7,95%	7,95%	1,64%	7,66%	1,64%	7,66%	1,64%	7,66%	37,27%
out03	7,82%	7,82%	1,55%	7,95%	1,55%	7,95%	1,55%	7,95%	1,64%
nov03	8,18%	7,82%	0,76%	7,82%	0,76%	7,82%	0,76%	7,82%	1,55%
dez03	7,85%	8,18%	2,24%	7,82%	2,24%	7,82%	2,24%	7,82%	0,76%
jan04	8,34%	7,83%	24,29%	8,18%	24,29%	8,18%	24,29%	8,18%	2,24%
fev04	8,06%	8,34%	2,52%	7,83%	2,52%	7,83%	2,52%	7,83%	24,29%
mar04	8,74%	8,06%	21,42%	8,34%	21,42%	8,34%	21,42%	8,34%	2,52%

coeficiente --> $Z^2(t-1)$ $Z^2(t-2)$ $Z^2(t-3)$ $Z^2(t-4)$ $Z^2(t-5)$ $Z^2(t-6)$ $Z^2(t-7)$ $Z^2(t-8)$

$Z(t)$ Números aleatorios Normal com media = 0 desvio padrao = 1

	$Z^2(t-1)$	$Z^2(t-2)$	$Z^2(t-3)$	$Z^2(t-4)$	$Z^2(t-5)$	$Z^2(t-6)$	$Z^2(t-7)$	$Z^2(t-8)$
mar02	-30%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%
abr02	173%	300%	300%	300%	300%	300%	300%	300%
mai02	-63%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%
jun02	-212%	449%	449%	449%	449%	449%	449%	449%
ago02	-33%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%
set02	-51%	26%	26%	26%	26%	26%	26%	26%
out02	165%	276%	276%	276%	276%	276%	276%	276%
nov02	-8%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
dez02	-144%	209%	209%	209%	209%	209%	209%	209%
jan03	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
fev03	-258%	664%	664%	664%	664%	664%	664%	664%
mar03	47%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%
abr03	69%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%
mai03	66%	31%	31%	31%	31%	31%	31%	31%
jun03	7%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
ago03	111%	123%	123%	123%	123%	123%	123%	123%
set03	221%	487%	487%	487%	487%	487%	487%	487%
out03	45%	21%	21%	21%	21%	21%	21%	21%
nov03	44%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
dez03	-31%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
jan04	-52%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%
fev04	-176%	310%	310%	310%	310%	310%	310%	310%

Anexo 74

Regressão de 1o ordem (p=q=1)

RESUMO DOS RESULTADOS

Estatística de regressão

R múltiplo	0,89127
R-Quadrat	0,79436
R-quadrat	0,77478
Erro padrão	0,00851
Observaçõ	24

ANOVA

	gl	SQ	MQ	F	significação
Regressão	2	0,00587726	0,00294	40,5608144	6E-08
Resíduo	21	0,00152145	7,2E-05		
Total	23	0,00739871			

	Coefficiente	Erro padrão	Stat t	valor-P	% inferior	5% superior	terior	95,0% superior
Interseção	0,0285	0,00585441	4,86741	8,2021E-05	0,0163	0,04067074	0,01632	0,04067074
Variável X	0,65821	0,07547972	8,72039	2,0119E-08	0,5012	0,8151815	0,50124	0,8151815
Variável X	0,0077	0,01145555	0,67237	0,50868149	-0,016	0,03152547	-0,0161	0,03152547

Regressão de 2o ordem (p=q=2)

RESUMO DOS RESULTADOS

Estatística de regressão

R múltiplo	0,81864
R-Quadrat	0,67017
R-quadrat	0,59687
Erro padrão	0,00903
Observaçõ	23

ANOVA

	gl	SQ	MQ	F	significação
Regressão	4	0,00298013	0,00075	9,14331037	0,0003
Resíduo	18	0,00146671	8,1E-05		
Total	22	0,00444685			

	Coefficiente	Erro padrão	Stat t	valor-P	% inferior	5% superior	terior	95,0% superior
Interseção	0,02928	0,00909416	3,21926	0,00475672	0,0102	0,04838256	0,01017	0,04838256
Variável X	0,75735	0,23303972	3,24986	0,00444682	0,2677	1,24694419	0,26775	1,24694419
Variável X	0,00807	0,01296499	0,62273	0,54127163	-0,019	0,03531216	-0,0192	0,03531216
Variável X	-0,11302	0,17305316	-0,6531	0,5219407	-0,477	0,25054868	-0,4766	0,25054868
Variável X	0,00016	0,01316491	0,0123	0,99032471	-0,027	0,02782035	-0,0275	0,02782035

Anexo 75

Regressão de 3o ordem (p=q=3)

RESUMO DOS RESULTADOS

Estatística de regressão

R múltiplo	0,78435
R-Quadrad	0,61521
R-quadrad	0,46129
Erro padrão	0,0096
Observaçõ	22

ANOVA

	gl	SQ	MQ	F	significação
Regressão	6	0,00220986	0,00037	3,99701635	0,0137
Resíduo	15	0,00138219	9,2E-05		
Total	21	0,00359205			

	Coefficiente	Erro padrão	Stat t	valor-P	% inferior	5% superior	eror 95,0%	uperior 95,0%
Interseção	0,0274	0,01215007	2,25478	0,03952335	0,0015	0,05329302	0,0015	0,05329302
Variável X	0,80305	0,25287159	3,17572	0,00626769	0,2641	1,34203357	0,26407	1,34203357
Variável X	0,0086	0,01395715	0,61605	0,54709717	-0,021	0,03834729	-0,0212	0,03834729
Variável X	-0,26304	0,31888001	-0,8249	0,42235578	-0,943	0,41663442	-0,9427	0,41663442
Variável X	-0,00195	0,01488763	-0,1308	0,89767433	-0,034	0,029785	-0,0337	0,029785
Variável X	0,14073	0,18912187	0,7441	0,46831083	-0,262	0,54383031	-0,2624	0,54383031
Variável X	-0,00511	0,01408752	-0,3628	0,7218156	-0,035	0,0249159	-0,0351	0,0249159

Regressão de 4o ordem (p=q=4)

RESUMO DOS RESULTADOS

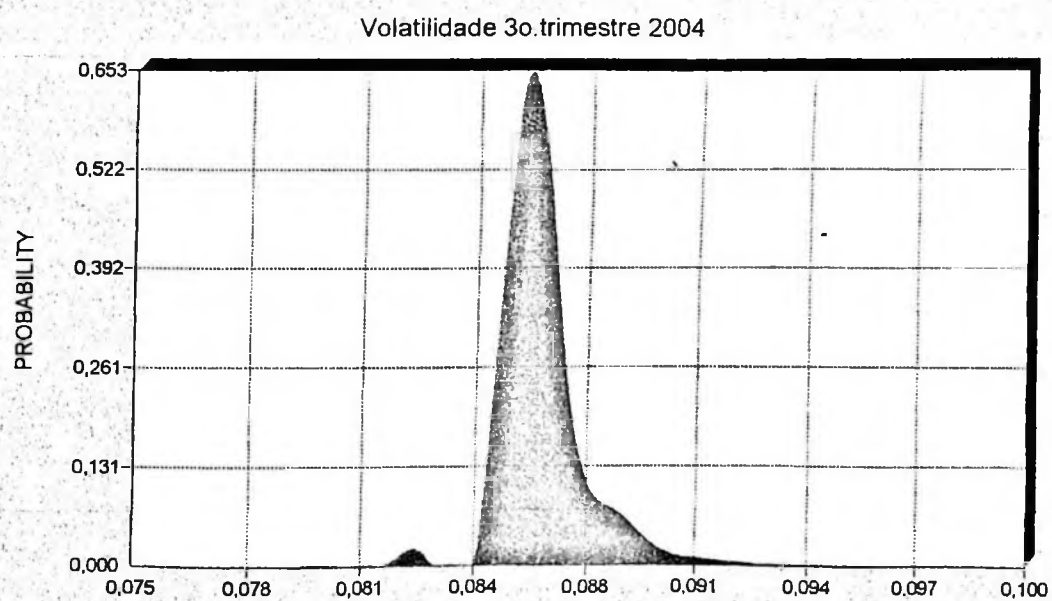
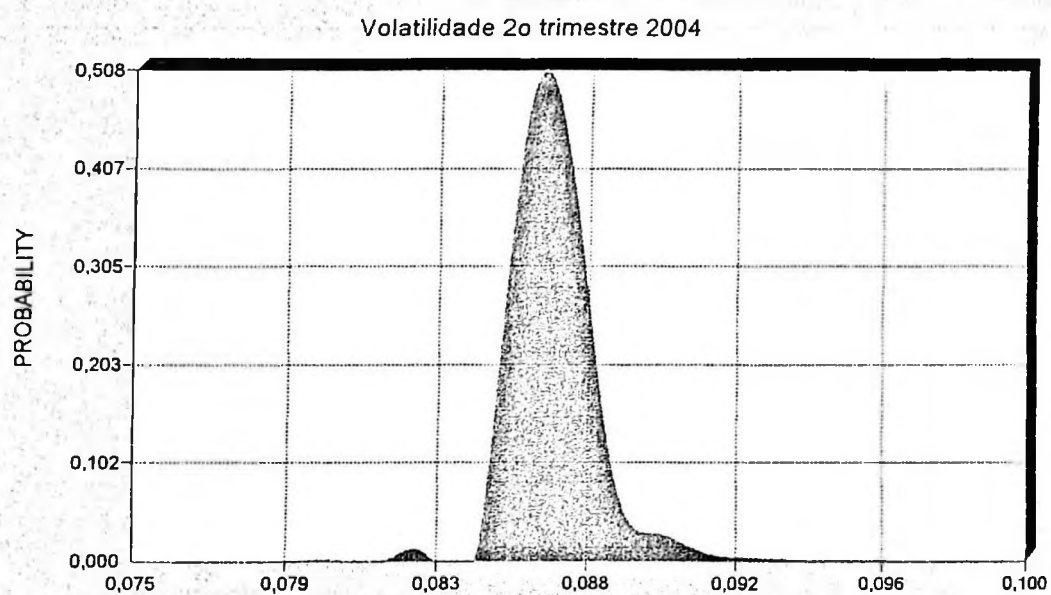
Estatística de regressão

R múltiplo	0,78336
R-Quadrad	0,61365
R-quadrad	0,35608
Erro padrão	0,01008
Observaçõ	21

ANOVA

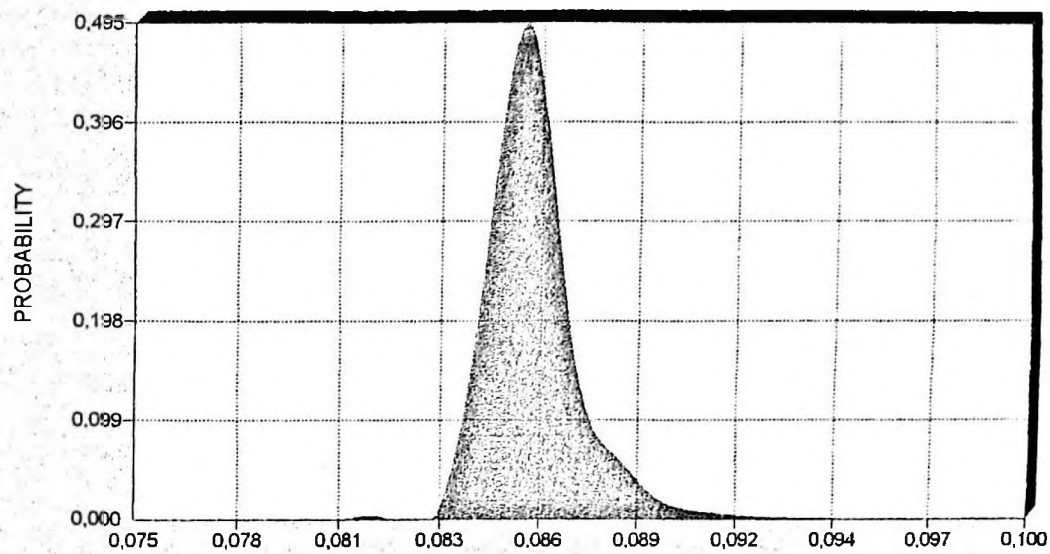
	gl	SQ	MQ	F	significação
Regressão	8	0,00193849	0,00024	2,382478	0,0849
Resíduo	12	0,00122047	0,0001		
Total	20	0,00315896			

	Coefficiente	Erro padrão	Stat t	valor-P	% inferior	5% superior	eror 95,0%	uperior 95,0%
Interseção	0,02977	0,01488355	2,00026	0,06862384	-0,003	0,0621994	-0,0027	0,0621994
Variável X	0,81511	0,27547194	2,95897	0,0119434	0,2149	1,41531609	0,21491	1,41531609
Variável X	0,01142	0,01625086	0,70279	0,49559345	-0,024	0,04682856	-0,024	0,04682856
Variável X	-0,27257	0,35986107	-0,7574	0,463401	-1,057	0,51149685	-1,0566	0,51149685
Variável X	0,0017	0,01593701	0,10677	0,91673743	-0,033	0,03642532	-0,033	0,03642532
Variável X	-0,02991	0,36301869	-0,0824	0,93569593	-0,821	0,76104112	-0,8209	0,76104112
Variável X	0,00101	0,01599581	0,06301	0,95079234	-0,034	0,03585985	-0,0338	0,03585985
Variável X	0,10263	0,21343594	0,48086	0,63926113	-0,362	0,56767072	-0,3624	0,56767072
Variável X	0,01749	0,01594915	1,09645	0,29439693	-0,017	0,05223771	-0,0173	0,05223771

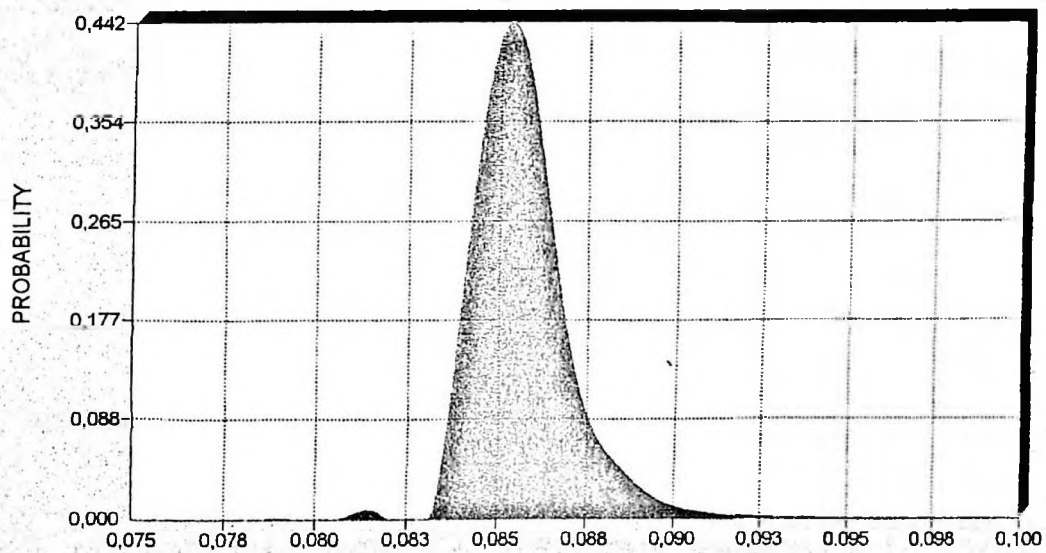
Anexo 77 - Simulação da Volatilidade

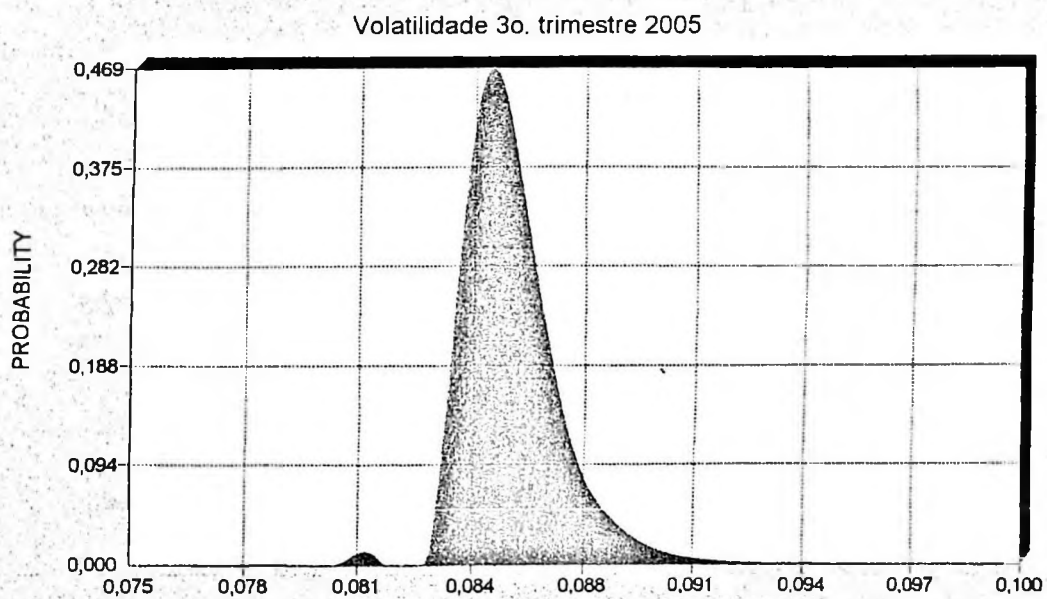
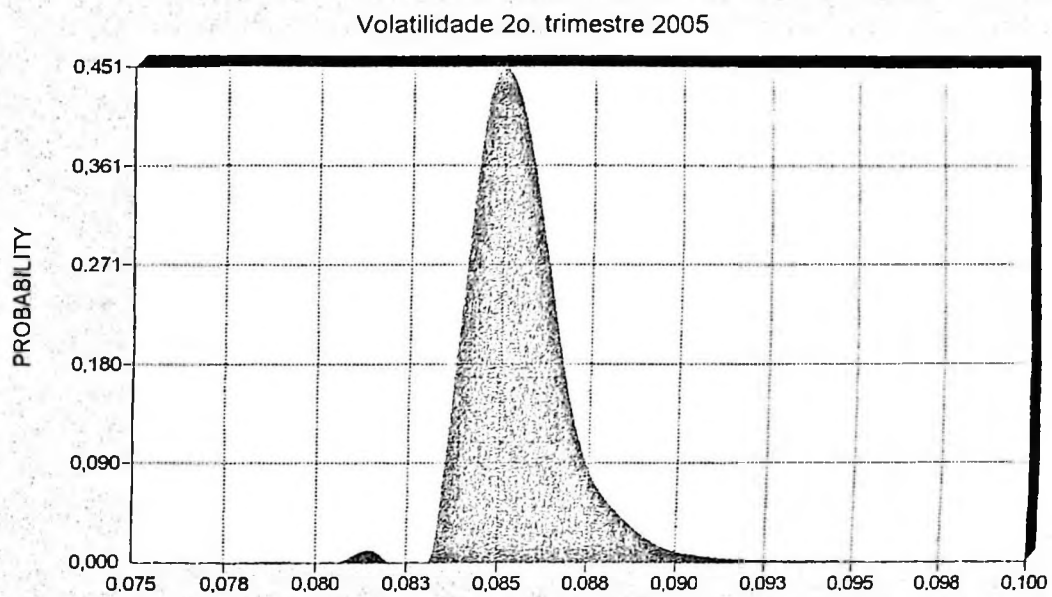
Anexo 78 - Simulação da Volatilidade

Volatilidade 4o trimestre 2004



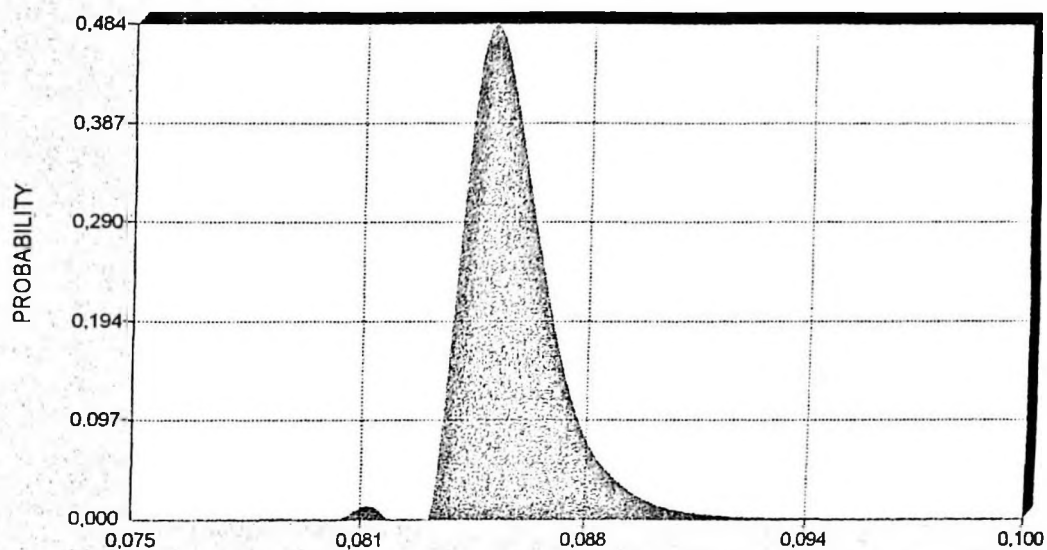
Volatilidade 1o trimestre 2005



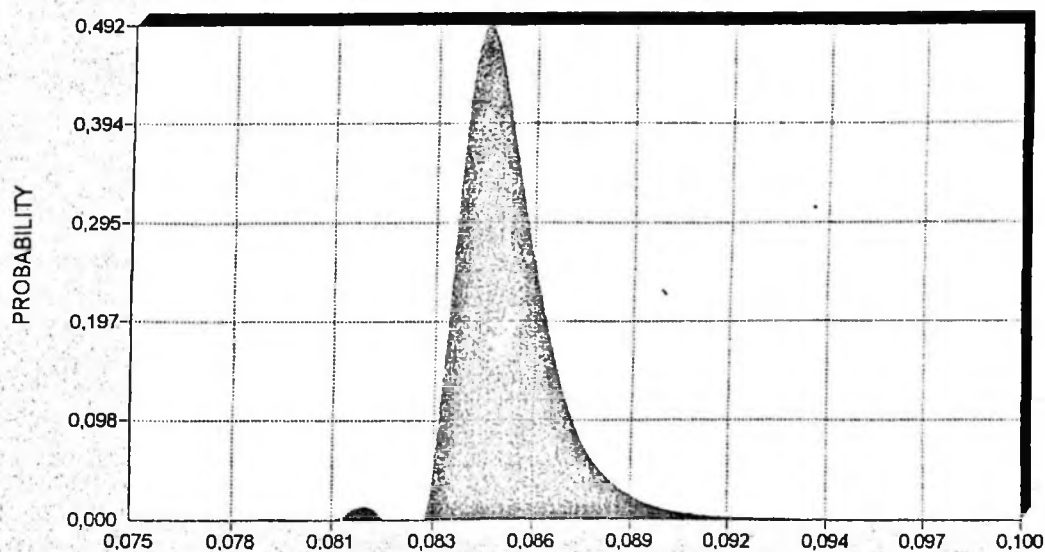
Anexo 79 - Simulação da Volatilidade

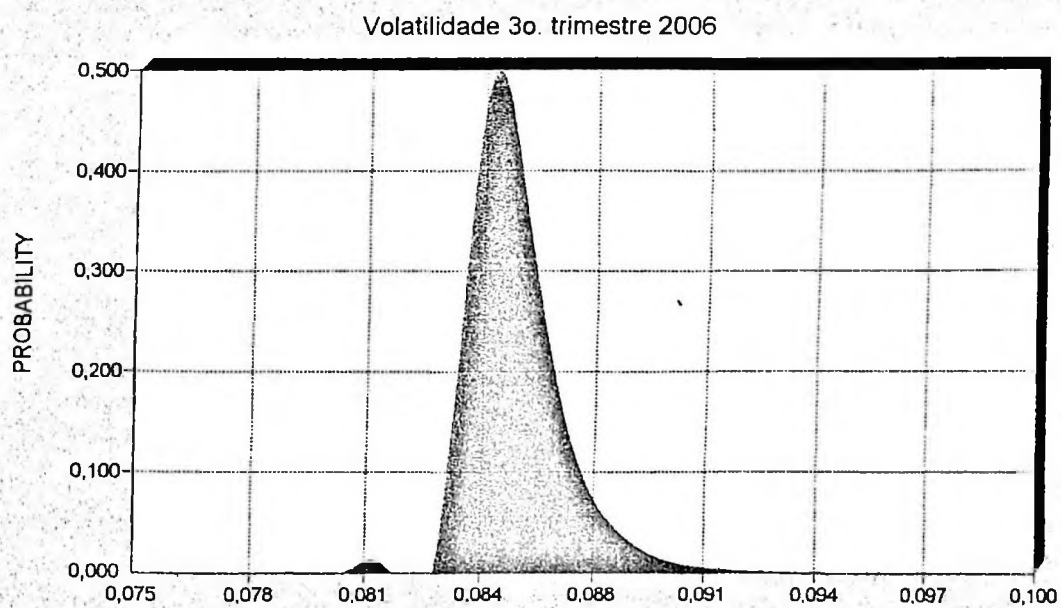
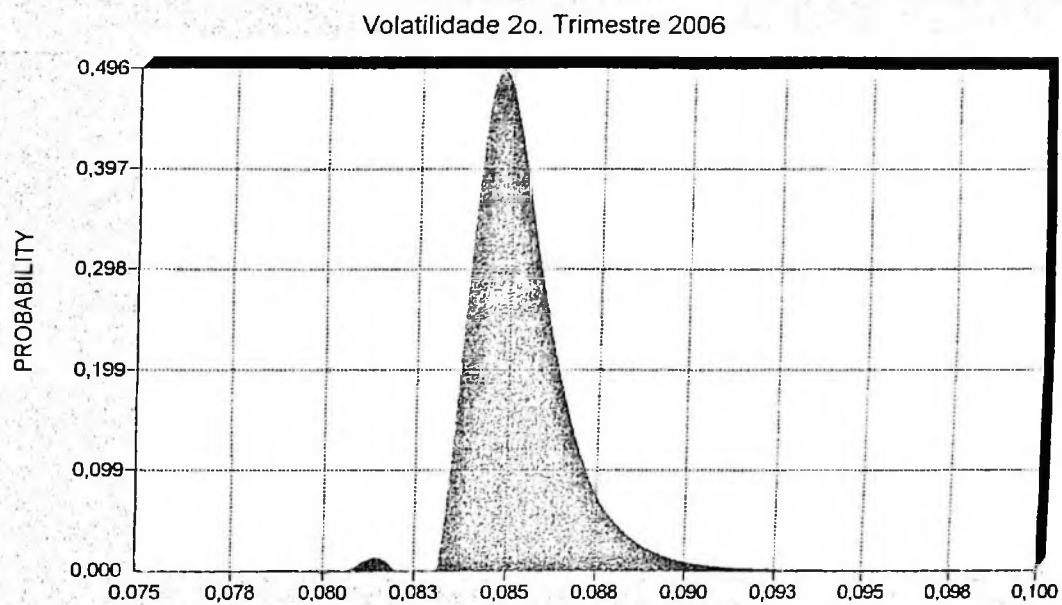
Anexo 80 - Simulação da Volatilidade

Volatilidade 4o. trimestre 2005

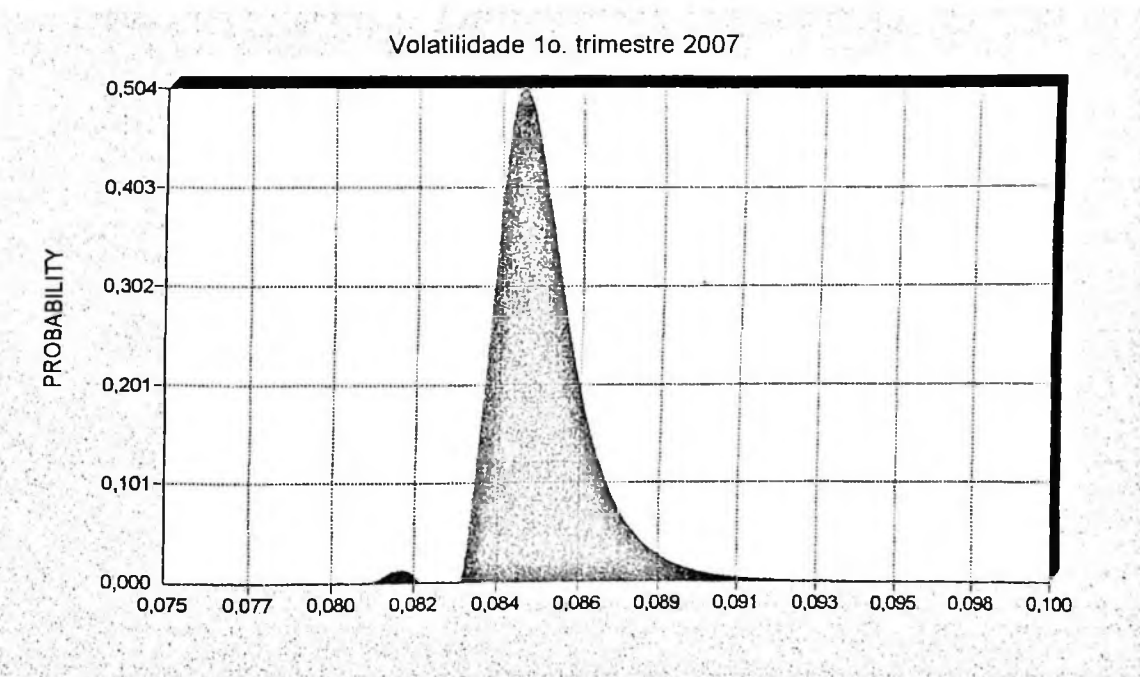
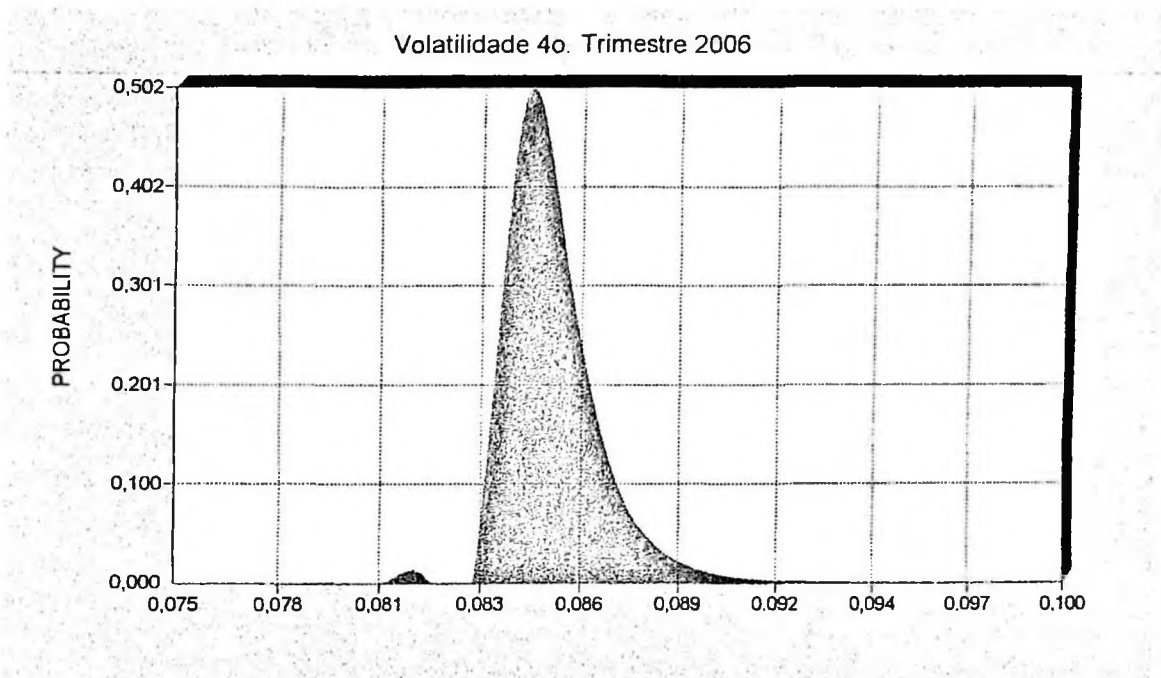


Volatilidade 1o. trimestre 2006

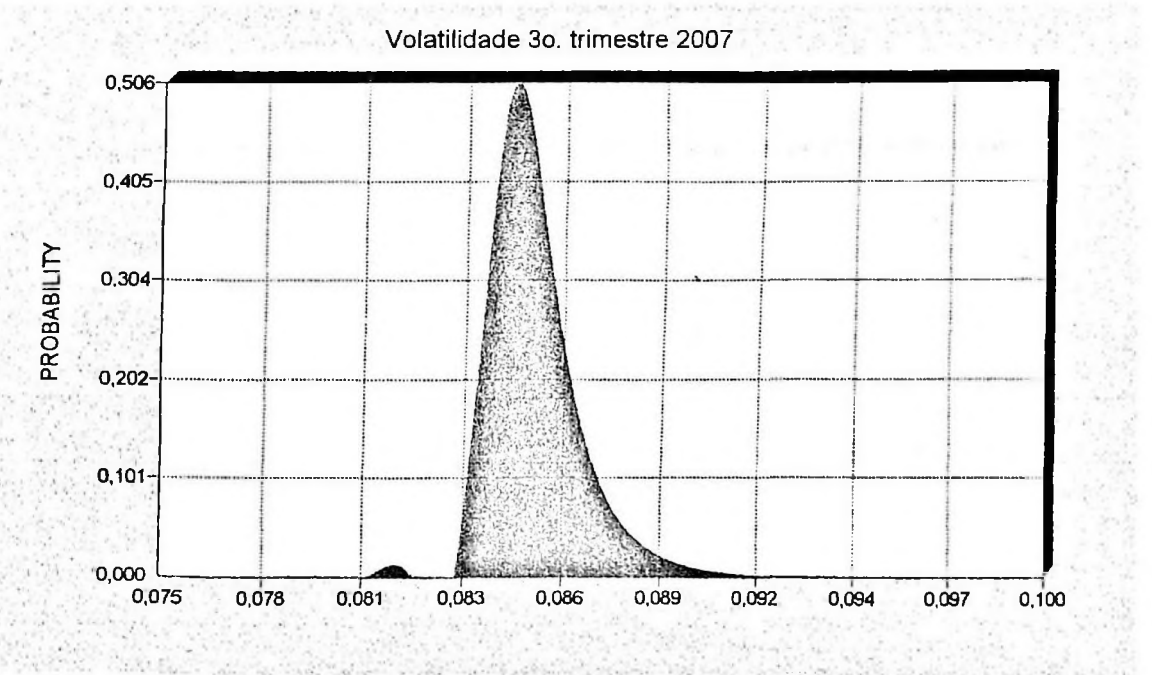
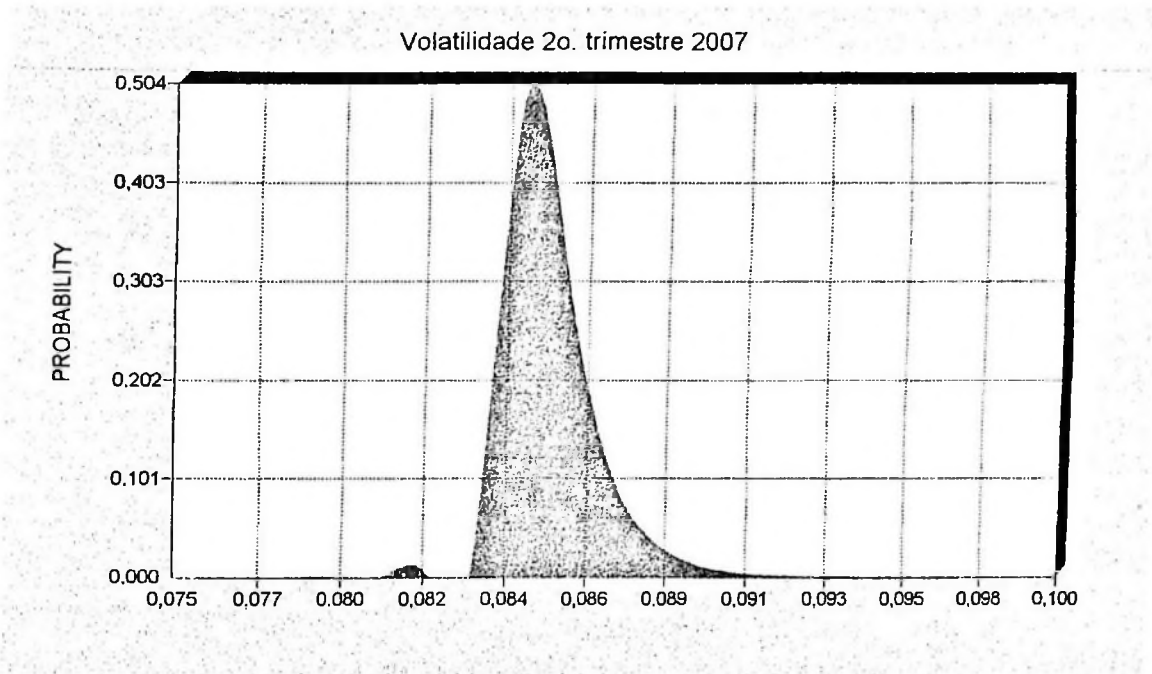


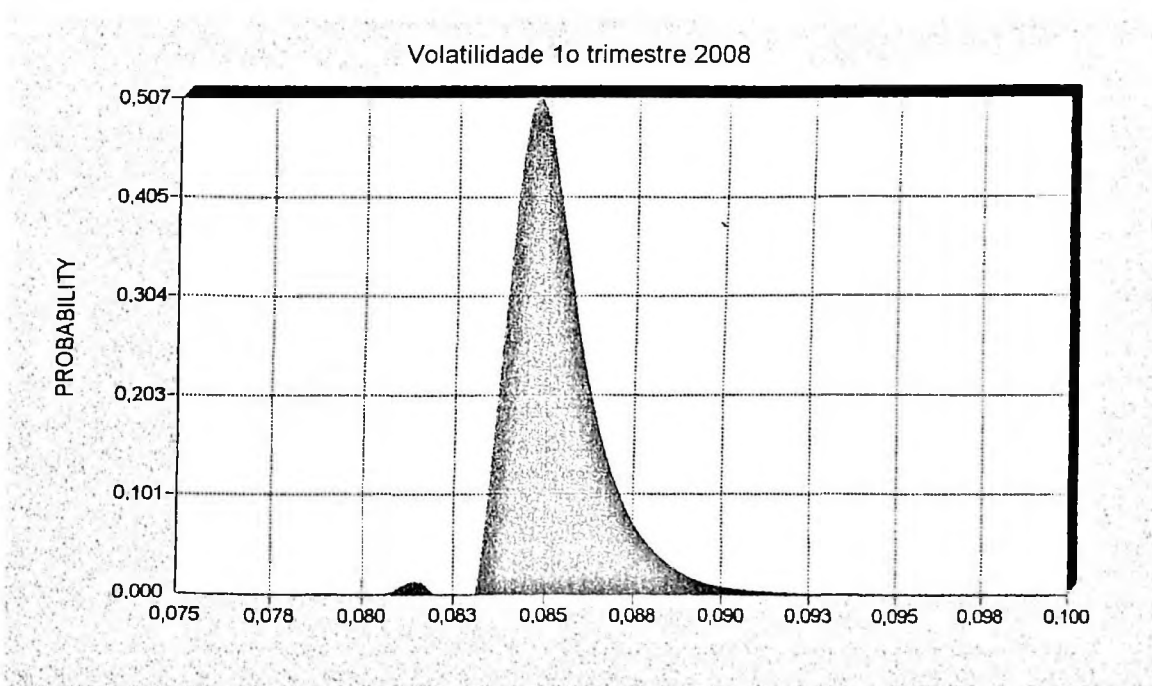
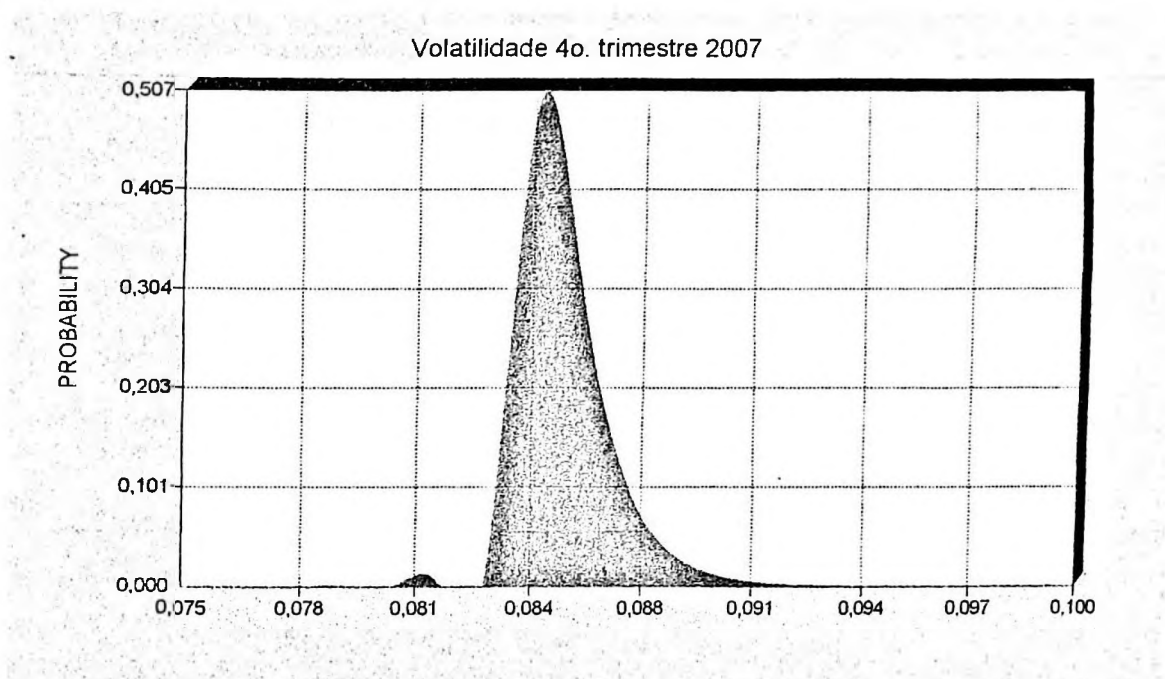
Anexo 81 - Simulação da Volatilidade

Anexo 82 - Simulação da Volatilidade

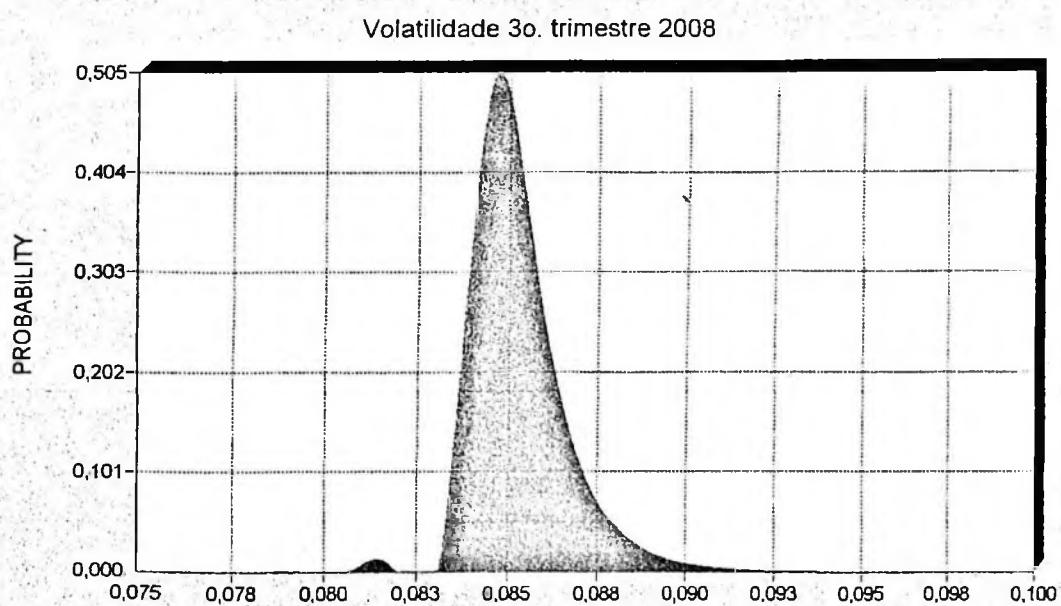
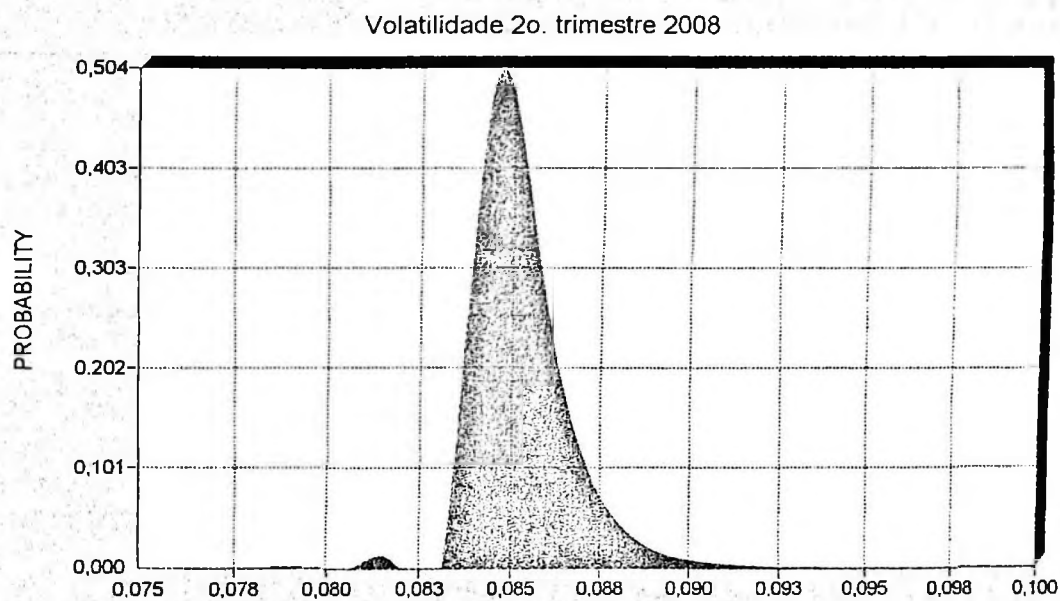


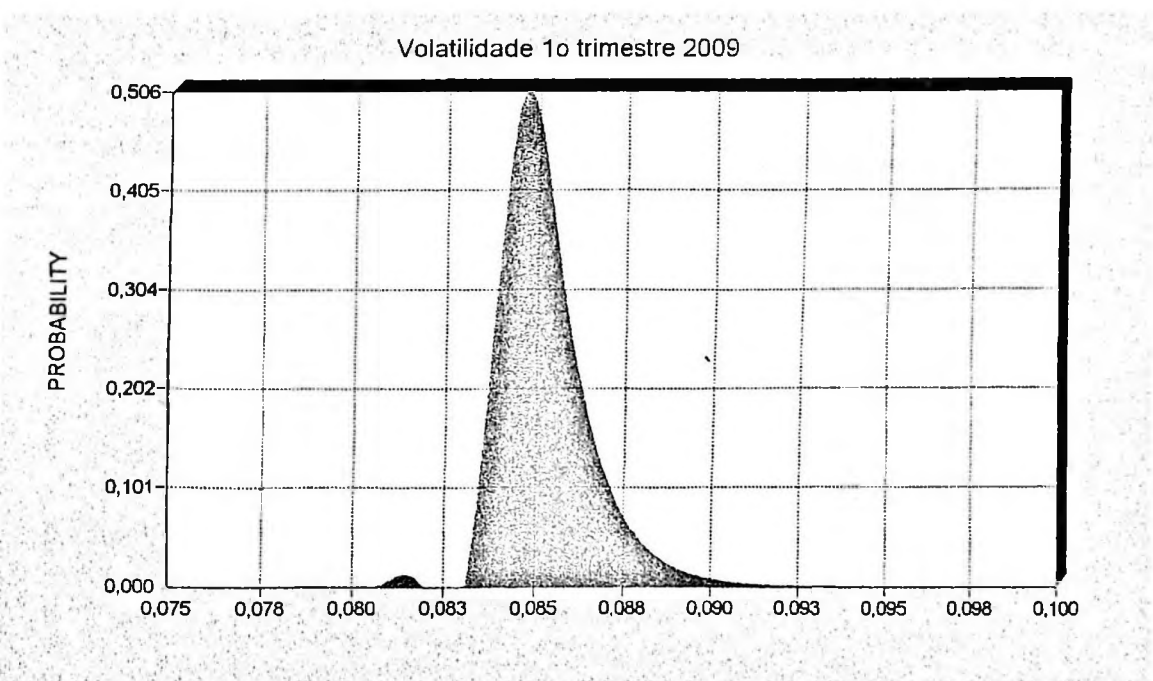
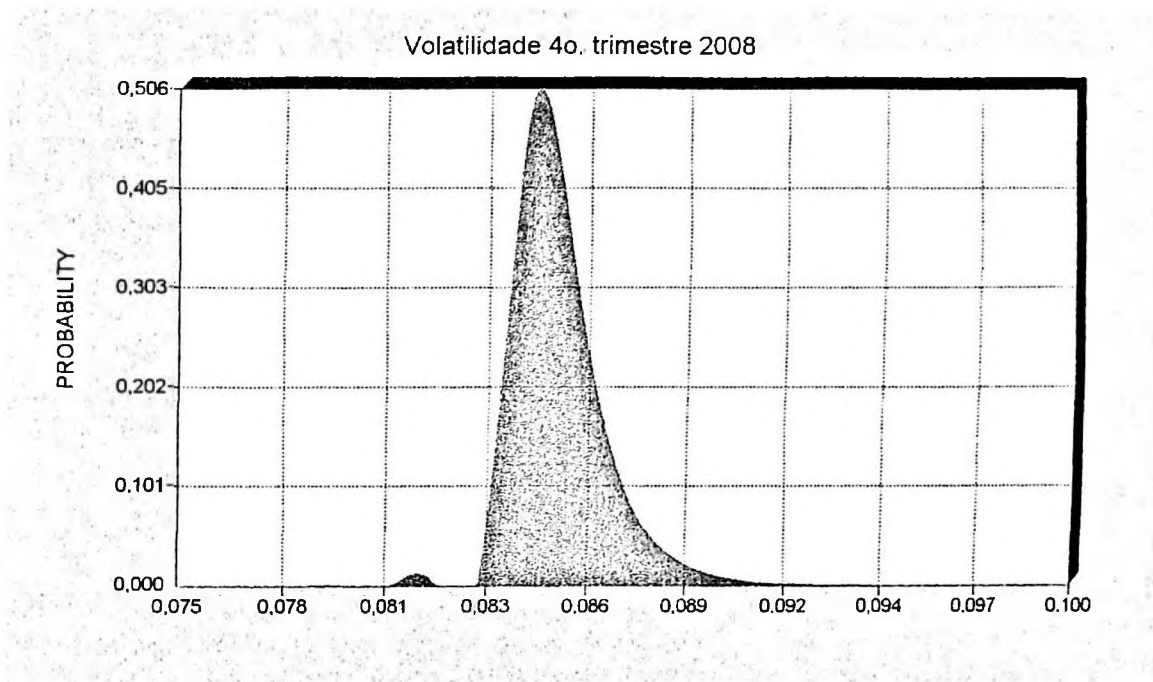
Anexo 83 - Simulação da Volatilidade



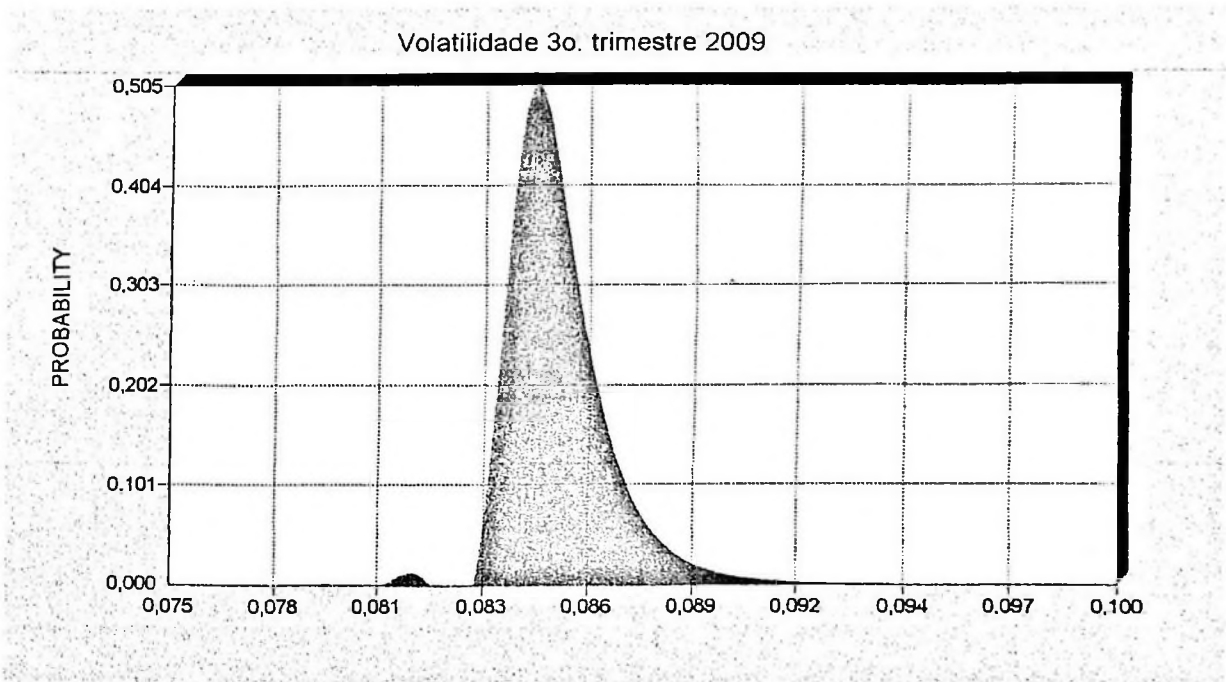
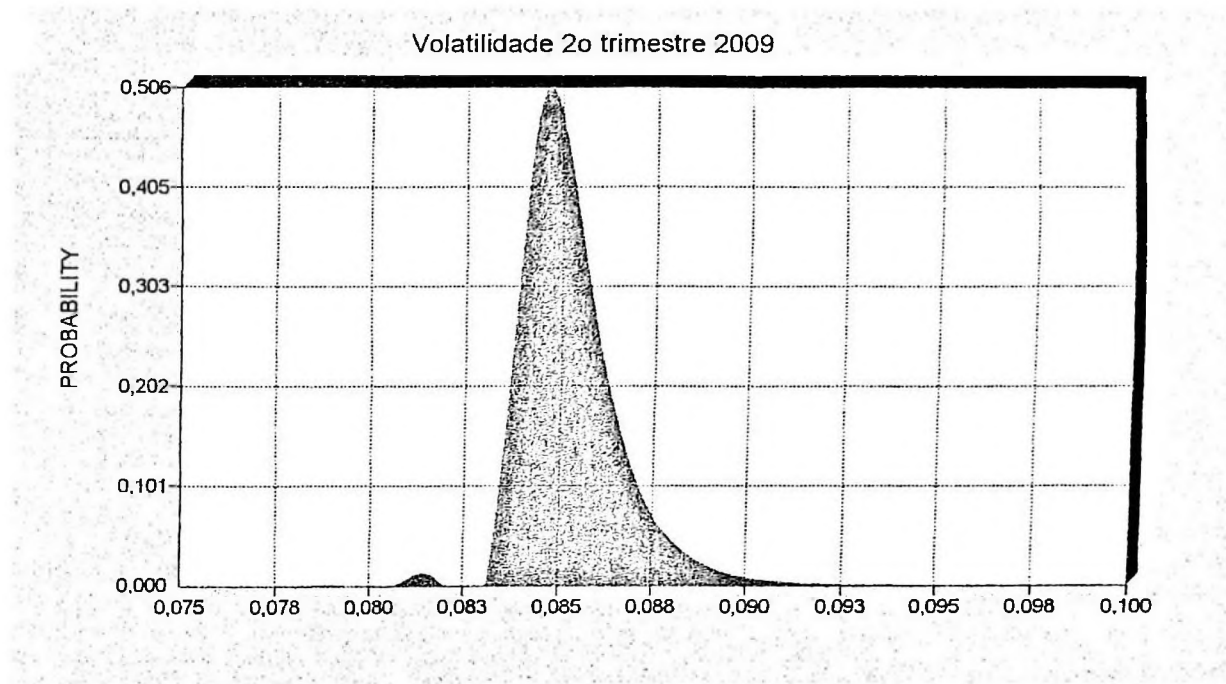
Anexo 84 - Simulação da Volatilidade

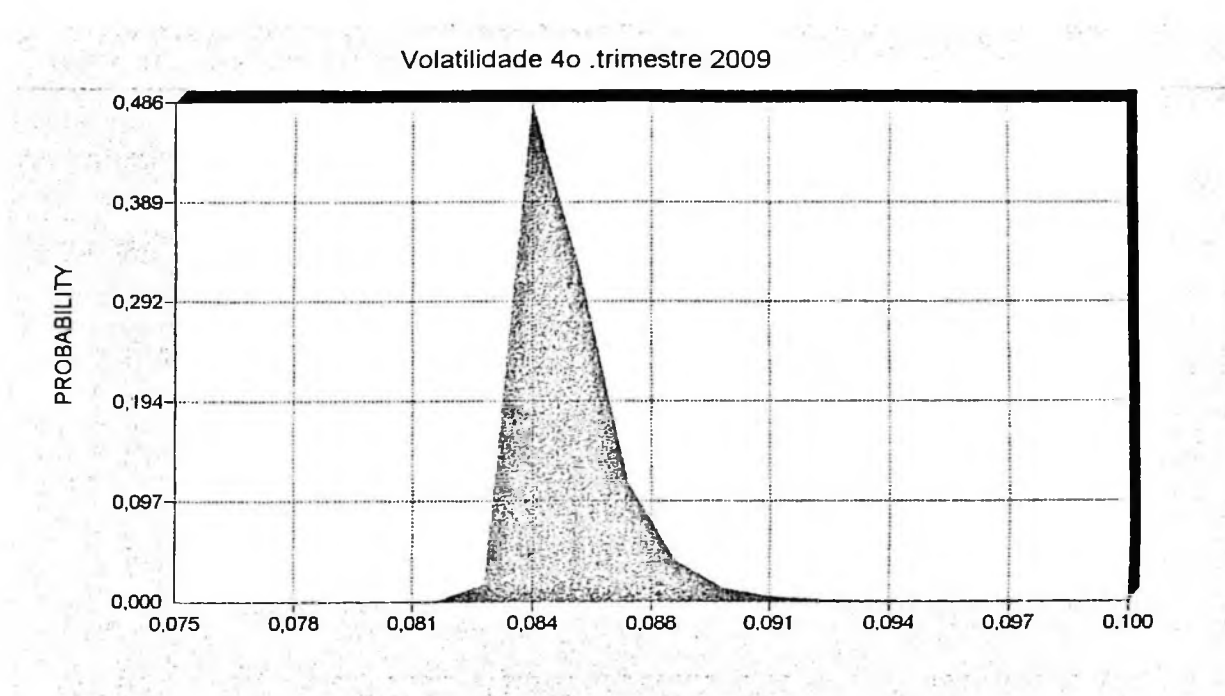
Anexo 85 - Simulação da Volatilidade



Anexo 86 - Simulação da Volatilidade

Anexo 87 - Simulação da Volatilidade



Anexo 88 - Simulação da Volatilidade

Anexo 89 – Aplicação das pde para se calcular o Valor do Projeto cuja decisão de investimento é ótima.

Agora será descrito o processo Ito, que será útil para entender as pde (*partial differential equations*) das próximas secções. Supondo que a função $x(t)$ segue o processo:

$$dx = \alpha dt + \sigma dz$$

E ainda que uma função $F(x,t)$ é derivável 2a. ordem em x e derivável 1a. ordem em t .

$$\text{Como: } dF = \frac{\partial F}{\partial t} dt + \frac{\partial F}{\partial x} dx + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} (dx)^2 \quad (8)$$

$$\text{Sendo que: } (dx)^2 = \sigma^2 dt$$

Substituindo dx em (8) e desenvolvendo conclui-se que:

$$dF = \left(\frac{\partial F}{\partial t} + \alpha \frac{\partial F}{\partial x} + \frac{1}{2} \sigma^2 \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} \right) dt + \sigma \frac{\partial F}{\partial x} dz \quad (9)$$

Anexo 89 – Aplicação das pde para se calcular o Valor do Projeto cuja decisão de investimento é ótima. (continuação)

As equações (8) e (9) representam o Lema de Ito, que será utilizado no desenvolvimento do modelo estocástico de preço.

Até o momento foi apresentado todo o ferramental matemático necessário para a mensuração da flexibilidade gerencial. O próximo passo será relacionar a variável V (valor do projeto) com a flexibilidade gerencial.

Admitamos que o valor do projeto V se comporte como o movimento geométrico browniano dado por:

$$dV = \mu V dt + \sigma V dz \quad (10)$$

Sendo $F = F(V)$ o valor a opção de investir (flexibilidade gerencial), será investigada uma relação entre $F(V)$ e V . Para isso será criado um portfólio contendo 1 unidade de $F(V)$ e será oferecida dF/dV unidades do valor do projeto V para investidores. Usando a notação $F_V = dF/dV$ e $F_{VV} = d^2F/dV^2$ (respectivamente primeira e segunda derivadas de F em relação a V), resulta que a variação do valor total do portfólio é dado por:

Anexo 89 – Aplicação das pde para se calcular o Valor do Projeto cuja decisão de investimento é ótima. (continuação)

$$dP = dF - (F_V dv + \delta F_V dv dt)$$

Onde:

$$\delta F_V dv dt = \text{dividendos (ou custo de oportunidade) exigidos}$$

pelos investidores durante um intervalo de tempo dt.

Para se evitar possibilidade de arbitragem, este rendimento dP deve ter um rendimento igual a uma carteira com taxa livre de risco ($r = \text{risk free rate}$) ou seja:

$$dF - (F_V dv + \delta F_V dv dt) = r (F - F_V V) dt \quad (11)$$

Utilizando o Lema de Ito que é retratado na equação (8) e (9), conclui-se que:

$$dF = F_V dV + 1/2 F_{VV} (dV)^2 \quad (12)$$

Anexo 89 – Aplicação das pde para se calcular o Valor do Projeto cuja decisão de investimento é ótima. (continuação)

μ por $\alpha - \delta$, e utilizando a relação $(dV)^2 = \sigma^2 V^2 dt$, chega-se:

$$dF = (\alpha - \delta)VF_V dt + \sigma VF_V dz + (1/2)\sigma^2 V^2 F_{VV} dt \quad (13)$$

Substituindo (13) em (11), rearranjando os termos, conclui-se que:

$$(1/2)\sigma^2 V^2 F_{VV} + (\alpha - \delta) VF_V - rF = 0 \quad (14)$$

A equação (14) é uma equação diferencial que $F(V)$ deve satisfazer.

Além disto a solução da equação (14) deve satisfazer as seguintes condições de contorno:

$$F(0)=0 \quad (15a)$$

$$F(V^*)=(V^*-I) \quad (15b)$$

$$F_V(V^*)=1 \quad (15c)$$

Onde V^* = valor do projeto cuja decisão de investimento é ótima.

Anexo 89 – Aplicação das pde para se calcular o Valor do Projeto cuja decisão de investimento é ótima. (continuação)

A condição de contorno (15a) decorre da equação (10) pois se o V vai para zero $F(V)$ fica no zero.

A condição de contorno (15b) vem da própria definição de $F(V)$, que é o valor da flexibilidade gerencial. Lembrando que:

$$\text{VPL EXPADIDO} = \text{VPL PASSIVO} + \text{VALOR DA OPÇÃO DEVIDO A FLEXIBILIDADE GERENCIAL}$$

No nosso caso, tem-se ainda que:

$$\text{VPL expandido} = V *$$

$$\text{VPL passivo} = I$$

$$\text{Valor da Opção devido a flexibilidade gerencial} = F(V^*)$$

A condição de contorno (15c) implica que, quando atingimos a condição ótima, $F(V)$ tangencia a curva do $V(V) - I$. Como esta curva tem inclinação de 45 graus, a sua derivada deve valer 1.

Resolvendo a equação (14) e aplicando as condições de contorno resulta nos seguintes resultados:

Anexo 89 – Aplicação das pde para se calcular o Valor do Projeto cuja decisão de investimento é ótima. (continuação)

$$F(V) = \begin{cases} A V^{\beta_1} & \text{para } V \leq V^* \\ V - I & \text{para } V > V^* \end{cases}$$

Com a seguinte solução:

$$V^* = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} I$$

Onde:

V^* = Valor do Projeto cuja decisão de investimento é ótima.

I = Valor do Investimento Irreversível

β_1 = Constante a ser determinada de acordo com a seguinte equação:

$$\beta_1 = 1/2 - (r - \delta) / \sigma^2 + \{ [(r - \delta) / \sigma^2 - 1/2]^2 + 2r / \sigma^2 \}^{1/2}$$

A = Constante a ser determinada de acordo com a seguinte equação :

$$A = (\beta_1 - 1)^{(\beta_1 - 1)} / [(\beta_1)^{\beta_1} I^{(\beta_1 - 1)}]$$