

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

**FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO,
CONTABILIDADE E ATUÁRIA**

DEPARTAMENTO DE CONTABILIDADE E ATUÁRIA

**DETERMINAÇÃO DO VALOR EM RISCO EM EMPRESAS NÃO
FINANCEIRAS – ESTUDO DE CASO DE EMPRESA GERADORA
DE ENERGIA**

JOSÉ MONTEIRO VARANDA NETO

ORIENTADOR: PROF. DR. JOSÉ ROBERTO SECURATO

SÃO PAULO

2005

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

**FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO,
CONTABILIDADE E ATUÁRIA**

DEPARTAMENTO DE CONTABILIDADE E ATUÁRIA

**DETERMINAÇÃO DO VALOR EM RISCO EM EMPRESAS NÃO
FINANCEIRAS – ESTUDO DE CASO DE EMPRESA GERADORA
DE ENERGIA**

JOSÉ MONTEIRO VARANDA NETO

ORIENTADOR: PROF. DR. JOSÉ ROBERTO SECURATO

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

Área de Concentração Finanças Corporativas

SÃO PAULO

2005

DETERMINAÇÃO DO VALOR EM RISCO EM EMPRESAS NÃO FINANCEIRAS – ESTUDO DE CASO DE EMPRESA GERADORA DE ENERGIA

JOSÉ MONTEIRO VARANDA NETO

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

Aprovada por:

Prof. Dr. José Roberto Securato – Orientador

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Prof. Dr. Roberto Fernandes dos Santos

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Prof. Dr. André Luiz Oda

Universidade de São Paulo

São Paulo

2005

Resumo

O objetivo geral da pesquisa é o estudo da utilização do CFaR, uma ferramenta de controle de risco de mercado que busca simular o valor em risco do fluxo de caixa futuro, tanto operacional como financeiro de uma empresa, dentro de um intervalo de confiança pré-definido.

A idéia é apresentar o modelo CFaR aplicado a uma empresa não financeira, em especial uma empresa do setor elétrico geradora de energia, onde tanto os indexadores de seus ativos e passivos financeiros como a demanda por seus serviços podem ser tratados como variáveis aleatórias, num processo de modelagem estatística para mensuração da possível faixa de variação de seu fluxo de caixa no(s) exercício(s) subseqüentes.

Além do CFaR propriamente dito, farão parte da análise o EaR (do inglês *Earnings at Risk*), que é o lucro líquido da empresa com dada probabilidade de ocorrência e o EBITDA em risco, que é o mínimo estatístico para a variável EBITDA (Receita antes de Juros, Imposto de Renda, Depreciação e Amortização) também com determinada probabilidade de ocorrência.

Palavras-Chave: Finanças, Modelos, Fluxo de Caixa, Risco de Mercado, Simulação de Monte Carlo.

Abstract

The main goal of this dissertation is the study of the utilization of CFaR – Cash Flow at Risk.

CFaR is market risk assessing tool that is intended to simulate the value at risk of a future cash flow, operational and financial, given a confidence interval.

The main idea is to present CFaR model applied to a non-financial company from the electrical sector – a GENCO, Generation Company - , where either the rates and indexes of its financial assets and liabilities as well the demand for its services can be assumed random variables, in a process of statistical modeling for measurement of its cash flow's likely range of variation in the following fiscal year.

Besides CFaR itself, other risk numbers will take part in the analysis, as EaR - Earnings at Risk - , that is the P&L of the company, with a given probability of occurrence.

EBITDA at Risk, the minimum statistical value for the EBITDA figure with a given probability of occurrence, will be also calculated.

Key Words: Finance, Models, Cash Flow, Market Risk, Monte Carlo Simulation.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao meu orientador, o professor Dr. José Roberto Securato, pelo suporte preciso e conselhos oportunos e abrangentes.

Gostaria também de agradecer ao grande amigo e professor da FEA-USP, Dr. José Carlos de Souza Santos, pelas dicas teóricas e práticas e pelas constantes lições de vida que vem me dando ao longo dos anos.

Agradeço aos meus pais e irmãos por serem parte da minha existência e sempre estarem de braços abertos para mim.

Por fim, gostaria de agradecer à minha esposa, Alessandra Cristina, por ser a mulher inteligente e compreensiva que é e ter a paciência necessária para me esperar enquanto eu escrevia esse trabalho.

Sumário

CAPÍTULO 1.....	1
INTRODUÇÃO.....	1
1.1. SITUAÇÃO PROBLEMA.....	1
1.2. OBJETIVO.....	2
1.3. METODOLOGIA.....	2
1.4. DESCRIÇÃO DOS CAPÍTULOS.....	3
CAPÍTULO 2.....	5
O VALOR EM RISCO DE ATIVOS.....	5
2.1. CONCEITO.....	5
2.1.1. <i>Risco de Mercado</i>	5
2.1.2. <i>Risco de Crédito</i>	6
2.1.3. <i>Risco de Liquidez</i>	7
2.1.4. <i>Risco Operacional</i>	7
2.2. O VAR NAS INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS.....	8
2.2.1. <i>VaR de mercado</i>	8
2.2.2. <i>O VaR regulatório e o VaR proprietário</i>	9
2.2.3. <i>Marcação a Mercado</i>	11
2.2.4. <i>VaR em Fundos de Investimento</i>	13
2.3. ESTENDENDO A APLICAÇÃO DO VAR PARA EMPRESAS NÃO FINANCEIRAS.....	14
2.3.1. <i>Calculando o VaR da atividade</i>	14
2.3.2. <i>O horizonte de tempo da análise</i>	15
2.3.3. <i>A informação contida no VaR</i>	15
2.4. O CÁLCULO DO VAR – MÉTODOS.....	15
2.4.1. <i>VaR Histórico</i>	16
2.4.2. <i>VaR Paramétrico</i>	17
2.4.3. <i>Simulação de Monte Carlo – SMC</i>	25
2.5. O CFAR.....	31
2.5.1. <i>Peculiaridades na geração do CFaR</i>	32
2.5.2. <i>Diferenças entre o CFaR e VaR</i>	34
2.5.3. <i>Limitações do CFaR</i>	36
2.5.4. <i>Equações do Modelo</i>	37
2.6. EAR.....	41
CAPÍTULO 3.....	42
O MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA E A AES TIETÊ S/A.....	42
3.1. O MERCADO DE ENERGIA NO BRASIL.....	42
3.1.1. <i>Estrutura do Setor Elétrico</i>	42
3.1.2. <i>O novo mercado de energia</i>	42
3.1.3. <i>Principais Agentes</i>	44
3.1.4. <i>MAE / CCEE</i>	44
3.1.5. <i>Características de negociação de energia</i>	46
3.2. A EMPRESA AES TIETÊ – ASPECTOS GERAIS.....	47
3.3. ASPECTOS ECONÔMICO-FINANCEIROS.....	49
3.3.1. <i>Desempenho Operacional e Estratégia</i>	49
3.3.2. <i>Desempenho Financeiro</i>	50
3.3.3. <i>Aplicações Financeiras</i>	51
3.3.4. <i>Transações com partes relacionadas</i>	51
3.3.5. <i>Tributos e Contribuições Sociais</i>	51
3.3.6. <i>Empréstimos e Financiamentos – Centrais Elétricas Brasileiras</i>	53
3.3.7. <i>Operações Financeiras com a Fundação CESP</i>	53
3.3.8. <i>Suprimento, Compra e Transporte de Energia Elétrica</i>	54

3.3.9. Investimentos.....	55
3.3.10. Imobilizado.....	55
CAPÍTULO 4.....	57
AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS PARA CÁLCULO DO CFAR DA AES TIETÊ.....	57
4.1. DESCRIÇÃO GERAL DO MODELO	57
4.2. A DEMANDA DE ENERGIA.....	60
4.3. O EMPRÉSTIMO JUNTO A ELETROBRÁS	63
4.4. OS EMPRÉSTIMOS JUNTO À FUNDAÇÃO CESP.....	63
4.5. AS APLICAÇÕES FINANCEIRAS.....	64
4.6. MÚTUO COM A AES TIETÊ EMPREENDIMENTOS S/A.....	64
4.7. O RISCO HIDROLÓGICO	64
4.8. A MATRIZ DE FATORES DE RISCO	65
4.9. INVESTIMENTOS	65
4.10. DEPRECIÇÃO.....	66
4.11. CAPITAL DE GIRO.....	66
4.12. CUSTO DA ENERGIA VENDIDA	67
4.13. LIQUIDAÇÃO DE OPERAÇÕES DO MAE.....	68
4.14. RESUMO ITENS DE BALANÇO	69
4.15. RESUMO DRE	70
4.16. RESUMO VARIAÇÃO CONTA CAIXA.....	71
4.17. MODELO CFAR AES TIETÊ	72
4.18. DISTRIBUIÇÕES E RESUMOS ESTATÍSTICOS DA SMC	73
4.18.1. CFaR.....	74
4.18.2. EaR.....	75
4.18.3. EBITDAaR.....	76
4.19. COMPARAÇÕES COM REAL	76
4.19.1. As notas explicativas de 2004.....	76
4.19.2. Back-Test.....	78
4.19.3. Eventos não previstos no modelo.....	78
CAPÍTULO 5.....	81
CONCLUSÕES	81
5.1. COMENTÁRIOS FINAIS	81
BIBLIOGRAFIA.....	82

Lista de Tabelas

TABELA 3.1 - USINAS AES TIETÊ.....	48
TABELA 3.2 – COMPOSIÇÃO ACIONÁRIA AES TIETÊ.....	48
TABELA 3.3. – DEMONSTRATIVO DE IMPOSTOS E CONTRIBUIÇÕES	52
TABELA 3.4 – DESPESA DE IR E CSLL DIFERIDOS 2003 E 2004	52
TABELA 3.5 - ESTIMATIVAS DE IR E CSLL DIFERIDOS.....	53
TABELA 3.6 – AMORTIZAÇÕES EMPRÉSTIMO ELETROBRÁS.....	53
TABELA 3.7 – OPERAÇÕES FINANCEIRAS COM A FUNDAÇÃO CESP	54
TABELA 3.8 – SUPRIMENTO, COMPRA E TRANSPORTE DE ENERGIA ELÉTRICA.....	55
TABELA 3.9 – INVESTIMENTOS REALIZADOS	55
TABELA 3.10 – IMOBILIZADO	56
TABELA 4.1 – VARIÁVEIS ALEATÓRIAS COM DISTRIBUIÇÃO NORMAL.....	58
TABELA 4.2 – VARIÁVEIS ALEATÓRIAS COM DISTRIBUIÇÃO UNIFORME.....	59
TABELA 4.3 – MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE OS FATORES DE RISCO	59
TABELA 4.4 – DECOMPOSIÇÃO DE CHOLESKY PARA OS FATORES DE RISCO	60
TABELA 4.5 – DEMONSTRATIVO DO RESULTADO DO EXERCÍCIO	62
TABELA 4.6 – CUSTO DA ENERGIA VENDIDA.....	67
TABELA 4.7 – SIMULAÇÃO DRE.....	70
TABELA 4.8 – SIMULAÇÃO VARIAÇÃO CAIXA.....	71
TABELA 4.9 – RESUMO ESTATÍSTICO VARIAÇÃO CAIXA	74
TABELA 4.10 – RESUMO ESTATÍSTICO LUCRO.....	75
TABELA 4.11 – RESUMO ESTATÍSTICO EBITDA.....	76
TABELA 4.12 – VARIAÇÃO NO CAIXA, LUCRO LÍQUIDO E EBITDA OBSERVADOS	78

Lista de Figuras

FIGURA 2.1: HISTOGRAMA – SIMULAÇÃO HISTÓRICA.....	17
FIGURA 2.2.: MATRIZ DE INSTRUMENTOS FINANCEIROS X FATORES DE RISCO.....	19
FIGURA 2.3: FREQUÊNCIA ACUMULADA DA PROBABILIDADE DO FLUXO DE CAIXA.....	32
FIGURA 3.1 – COMPOSIÇÃO ACIONÁRIA AES TIETÊ.....	48
FIGURA 4.1 – MATRIZ DE FATORES DE RISCO.....	65
FIGURA 4.2 – DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA VARIAÇÃO CAIXA.....	74
FIGURA 4.3 – DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA LUCRO.....	75
FIGURA 4.4 – DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA EBITDA.....	76

Capítulo 1

Introdução

1.1. Situação Problema

A experiência recente do mundo dos negócios é repleta de casos onde empresas consideradas de baixo risco de crédito tiveram problemas relacionados a desembolsos elevados aliados a queda no nível da demanda percebida que fizeram com que toda a estrutura de passivos da mesma tivesse que ser renegociada sob risco de ocorrência do que se denomina na literatura de finanças como uma situação de *financial distress*, ou seja, um cenário onde a empresa não tem liquidez suficiente para fazer frente a seus desembolsos operacionais de curto prazo.

O setor elétrico apresenta um exemplo marcante de evento onde o aumento no indexador dos passivos assumidos aliado a uma queda na demanda pelo produto trouxe problemas financeiros para algumas empresas.

O programa de privatização das empresas do setor foi concebido em sua grande maioria por aquisições do tipo LBO - *leveraged buy-outs*, que consistem em tomar um empréstimo para compra da empresa e contabilizar o passivo na própria empresa adquirida.

Em 2001, a “crise do apagão” fez com que o nível de demanda por energia elétrica pela população sofresse um declínio, com famílias e empresas aprendendo a economizar energia.

Por conta disso, a receita operacional das empresas também sofreu um decréscimo considerável, fruto da menor demanda gerada pelos novos padrões de consumo e pela economia “patinante” característica do período e combinada à forte regulação exercida pela ANEEL, agência que define os percentuais de reajuste de todas as distribuidoras do setor.

O que se pôde ver então foram balanços com resultados ruins em sua maioria, debêntures sendo renegociadas e analistas de crédito baixando suas recomendações e *ratings*.

Num cenário de extrema volatilidade dos fatores de risco existentes no mercado financeiro do país, o risco de mercado presente nos balanços das empresas é cada vez mais um ponto de atenção, sobretudo naquelas onde a exposição a capital de terceiros é acentuada.

Além do resultado financeiro, a própria atividade pode ser influenciada por ciclos adversos que levariam à ocorrência de eventos tais que poderiam tornar seu fluxo de caixa negativo em demasia, causando uma situação na qual a empresa não possuiria liquidez necessária inclusive para arcar com suas obrigações de curto prazo, embora o seu valor de mercado fosse positivo.

O CFaR seria uma ferramenta importante para os gestores da empresa, para analistas de crédito e de investimento, enfim para o agente que quisesse medir qual o intervalo estatístico provável para o Caixa futuro dessa empresa com uma dada probabilidade.

O problema da presente pesquisa é avaliar a utilização do CFaR (*Cash Flow at Risk* - Fluxo de Caixa em Risco) como métrica de mensuração de risco de negócio e de mercado em empresas não financeiras, levando em consideração as variáveis que definem o resultado da operação das mesmas.

Através do CFaR, será realizado um estudo de caso da empresa geradora de energia AES Tietê S/A, exposta a risco de fluxo de caixa operacional, intrínseco à sua atividade, além do risco de taxa presente nos indexadores de seus passivos.

A principal hipótese por trás do estudo do CFaR para a AES Tietê é que sua estrutura de passivos não muda durante um exercício. Em isso ocorrendo, a previsão que o modelo originará será incorreta, dadas as possíveis entradas e saídas de recursos que poderão ser originadas.

1.2. Objetivo

Estudar o modelo de medida de risco financeiro em empresas não financeiras conhecido como CFaR - *Cash Flow at Risk* e aplicá-lo em Estudo de Caso de empresa do setor de geração de energia elétrica.

1.3. Metodologia

Richardson *et al* (1999:22), definem metodologia como “procedimentos e regras utilizadas por determinado método”; e define método científico como “o caminho da ciência para chegar a um objetivo”.

O objetivo deste trecho é explicitar o conjunto de procedimentos e regras utilizado no presente trabalho.

Para Rudio (1978:9), a pesquisa é “um conjunto de atividades orientadas para a busca de um determinado conhecimento. A fim de merecer o quantitativo de científica, a pesquisa deve ser feita de modo sistematizado, utilizando para isso método próprio e técnicas específicas e procurando um conhecimento que se refira à realidade empírica”.

O presente trabalho é um *Estudo de Caso*, uma aferição da solidez financeira de uma empresa não-financeira usando uma ferramenta de fronteira para executá-lo.

A ferramenta consiste basicamente na simulação de cenários futuros com geração de trajetórias de preços e taxas sob um enfoque estatístico-computacional para que uma distribuição de valores futuros da variável Caixa seja gerada.

O Estudo de Caso foi apoiado em ampla pesquisa bibliográfica e documental.

Os números da empresa foram extraídos do ITR – Boletim de Informações Trimestrais da Comissão de Valores Mobiliários, que contém as demonstrações financeiras das empresas de capital aberto de todo o território nacional.

O trabalho iniciou-se pelo levantamento de literatura relacionada aos tópicos científicos abordados, desde textos, teses, programas de computador e artigos nacionais e estrangeiros que versam sobre simulação de Monte Carlo até livros, *papers* e programas de computador sobre VaR e CFaR de autores nacionais e estrangeiros.

Documentos de natureza regulatória, como Resoluções do Banco Central, também fizeram parte do levantamento de dados.

1.4. Descrição dos Capítulos

Neste primeiro capítulo procurou-se caracterizar o objetivo do trabalho.

O segundo capítulo trata do cálculo do *Value at Risk* – VaR , da sua utilização em bancos, administradoras de recursos, fundos de pensão e empresas.

Discorre sobre os tipos de cálculo do VaR, desde a versão paramétrica até a simulação de Monte Carlo, passando pelo VaR histórico.

Versa também sobre a utilização do VaR no controle regulatório exercido sobre as instituições financeiras que operam no país, no âmbito do Acordo da Basileia.

Num segundo momento, mostra as semelhanças e diferenças entre as métricas VaR e CFaR – *Cash Flow at Risk* (Fluxo de Caixa em Risco).

Por fim, apresenta o conceito de EaR – *Earnings at Risk* (Ganhos em Risco).

No terceiro capítulo é apresentada a empresa AES Tietê, sua estrutura societária, seu negócio, sua capacidade, dados operacionais e financeiros.

No quarto capítulo, procede-se à modelagem de cada uma das contas da DRE (Demonstração do Resultado do Exercício) através de modelos estatísticos aliados a técnicas de avaliação de empresas, com objetivo de simular a distribuição de probabilidades da variação do caixa da empresa, seu lucro líquido e o EBITDA (Lucro antes de Juros, Impostos, Depreciação e Amortização).

Na continuação do capítulo, as distribuições de probabilidades são apresentadas, juntamente com algumas medidas estatísticas e a comparação com o efetivamente observado.

No quinto capítulo, são tiradas as conclusões relevantes ao trabalho.

Capítulo 2

O Valor em Risco de Ativos

2.1. Conceito

No cenário atual de negócios, as empresas estão sujeitas a uma grande gama de riscos em sua operação.

Segundo La Rocque e Lowenkron (2004:1), “é possível classificar os riscos corporativos como: riscos de negócio (demanda, marketing, tecnológico), riscos de eventos (legal, de reputação, e regulamentação) e riscos financeiros”.

As métricas de VaR e CFaR estão relacionadas à mensuração de riscos financeiros em empresas financeiras e não financeiras.

Com a constante evolução dos mercados financeiros, aliada à ocorrência de perdas significativas em operações financeiras sofisticadas, o processo de modelagem do que seria a exposição potencial a risco de uma carteira de instrumentos financeiros ativos e passivos passou a ser vital para a continuidade das empresas financeiras e não financeiras.

Os riscos financeiros observados pelas empresas financeiras e não financeiras são:

2.1.1. Risco de Mercado

O risco de mercado é o risco de perda financeira em instrumentos financeiros associado às flutuações nos preços e taxas praticados no mercado.

As instituições financeiras abrem posições em que verdadeiras apostas são efetuadas sobre o comportamento esperado de uma grande gama de variáveis econômicas.

A natureza dessas apostas, o volume realizado, as diferentes variáveis envolvidas e a oscilação das mesmas motivaram os estudos que culminaram na criação do *Value at Risk* – VaR (do inglês Valor em Risco), introduzido em 1994 pelo banco J.P. Morgan & Co.

Na definição do banco JP Morgan, através da metodologia *RiskMetrics*TM (1994:6), “O Valor em Risco é uma medida da máxima alteração potencial no valor de uma carteira de instrumentos financeiros com uma dada probabilidade e num intervalo de tempo pré-determinado”.

Segundo Jorion (1997:82), “o VaR sintetiza a maior (ou pior) perda esperada dentro de determinados períodos de tempo e intervalo de confiança”.

Os parâmetros tempo e confiança são fundamentais na medida do VaR, pois correspondem à parte julgamental do processo, ou seja, à parte que depende do critério do analista.

O período de tempo utilizado é aquele que normalmente se levaria para se desfazer de determinada posição e a confiança representa o percentual máximo de eventos que sobrepujam o valor em risco correspondente.

Ainda segundo Jorion (1997:81), para auxiliar na definição de VaR, define-se W_0 como investimento inicial e R como taxa de retorno. O valor de uma carteira ao final de um período t^* é $W = W_0(1 + R)$. O retorno esperado e a volatilidade de R são m e s . Definindo o retorno crítico como aquele para um dado nível de confiança c , como R^* , o valor da carteira nessa situação será dado por $W = W_0(1 + R^*)$. O VaR é a perda ocorrida nessa situação, que pode ser dada por:

$$VaR = E(W) - W^* = -W_0(R^* - m) \quad (2.1)$$

Em sua forma mais genérica o VaR pode ser obtido da distribuição de probabilidade do valor futuro da carteira, $f(w)$. Para determinado nível de confiança c , a pior realização possível, W^* , terá probabilidade $p = 1 - c$ de ser excedida.

$$1 - c = \int_{-\infty}^{W^*} f(w)dw = P(w \leq W^*) = p \quad (2.2)$$

A integral entre menos infinito e W^* representa a probabilidade p de perda associada a essa distribuição. Nesse sentido, o parâmetro c é o intervalo de confiança que se requer.

O valor W^* é chamado quantil da distribuição e, no sentido amplo, o VaR da mesma.

2.1.2. Risco de Crédito

Segundo Jorion (1997:14), “o risco de crédito surge quando as contrapartes não desejam ou não são capazes de cumprir suas obrigações contratuais”.

É o risco de o credor não receber o principal corrigido e os juros de algum financiamento ou volume emprestado.

Quando uma instituição financeira empresta recursos, existe uma probabilidade desse montante não retornar ao caixa da mesma. A incerteza associada a essa probabilidade de não recebimento de principal mais juro é o que se convencionou chamar de risco de crédito.

2.1.3. Risco de Liquidez

Segundo Jorion (1997:15), “os riscos de liquidez podem ser divididos em risco de liquidez de mercado/produto e risco de liquidez de fluxo de caixa/obtenção de recursos”.

O primeiro surge quando uma transação não pode ser conduzida pelos preços de mercado prevalentes, devido a uma atividade insuficiente de mercado.

É o risco que surge quando o mercado está comprador/vendedor em determinado fator de risco de mercado e se torna mais difícil efetuar a compra/venda pelos preços que seriam admitidos “justos”.

O segundo tipo de risco refere-se à impossibilidade de cumprir as obrigações relativas aos fluxos de caixa, o que pode forçar a liquidação antecipada dos contratos, transformando perdas escriturais em reais.

Ou seja, risco de liquidez de fluxo de caixa é o risco de não conseguir transformar em caixa os ativos possuídos para fazer frente a desembolsos requeridos.

2.1.4. Risco Operacional

O risco operacional está ligado a perdas em função de falhas/erros na condução das operações cotidianas da companhia.

Segundo Jorion (1997:15), “os riscos operacionais referem-se às perdas potenciais resultantes de sistemas inadequados, má administração, controles defeituosos ou falha humana, a qual inclui *o risco de execução*, correspondente a situações em que as operações não são executadas, resultando, às vezes, em atrasos onerosos ou em penalidades”.

2.2. O VaR nas instituições financeiras

2.2.1. VaR de mercado

Em instituições financeiras são assumidas posições especulativas, nas quais se incorre em risco de mercado, ou seja, em risco de perda no valor da carteira em função de alterações em variáveis que definem o valor de suas carteiras de investimento.

O grau de exposição varia com a gama de ativos e fatores primários de risco existentes nas carteiras, como indexadores, moedas, ações, taxas de juros externas e internas, prazo de cada instrumento e quantidade dos mesmos.

O risco de mercado surge do fato de que os *traders*, que são os operadores desses mercados procuram antever variações em cada uma das variáveis de interesse e elaborar posições que sejam beneficiadas nesse cenário.

No caso de não ocorrências do cenário previsto, podem acontecer perdas que variam com a magnitude das operações realizadas e das alterações entre os cenários projetados e os efetivamente observados.

Sob esse ponto de vista, é importante que o VaR seja calculado diariamente, dado que tanto as posições como as condições e cenários mudam sensivelmente num ambiente de negócios desse tipo de um instante para outro.

O centro de resultados que executa esse tipo de operação nas instituições financeiras é chamado de tesouraria.

A tesouraria é também responsável por emprestar recursos para outras áreas da instituição, como a área de relacionamento com grandes empresas, por exemplo.

Em grande medida, a tesouraria de um banco capta e empresta recursos por diferentes prazos, taxas, indexadores e moedas.

Além da captação e aplicação de recursos, a tesouraria opera com instrumentos financeiros sofisticados, os derivativos, que são instrumentos com diferentes prazos, taxas, indexadores e moedas, mas que, em grande parte das vezes, não envolvem desembolso de recursos no instante inicial, podendo, entretanto, causar perdas consideráveis até seus respectivos vencimentos.

2.2.2. O VaR regulatório e o VaR proprietário

A prática do cálculo do VaR não se limita somente ao controle interno das instituições, na forma de relatórios de apoio à tomada de decisões e de controle, mas também faz parte de um arcabouço maior, no qual as autoridades reguladoras (no Brasil, o Banco Central) possuem modelos de cálculo que devem ser seguidos por todos os participantes do mercado.

Através do conceito de patrimônio líquido exigido, o Banco Central fixa um valor de patrimônio líquido mínimo que cada instituição financeira deve ter de sorte a não comprometer o sistema na ocorrência de um evento adverso nas esferas de risco de mercado e de crédito.

A Resolução 2891 do Banco Central do Brasil dá uma fórmula para o cálculo do patrimônio líquido exigido das instituições financeiras para cobertura dos riscos de crédito e liquidez:

$$PLE = F_1 \times (Apr) + F_2 \times \left(\sum_{i=1}^n RCD_i \right) + F_3 \times \max \left\{ \left(\sum_{i=1}^n |Aprc_i| - K.PR \right); 0 \right\} + \sum_{i=1}^n EC_i \quad (2.3)$$

Onde:

F_i : Constantes definidas pelo Banco Central. Atualmente, $F_1 = 0,11$, $F_2 = 0,20$ e $F_3 = 0,50$.

PLE : patrimônio líquido exigido para fazer frente aos riscos de crédito e de mercado;

Apr : ativo ponderado pelo risco de crédito de cada classe de ativos, nos termos da resolução 2.682 do Banco Central do Brasil de 22 de dezembro de 1999;

$\left(\sum_{i=1}^n RCD_i \right)$: risco de crédito da i -ésima operação de swap;

$\sum_{i=1}^n |Aprc_i|$: somatório das operações referenciadas à moeda estrangeira

$\sum_{i=1}^n EC_i$: somatório das exigências de capital de taxas pré-fixadas nos termos da circular 2.972

descrita adiante.

O termo PR é o Patrimônio de Referência definido pela Resolução 2837 de maio de 2001 e:

$$K=0 \text{ se } \frac{\sum_{i=1}^n |Aprc_i|}{PR} > 0,05$$

$$K=0,05 \text{ se } \frac{\sum_{i=1}^n |Aprc_i|}{PR} \leq 0,05$$

A Circular 2.972 do Banco Central do Brasil de 23 de março de 2003 estabelece critérios e condições para a apuração da parcela do Patrimônio Líquido Exigido (PLE) para cobertura do risco decorrente da exposição das operações denominadas em Real e remuneradas com base em taxas prefixadas de juros à variação das taxas praticadas no mercado.

A Circular 2.972 dá as diretrizes para a obtenção de um VaR regulamentar padrão que vai permear o cálculo da parcela do patrimônio líquido exigido relativa ao risco de mercado em operações pré-fixadas.

Essa parcela é dada por:

$$EC_{(Pr \acute{e}, t)} = \max \left\{ \left(\frac{M_t}{60} \cdot \sum_{i=1}^{60} VaR_{t-i}^{Padr\tilde{a}o} \right), VaR_{t-i}^{Padr\tilde{a}o} \right\} \quad (2.4)$$

Onde o termo M_t é o multiplicador para o dia t, divulgado diariamente pelo Banco Central do Brasil, determinado como função decrescente da volatilidade e compreendido entre os valores um e três.

O VaR padrão é dado por:

$$VaR_t^{Padr\tilde{a}o} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n VaR_{i,t} \times VaR_{j,t} \times r_{i,j}} \quad (2.5)$$

O termo n é o número de vértices, assim compreendidos os prazos P_i iguais a 21, 42, 63, 126, 252, 504 e 756 dias úteis, considerados para efeito de agrupamento dos fluxos de caixa marcados a mercado das posições pré-fixadas.

O termo $VaR_{i,t}$ por sua vez é o valor em risco em reais associado ao vértice P_i no dia t, obtido de acordo com a seguinte fórmula:

$$VaR_{i,t} = 2,33 \times \frac{P_i}{252} \times s_t \times VMtM_{i,t} \times \sqrt{D} \quad (2.6)$$

Onde:

s_t : Volatilidade divulgada para o dia t pelo Banco Central.

$VMtM_{i,t}$: Soma algébrica em reais das parcelas/valores dos fluxos de caixa marcados a mercado no dia t e alocados no vértice P_i , positiva ou negativa.

D : 10. Número de dias úteis considerados necessários para a liquidação da posição.

$r_{i,j}$: Correlação entre os vértices i e j , utilizada para efeito de determinação do VaR padrão, obtida a partir da seguinte equação:

$$r_{i,j} = r + (1 - r) \left[\frac{\max(P_i, P_j)}{\min(P_i, P_j)} \right]^k \quad (2.7)$$

r : Parâmetro-base para o cálculo de $r_{i,j}$ divulgado no último dia útil de cada mês ou a qualquer momento, a critério do Banco Central do Brasil.

k : Fator de decaimento da correlação, divulgado no último dia útil de cada mês ou a qualquer momento, a critério do Banco Central do Brasil.

Essa série de equações nada mais é que um método geral a ser usado por todas as instituições para o cálculo do risco de mercado em operações pré-fixadas, suportado em sua concepção pelo conceito de VaR.

2.2.3. Marcação a Mercado

Um aspecto importante do cálculo do valor em risco em instituições financeiras é a necessidade de se marcar os instrumentos a mercado.

A marcação a mercado é o primeiro passo antes de se partir para o cálculo do VaR propriamente dito.

Marcar a mercado significa apreçar cada instrumento financeiro por um valor que melhor represente o seu valor de mercado.

O valor efetivamente obtido em negociação é o chamado de *market value*, o valor de mercado legítimo do instrumento.

Na falta desse valor, obtém-se uma aproximação, conhecida por *fair value*, ou valor justo, que será utilizada nos registros contábeis na falta de um indicativo mais acurado.

Segundo a Circular 3068 do Banco Central de oito de novembro de 2001, sobre a marcação dos instrumentos a mercado, a metodologia de apuração do valor de mercado é de responsabilidade da instituição e deve ser estabelecida com base em critérios consistentes e passíveis de verificação, que

levem em consideração a independência na coleta de dados em relação às taxas praticadas em suas mesas de operação, podendo ser utilizado como parâmetro:

I- o preço médio de negociação no dia da apuração ou, quando não disponível, o preço médio de negociação no dia útil anterior;

II- o valor líquido provável de realização obtido mediante adoção de técnica ou modelo de apreamento;

III- o preço de instrumento financeiro semelhante, levando em consideração, no mínimo, os prazos de pagamento e vencimento, o risco de crédito e a moeda ou indexador”.

Ainda segundo a Circular 3068 no trecho sobre a contabilização de títulos em carteira pelas instituições financeiras, a mesma diz que os títulos podem ser divididos em:

a) Para negociação: São aqueles que estão nos livros, porém por pouco tempo, podendo ser negociados a qualquer momento de acordo com o mercado. O resultado da negociação vai para o demonstrativo de resultados da instituição do período diretamente.

b) Disponíveis para a venda: São aqueles que têm a faculdade de serem vendidos a qualquer momento, com a particularidade de o resultado da negociação não afetar resultado, sendo contabilizado como mutação do patrimônio líquido.

c) Mantidos até o vencimento: Como o próprio nome frisa, são os títulos que ficarão em carteira até o vencimento. De acordo com as normas contábeis do Banco Central, estes títulos não necessitam ser marcados a mercado, podendo ser contabilizados pelo custo de aquisição corrigido pela taxa de juros do papel, desde que a instituição comprove que não precisará se desfazer dos mesmos durante o período de vida do título.

A circular 3082 de 30 de janeiro de 2002 estabelece e consolida critérios para registro e avaliação contábil de instrumentos financeiros derivativos.

Na definição da circular, “Entende-se por instrumentos financeiros derivativos aqueles cujo valor varia em decorrência de mudanças em taxa de juros, preço de título ou valor mobiliário, preço de mercadoria, taxa de câmbio, índice de bolsa de valores, índice de preço, índice ou classificação de crédito, ou qualquer outra variável similar específica, cujo investimento inicial seja inexistente ou pequeno em relação ao valor do contrato, e que sejam liquidados em data futura”.

Os instrumentos financeiros derivativos devem ser marcados a mercado, exceto quando funcionarem como *hedge* (proteção contra oscilações de preços ou taxas) de algum outro título que esteja sendo contabilizado nos livros de mantidos até o vencimento ou disponível para a venda.

Em resumo, a marcação a mercado é executada nos livros de *trading*, que são os livros de compra e venda de instrumentos financeiros para obtenção de ganhos imediatos obtidos de variações de taxas e preços no mercado.

2.2.4. VaR em Fundos de Investimento

Outro tipo de negócio que freqüentemente lança mão do conceito de VaR é o de fundos de investimento.

Nos últimos anos, a indústria de fundos de investimento vem crescendo consideravelmente, fruto de um maior avanço nos mercados de capitais e de um maior nível de esclarecimento do público em relação à gama de produtos oferecidos.

Além disso, os chamados clientes institucionais - fundos de pensão e seguradoras, têm um estoque considerável de recursos que devem ser remunerados satisfatoriamente, uma vez que o passivo dessas instituições também recebe uma remuneração pré-determinada, que serve como uma meta para os gestores que administram suas carteiras.

Dentre esse grande universo de fundos, pode-se citar um tipo em especial para o qual o controle de risco, em especial a medida de VaR é de suma importância, os fundos multimercados.

Multimercados são fundos que atuam como se fossem tesourarias de instituições financeiras, procurando prêmios de risco onde os mesmos possam existir, realizando operações de arbitragem ou mesmo se posicionando em fatores de risco que são favoráveis em dado momento.

Dessa maneira, deve existir uma preocupação grande com os níveis de risco embutidos neste conjunto de posições. Uma das maneiras de efetuar este controle é através do uso do VaR.

A diferença básica entre o controle de risco de um fundo institucional (Seguradora ou Fundo de Pensão) e um fundo multimercado é o horizonte de tempo para o qual o VaR é calculado.

Em fundos institucionais, trata-se de poupança de longo prazo, não sendo necessário o cálculo diário, uma vez que o gestor destes fundos não vai se desfazer dos instrumentos no curto prazo.

Em fundos multimercados e outros fundos abertos de mercado (como os de renda fixa, por exemplo), o VaR é extremamente importante porque vai dar ao investidor a segurança necessária para seus investimentos, uma vez que existem limites de VaR impostos aos gestores pelas áreas de risco que

os forcem a reduzir a exposição do fundo à medida que o mesmo torna-se mais arriscado do que o seu mandato permite.

2.3. Estendendo a aplicação do VaR para empresas não financeiras

Existem empresas cujo ramo de atuação acaba fazendo com que a dinâmica dos negócios seja similar à de uma instituição financeira.

Empresas com elevado faturamento, com operações complexas, que lidam com *commodities*, com muitos recursos sobrantes apresentam diversas similaridades com bancos.

Algumas delas inclusive têm mesas de operações em seus escritórios, desenhadas para maximizar o resultado financeiro da companhia através de uma política consistente de *hedge* e/ou posicionamento.

Assim o VaR para o cálculo do risco das mesas que controlam o caixa, a dívida e os instrumentos de *hedge* seria de extrema valia, uma vez que as perdas nesses centros de resultado estariam ligadas a mudanças de posição e variações em indexadores, taxas e preços de mercado.

Mas o escopo de controle de risco de mercado em empresas não-financeiras pode e deve ser mais amplo, levando em conta não só a parte financeira do balanço, como também características operacionais do negócio.

2.3.1. Calculando o VaR da atividade

A metodologia de VaR é bem difundida em bancos e fundos atualmente, havendo uma grande gama de profissionais e consultorias especializadas no assunto, inclusive com vários trabalhos publicados no meio acadêmico.

Com efeito, o uso do VaR para controlar o risco de mercado dos instrumentos financeiros transacionados na área financeira de uma grande corporação também não se apresenta como um desafio intransponível, exigindo uma sistemática de implantação razoável operacionalmente. Porém, não obstante o risco de mercado embutido nos instrumentos transacionados pelas empresas, pode-se ampliar o escopo da análise para contemplar também o risco inerente à atividade em si.

Da interação entre oferta e demanda surgem as receitas operacionais, as quais devem também ter sua variabilidade calculada uma vez que se quer executar o cálculo de um VaR corporativo global e não só da tesouraria da corporação.

O VaR corporativo deve, portanto, mapear todas as unidades de produção e produtos, buscando estimativas confiáveis do que seria o fluxo de receitas futuro e descontá-lo por uma taxa adequada, para posterior medida do que seria uma perda potencial máxima para essa empresa.

2.3.2. O horizonte de tempo da análise

Como já comentado, a tesouraria de um banco está sujeita a variações no valor de suas posições diariamente, devido à liquidez das mesmas.

Para uma empresa, o horizonte mais adequado a análises de VaR se torna mais longo, dado o padrão de repetição de seus fluxos operacionais, podendo ser utilizados o mês ou mesmo o trimestre.

2.3.3. A informação contida no VaR

Segundo La Roque e Lowenkron (2004: 9): “Um dos grandes benefícios do VaR é a visualização da exposição por fatores de risco”.

Com efeito, de acordo com o CorporateMetrics™ (CorporateMetrics™:1999:6) “regras de transparência divulgadas pela SEC (*Securities and Exchange Commission of the U.S.*) em 1997 permitiram companhias a usar medidas oriundas da análise do VaR para reportar medidas de risco de mercado”.

O modelo de VaR permite ao usuário mapear a exposição da carteira (os ativos e passivos financeiros da empresa) a cada fator de risco, dando uma maior transparência quantitativa sobre os riscos a que a empresa está sujeita.

2.4. O cálculo do VaR – Métodos

O VaR é um conceito geral, derivado de uma distribuição de probabilidades de retornos da carteira.

$$1 - c = \int_{-\infty}^{W^*} f(w)dw = P(w \leq W^*) = p \quad (2.2)$$

Nessa linha de raciocínio, o que se busca é basicamente uma distribuição de probabilidade de retornos da carteira no horizonte de tempo definido para que se possa cortá-la em algum ponto, função do nível de confiança requerido.

Dessa maneira, existem diferentes procedimentos para a sua obtenção, os quais são examinados a seguir:

2.4.1. VaR Histórico

O modelo de simulação histórica de VaR consiste em montar a série de retornos da carteira para um intervalo de tempo e, em seguida obter o quantil desejado do histograma da carteira.

Seja P a carteira para a qual se quer calcular o risco de mercado e $w_i, i = 1, 2, \dots, z$ os pesos relativos de cada um dos fatores de risco na carteira P . O retorno da carteira em um instante qualquer de tempo é dado por:

$$r_{P,t} = \sum_{i=1}^n w_i r_{i,t} \quad (2.8)$$

Assim, dado um intervalo qualquer de tempo $[a, b]$ calculamos a série de retornos da carteira. Construindo o histograma dos retornos da carteira, obtemos o retorno limite r_p^* . O VaR será dado pelo produto da carteira marcada a mercado por r_p^* .

Supondo uma série de US\$ de janeiro de 2001 a dezembro de 2003, teríamos a distribuição de retornos dada pela figura 2.1, calculados pelo logaritmo natural do quociente entre preços subsequentes.

Os retornos diários nada mais são do que as variações cambiais diárias, o que pode levar a um ganho ou perda ao possuidor da carteira de dólares.

Varição Cambial Diária 2001-2003

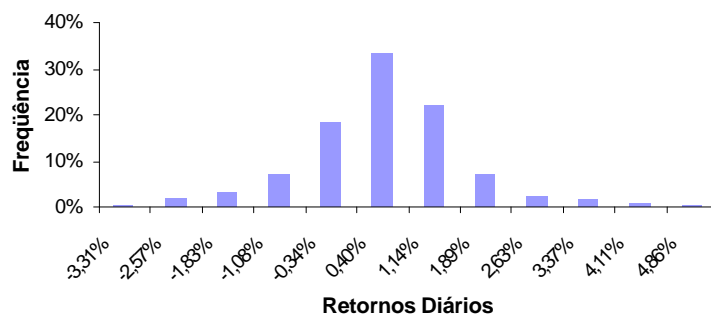


Figura 2.1: Histograma – Simulação Histórica

Se a distribuição em questão for cortada no percentil 1%, sinalizando um nível de confiança de 99% , o VaR equivalente será 3,5% da posição alocada em dólar.

Ao relaxarmos o nível de confiança para 95%, o VaR será de 2,07% vezes a posição alocada em dólar.

É importante frisar que a eficiência computacional deste método recai sobre o processo de ordenação utilizado para obter o retorno limite dado um quantil definido.

Uma vantagem considerável desse modelo reside no fato de que ele prescinde de uma matriz variância-covariância, característica dos modelos de determinação paramétricos que serão abordados adiante.

Segundo Jorion (1997:189), “ao basear-se em preços reais, o método incorpora não-linearidades e distribuições não-normais. A avaliação plena é obtida da forma mais simples: a partir de dados históricos”.

Ainda segundo Jorion, “o VaR é apenas uma medida estatística, podendo estar sujeito a muitos erros caso o tamanho da amostra seja pequeno demais.”

2.4.2. VaR Paramétrico

a) O modelo paramétrico

Nos modelos paramétricos, a idéia é parametrizar a série de retornos por uma função distribuição de probabilidade conhecida de forma que seja possível obter informações estatísticas diretamente da distribuição.

Jorion (1997: 85-87: 179-185) descreve os conceitos e definições principais de como realizar o cálculo do VaR pela metodologia de simulação paramétrica.

O cálculo do VaR pode ser simplificado de forma considerável se a distribuição puder ser aproximada à normal.

Se este for o caso, o VaR poderá ser derivado diretamente do desvio padrão da carteira, utilizando-se um fator multiplicativo que dependa do nível de confiança.

O que se faz é transformar a distribuição geral $f(w)$ em uma distribuição normal padronizada $\Phi(\mathbf{e})$, onde \mathbf{e} possua média zero e desvio padrão 1. Associa-se a W^* ao retorno crítico R^* , tal que $W^* = W_0(1 + R^*)$. Pode-se associar R^* a um fator $\mathbf{a} > 0$, proveniente de uma normal padronizada, por meio de:

$$\mathbf{a} = \frac{R^* - \mathbf{m}}{\mathbf{s}} \quad (2.9)$$

o que equivale a:

$$1 - c = \int_{-\infty}^{W^*} f(w)dw = \int_{-\infty}^{-|R^*|} f(r)dr = \int_{-\infty}^{-z} \Phi(\mathbf{e})d\mathbf{e} \quad (2.10)$$

A determinação do risco fica restrita ao cálculo da área à esquerda de uma variável normal padronizada, com valor igual a d .

$$N(d) = \int_{-\infty}^{-z} \Phi(\mathbf{e})d\mathbf{e} \quad (2.11)$$

b) Fatores de Risco

Fatores de risco são as variáveis que impactam os preços de cada instrumento. Um instrumento financeiro pode apresentar vários fatores de risco ao mesmo tempo.

O exemplo mais comum são as opções. O prêmio de uma opção é função de algumas variáveis. Sendo C o prêmio de uma opção de compra, podemos dizer que $C = C(S, K, r, t, \mathbf{s})$, ou seja, o prêmio da opção é função do preço do ativo-objeto, do preço de exercício da opção, da taxa de juros, do tempo até o vencimento e da volatilidade implícita da opção.

O mapeamento dos fatores de risco deve ser realizado de sorte que todos os fatores de risco existentes sejam capturados de maneira robusta, para que não sejam desprezados nem fatores de risco e nem efeitos de segunda ordem que possam se manifestar.

Um mapeamento inadequado produz resultados equivocados que podem menosprezar a magnitude dos riscos existentes. Isso é o que se denomina risco de modelo.

A tabela 2.2 contém uma lista não exaustiva de instrumentos em função dos fatores riscos aos quais os agentes do mercado financeiro brasileiro estão expostos:

Instrumentos x Fatores de Risco							
Instrumentos	Fatores de Risco						
	Taxa Pré	US\$ Spot	Vol US\$	Ibovespa Spot	IPCA	Cupom IPCA	Cupom Cambial
LTN	X						
NTN-D		X					X
Ibovespa Futuro	X			X			
Opção de US\$	X	X	X				X
NTN-B					X	X	
Futuro de DDI		X					X
Futuro de DI	X						

Figura 2.2.: Matriz de Instrumentos Financeiros x Fatores de Risco

Segundo essa abordagem, a matriz de instrumentos contra fatores de risco tende a crescer nas colunas conforme surjam mais fatores de risco.

c) Vértices

O cálculo do VaR não é realizado simulando-se operação por operação.

Embora os sistemas de computação e as máquinas tenham evoluído muito ao longo dos últimos anos, permitindo simulações poderosas em curtos espaços de tempo, a metodologia de VaR exige a agregação de exposições com vencimentos superiores à um dia nos chamados vértices.

Isso se faz necessário porque o cálculo de volatilidades para todos os vencimentos existentes na carteira seria muito audacioso computacionalmente. Além disso, a matriz de fatores de risco apresentaria uma enorme quantidade de colunas, deixando o algoritmo de cálculo muito mais complexo.

Os vértices são intervalos de tempo móveis onde se alocam as posições marcadas a mercado, de acordo com a distância em tempo entre o vencimento do instrumento e os vértices em si.

Para a taxa pré, os vértices utilizados são os de 1, 21, 42, 63, 84, 126, 252, 504 e 726 dias úteis e assim por diante, como já exposto na metodologia definida pelo Banco Central do Brasil e descrita na seção 2.2.2..

Supondo que haja um título de valor de resgate R\$1.000 vencendo em 55 dias úteis, com uma taxa de juros pré de 16% ao ano para o período, uma possível alocação entre vértices seria:

$$MtM_{42} = \frac{1000}{(1 + 16\%)^{\frac{55}{252}}} \times \frac{8}{21} = 368,81$$

$$MtM_{63} = \frac{1000}{(1 + 16\%)^{\frac{55}{252}}} \times \frac{13}{21} = 599,32$$

Ou seja, o mapeamento nos vértices é executado pelo valor a mercado da posição ponderado pelo inverso da distância em dias úteis entre o vencimento do instrumento e os vértices onde se quer desmembrar a exposição.

O mapeamento pelos vértices é executado em todos os instrumentos cujos preços são determinados por descontos de seus fluxos de caixa pelas taxas de uma estrutura a termo de taxas de juros.

A estrutura a termo de taxa de juros é o custo do dinheiro como função do prazo da operação. Essa curva pode assumir vários aspectos, fazendo com que o preço dos instrumentos que são determinados por ela sejam alterados sensivelmente com uma leve mudança nas taxas de juros.

O título acima possui o preço dado pelo valor futuro do fluxo descontado pela taxa pré, que é a taxa que baliza esse mercado:

$$PU = \frac{1000}{(1 + 16\%)^{\frac{55}{252}}} = 968,13$$

Se a taxa pré de mercado, que é usada para descontar o título acima, aumentar para 16,5%, o novo valor do título será dado por:

$$PU = \frac{1000}{(1 + 16,5\%)^{\frac{55}{252}}} = 967,22$$

Um prejuízo de R\$ 0,91 por título que pode acontecer em segundos.

Como a quantidade de títulos iguais a esse costuma ser grande, pode-se perceber com esse exemplo simples qual a utilidade dos modelos de VaR em tesourarias, fundos, fundos de pensão e todos aqueles que adquirem estes papéis para negociação no mercado secundário.

d) A matriz de variância-covariância

O cálculo do VaR pela abordagem paramétrica seria extremamente simplório se apenas se tratasse de um fator de risco, como no exemplo do US\$ anteriormente apresentado.

No entanto, as carteiras reais têm maior complexidade em função da grande quantidade de instrumentos financeiros transacionados simultaneamente nas mesmas.

Os movimentos que os fatores de risco realizam não são sincronizados, podendo haver depreciação de alguns e apreciação de outros.

O relacionamento linear entre os retornos dos fatores de risco é capturado pela matriz de correlações.

Dado que o retorno de um ativo é o logaritmo natural do quociente entre os preços do mesmo em dois eventos subseqüentes, a correlação entre dois fatores de risco é dada por:

$$r_{X,Y} = \frac{\text{cov}(X,Y)}{\mathbf{s}(X)\mathbf{s}(Y)} \quad (2.12)$$

Onde X é o retorno do primeiro fator de risco, Y é o retorno do segundo fator de risco, $\text{cov}(X,Y)$ é a covariância entre os retornos diários dos dois fatores de risco, assim calculada:

$$\text{cov}(X,Y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(X_i - \bar{X} \right) \left(Y_i - \bar{Y} \right) \quad (2.13)$$

Quanto mais próxima a correlação estiver de 1, maior o grau de associação linear existente entre os retornos, ou seja, quando o retorno do primeiro fator de risco cresce, o retorno do segundo fator de risco cresce também. Se a correlação for nula, significa que não existe associação linear entre os retornos dos fatores de risco.

A matriz de correlação é a matriz n por n que contém todas as correlações entre todos os fatores de risco existentes no mercado.

e) Volatilidades

Volatilidade é medida da variabilidade dos retornos. Essa medida está associada ao nível de incerteza sobre o comportamento futuro do mercado.

Assim, exposições em mercados mais voláteis acarretam maiores riscos do que em mercados mais estáveis.

Existem alguns modelos para estimação de volatilidades com diferentes graus de complexidade que serão apresentados a seguir:

Modelo de Média Móvel

A estimativa da volatilidade por este método consiste em escolher um período de tempo fixo e calcular o desvio padrão da série de retornos do ativo.

À medida que um novo dado é inserido, elimina-se o dado mais antigo, mantendo-se sempre fixo o número de observações.

Supondo uma amostra de n observações no tempo, terminando em uma data t qualquer. Desta forma, o desvio padrão na data t , relativo a n observações passadas será:

$$s_t = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=t-n}^t (r_i - \bar{r})^2} \quad (2.14)$$

É importante notar que esse método pondera igualmente todas as observações passadas, assumindo que todas possuam o mesmo grau de importância para a estimação da volatilidade.

No entanto, principalmente em momentos de extrema instabilidade ou estabilidade do mercado financeiro, esta estimativa pode estar subestimando ou superestimando a volatilidade esperada, pois pondera todos os dados com o mesmo peso.

Modelo de Média Móvel Exponencial (EWMA)

O modelo de Média Móvel Exponencial é uma generalização do modelo de Média Móvel onde os dados da série de retornos não são ponderados uniformemente.

Dessa maneira esse modelo reage mais rápido às oscilações do mercado do que o modelo de Média Móvel, dado que confere um maior peso às observações mais recentes do que às mais antigas, ou vice-versa, o que não ocorre no modelo de desvio padrão, uma vez que todas as observações de retornos têm o mesmo peso na composição da média que dá a volatilidade.

A fórmula de recursão que é usada para o cálculo da volatilidade é dada abaixo:

$$s_t = \sqrt{I s_{t-1}^2 + (1-I)(r_{t-1} - m_{t-1})^2} \quad (2.15)$$

Onde r_i é retorno do dia i , \mathbf{I} é fator de decaimento exponencial, \mathbf{m} é a média dos retornos até o dia t e \mathbf{s}_t são as volatilidades diárias.

O fator de decaimento \mathbf{I} deve ser estimado para cada mercado, sendo reavaliado de forma a garantir aderência às condições vigentes de mercado.

A metodologia *RiskMetrics*TM (1996:39) proposta por J.P.Morgan & Co., sugere como fator de decaimento para retornos diários 94% e mensais 97%.

Modelos ARCH/GARCH

Em modelos econométricos convencionais, assume-se que a variância do erro é constante. No entanto, em vários casos práticos, as séries temporais apresentam períodos de alta volatilidade seguidos de período de relativa tranquilidade. Nestas situações, a hipótese de variância constante (conhecida como homocedasticidade) é violada.

A sigla ARCH significa vetor auto-regressivo com heterocedasticidade condicional (ARCH), o qual considera a volatilidade variando no tempo e condicionada às observações passadas:

$$\mathbf{s}_t = \sqrt{\mathbf{a}_0 + \sum_{i=1}^p \mathbf{a}_i (r_{t-i} - \mathbf{m}_t)^2} \quad (2.16)$$

Com:

\mathbf{m}_t = média dos retornos calculados até o instante t ;

r_{t-i} = é o retorno calculado até o instante $t - i$;

\mathbf{a}_i = é o coeficiente referente ao instante i ;

p = ordem do processo.

Uma das variantes mais conhecidas do modelo ARCH é um modelo mais flexível denominado GARCH, que significa *Generalized* ARCH. Neste caso as volatilidades condicionais passadas são incorporadas na volatilidade condicional atual:

$$\mathbf{s}_t = \sqrt{\mathbf{a}_0 + \sum_{i=1}^p \mathbf{a}_i (r_{t-i} - \mathbf{m}_t)^2 + \sum_{i=1}^q \mathbf{b}_i \mathbf{s}_{t-i}^2} \quad (2.17)$$

Para impedir que a volatilidade assuma valores negativos, devemos respeitar as restrições $\mathbf{a}_0 \geq 0$, $\mathbf{a}_i \geq 0$, $\mathbf{b}_i \geq 0$, $p \geq 0$ e $q > 0$.

A utilização ou não de um método em detrimento do outro é definida em função da complexidade computacional existente no cálculo e do tempo necessário para sua consecução vis-à-vis os resultados práticos que a mesma oferece em termos de refinamento dos resultados.

O interessante é que a volatilidade não seja nem tão superestimada que acarrete uma diminuição de posições injustificada nem tão subestimada que aumente o risco potencial da carteira em demasia.

f) Cálculo do VaR paramétrico

Com a volatilidade podendo ser definida como o denominador da equação 2.5, uma maneira simplificada de escrever o VaR seria $VaR = \mathbf{a}\mathbf{s} - \mathbf{m}$ pela abordagem paramétrica.

Isso seria válido somente se houvesse apenas **um** fator de risco presente na carteira. Para mais fatores de risco, deve-se levar em conta suas correlações e volatilidades. As duas medidas serão levadas em conta simultaneamente na matriz de variância-covariância.

Com as volatilidades de cada fator de risco, a correlação entre eles e as posições de cada instrumento marcadas a mercado, o cálculo do VaR paramétrico pode ser assim resumido:

$$VaR = \sqrt{\left[\begin{array}{c} \left[\mathbf{a}_1 MtM_1 \mathbf{s}_1 \dots \mathbf{a}_n MtM_n \mathbf{s}_n \right] \\ \left[\begin{array}{c} 1 \dots \mathbf{r}_{12} \dots \dots \mathbf{r}_{1,n} \\ \mathbf{r}_{21} \dots 1 \dots \dots \mathbf{r}_{2,n} \\ \dots \dots \dots \dots \\ \mathbf{r}_{n,1} \dots \dots \dots 1 \end{array} \right]_1 \\ \left[\begin{array}{c} \mathbf{a}_1 MtM_1 \mathbf{s}_1 \\ \dots \dots \\ \mathbf{a}_n MtM_n \mathbf{s}_n \end{array} \right] \end{array} \right]} \quad (2.18)$$

Cada fator de risco tem a distribuição de seus retornos cortada no nível de probabilidade requerida e para os mesmos são atribuídos os coeficientes $\mathbf{a}_i = \frac{X - \mathbf{m}_i}{\mathbf{s}_i}$ correspondentes à distribuição normal.

Os termos \mathbf{s}_i são as volatilidades de cada ativo calculadas de acordo com os métodos já descritos anteriormente.

Os termos MtM_i são os valores a mercado de cada posição da carteira nos fatores de risco i existentes na mesma.

Se todas as distribuições forem normais, $\mathbf{a}_1 = \mathbf{a}_2 = \mathbf{a}_3 = \dots = \mathbf{a}_n$. Para 99% de confiança, o valor dos alfas é 2,33.

2.4.3. Simulação de Monte Carlo – SMC

a) Processos Estocásticos

Um processo estocástico é uma variável que evolui ao longo do tempo de forma aleatória ou parcialmente aleatória.

Os processos estocásticos podem ser contínuos ou discretos, dependendo da modelagem da variável tempo ser contínua ou discreta.

Os processos estocásticos são utilizados para a modelagem de vários problemas reais, como apuração de opções, cálculo do valor de empresas, resolução de problemas matemáticos complexos e, por fim, cálculo do risco financeiro de uma carteira de investimentos, ou, como no presente trabalho, no valor futuro das receitas e despesas de uma empresa não financeira.

b) Processo de Wiener

O processo de Wiener é um processo aleatório contínuo que apresenta três importantes propriedades:

A) é um processo de Markov, ou seja, a distribuição de probabilidades dos valores futuros do processo depende somente do seu valor atual, não sendo afetada pelos valores passados do processo, ou por qualquer outra informação;

B) a distribuição de probabilidades da variação do processo em um dado intervalo de tempo é independente de qualquer outro intervalo de tempo;

C) as variações do processo, em um intervalo de tempo finito seguem uma distribuição normal, com variância que cresce linearmente com o intervalo de tempo.

Assim, dado $z(t)$, um processo de Wiener, Δz uma variação de $z(t)$, e Δt um intervalo de tempo qualquer, tem-se:

1. $\Delta z = \mathbf{e}_t \sqrt{\Delta t}$, onde \mathbf{e}_t é uma variável aleatória que segue uma distribuição normal padrão, com média 0 e desvio padrão 1, $N(0,1)$;

2. a variável aleatória e_t não é correlacionada serialmente, ou seja, $E(e_t, e_s) = 0$ para $t \neq s$.

Quando o intervalo de tempo é infinitesimalmente pequeno, o processo de Wiener é representado em tempo contínuo da seguinte forma:

$$dz = e_t \sqrt{dt}$$

Um processo de Wiener não tem derivada em relação ao tempo, dado que $\Delta z / \Delta t = e(\Delta t)^{-\frac{1}{2}}$ vai para o infinito quando Δt vai para zero.

c) Movimento Geométrico Browniano

Um movimento browniano é uma extensão do processo de Wiener com uma tendência de crescimento associada.

O MGB com tendência pode ser representado pela seguinte equação estocástica:

$$dx = \mathbf{a}dt + \mathbf{s}e_t \sqrt{dt} \quad (2.19)$$

Para um intervalo de tempo Δt , a esperança é dada por $E(\Delta x) = \mathbf{a}\Delta t$ e a variância é dada por $Var(\Delta x) = \mathbf{s}^2 \Delta t$.

O parâmetro \mathbf{a} é o parâmetro da tendência e o parâmetro \mathbf{s} é o parâmetro do desvio padrão. A variável x é um processo estocástico.

Os processos estocásticos podem ser usados para a modelagem de variáveis financeiras e econômicas, com preços de ações e taxas de juros, por exemplo.

Para que a variável estocástica não assuma valores negativos (o que seria o caso se tomássemos a sua distribuição como normal), assume-se para as mesmas uma distribuição log-normal.

Assim:

$$x = \ln(X)$$

Diferenciando-se teríamos:

$$dx = \frac{1}{X} dX$$

Reescrevendo a equação característica do MGB, teríamos:

$$dX = X\mathbf{a}dt + X\mathbf{s}e_t \sqrt{dt}$$

d) Lema de Itô

Um processo estocástico contínuo $x(t)$ é chamado processo de Itô quando é representado pela seguinte equação:

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

A função $a(x,t)$ é a função não-estocástica de tendência, $b(x,t)$ é a função não aleatória da variância, $z(t)$ é um processo de Wiener, e t é o tempo.

O Movimento Geométrico Browniano é um caso especial do processo de Itô, onde $a(x,t) = \mathbf{ax}$ e $b(x,t) = \mathbf{sx}$.

Dada a variável estocástica x e a função estocástica $G(x)$:

Se $dx = a(x,t)dt + b(x,t)dz$ e $dz = \mathbf{e}_t \sqrt{dt}$, podemos substituir ambas na expansão de Taylor de $G(x)$:

$$dG \cong \frac{\partial G}{\partial x} dx + \frac{\partial G}{\partial t} dt + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} dx^2 + \frac{\partial^2 G}{\partial x \partial t} dx dt + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial t^2} dt^2 + \dots$$

Resultando:

$$dG \cong \frac{\partial G}{\partial x} a dt + \frac{\partial G}{\partial x} b dz + \frac{\partial G}{\partial t} dt + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} (a^2 dt^2 + 2ab dt dz + b^2 z^2) + \frac{\partial^2 G}{\partial x \partial t} (a dt + b dz) dt + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial t^2} dt^2 + \dots$$

Desprezando-se os incrementos de tempo maiores que primeira ordem, teremos:

$$dG = \left[\frac{\partial G}{\partial x} a + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} b^2 \right] dt + \frac{\partial G}{\partial x} b dz$$

Que é conhecido como Lema de Itô.

Sendo S o processo geométrico browniano que descreve o comportamento da variável econômica em questão, e $F(S) = \ln(S)$, pode-se utilizar o Lema de Itô para modelar seu comportamento:

$$dS = S \mathbf{m} dt + S \mathbf{s} \sqrt{dt}$$

$$\frac{\partial G}{\partial t} = 0, \quad \frac{\partial G}{\partial S} = \frac{1}{S}, \quad \frac{\partial^2 G}{\partial S^2} = -\frac{1}{S^2}$$

$$dG = \left[\frac{1}{S} mS + 0 + \frac{1}{2} \left(-\frac{1}{S^2} \right) S^2 S^2 \right] dt + \frac{1}{S} S dz$$

$$dG = \left[m - \frac{1}{2} S^2 \right] dt + dz$$

A versão discreta da equação estocástica acima pode ser escrita da seguinte forma:

$$\ln \left(\frac{S_{t+1}}{S_t} \right) = \left(a - \frac{S^2}{2} \right) \Delta t + S \sqrt{\Delta t} e_i$$

ou

$$S_{t+1} = S_t e^{\left[\left(a - \frac{S^2}{2} \right) \Delta t + S \sqrt{\Delta t} e_i \right]} \quad (2.20)$$

e) A mecânica de uma SMC

A Simulação de Monte Carlo consiste em sortear um número razoável de números aleatórios, que terão distribuição normal com média zero e variância unitária, de sorte a estabelecer uma faixa de variação para o estado final da variável aleatória em questão.

O caso mais geral é simular os caminhos de $S(t)$, com t variando de zero a T (período da análise).

O caminho ou trajetória da variável aleatória será definido pela equação de difusão definida no item anterior.

Usando um grande número de simulações, a média resultante obtida para o $\ln(S)$ é esperada ser próxima do valor analítico de uma distribuição normal, o mesmo acontecendo com seu desvio padrão.

Assim, o procedimento de SMC obedece aos seguintes passos:

- Geração de números pseudo-aleatórios distribuídos de acordo com uma distribuição normal padrão;
- Definição do número de vezes em que a variável aleatória a ser modelada é formada (k);
- Definição do tamanho da SMC (n), que é função da precisão requerida (quanto maior o número de sorteios, melhor), vis-à-vis o tempo de computação necessário para executar as contas;
- Execução da seguinte recursão: $S_j^i = S_j^{i-1} \exp \left(m - \frac{S^2}{2} \right) dt + S dz$, $i = 1, \dots, n$ e $j = 1, \dots, n$.

Feito isso, têm-se a distribuição da variável aleatória no instante de tempo T.

f) Geradores de Números Aleatórios

Números pseudo-aleatórios são gerados por métodos quantitativos elaborados em programas de computador. Eles são chamados de pseudo-aleatórios porque a seqüência de números é, na verdade, determinística.

Dada uma função particular e uma semente, a mesma seqüência de números será gerada pela função devido ao algoritmo existente em sua concepção.

No entanto, se a função geradora de números aleatórios for bem elaborada, a seqüência de números parecerá estatisticamente aleatória.

Os números gerados por funções contidas em bibliotecas de *softwares* estatísticos obedecem na maior parte das vezes a distribuições uniformes.

Uma distribuição uniforme atribui a mesma probabilidade à ocorrência de qualquer valor em seu domínio. Por exemplo, no intervalo [0,1[, cada valor tem a mesma probabilidade de ser sorteado.

Para a execução de uma SMC, é necessária a geração de números aleatórios com distribuição normal.

g) A forma polar da transformação de Box-Muller

Um método robusto para obtenção de números aleatórios com distribuição normal é a forma polar da transformação de Box-Muller, cujo algoritmo na linguagem VBA do *software* MS Excel pode ser encontrado a seguir:

```
Function Gauss()
```

```
    Dim fac As Double, r As Double, V1 As Double, V2 As Double
```

```
10  V1 = 2 * RndFunc - 1
```

```
    V2 = 2 * RndFunc - 1
```

```
    r = V1 ^ 2 + V2 ^ 2
```

```
    If (r >= 1) Then GoTo 10
```

```
    fac = Sqr(-2 * Log(r) / r)
```

gauss = V2 * fac

End Function

O termo em negrito é uma função de geração de números aleatórios com distribuição uniforme.

A transformação de Box-Mueller gera dois números aleatórios com distribuição normal ao mesmo tempo. Uma particularidade computacional interessante é que ao utilizar a transformação polar, o programa não acessa as funções seno e co-seno e, portanto, não leva tempo calculando os respectivos valores.

h) Transformação de Cholesky

No presente trabalho, algumas variáveis aleatórias serão simuladas simultaneamente.

Essas variáveis apresentam correlações entre si.

Uma forma de garantir que a geração de seqüências aleatórias respeite uma matriz de correlações é a decomposição de Cholesky.

A decomposição de Cholesky é uma operação matricial que, aplicada ao vetor de números aleatórios sorteados, produz um outro vetor de números aleatórios que têm a característica de obedecerem a uma dada matriz de correlação entre eles.

Uma vez que são simulados números independentes, a transformação de Cholesky é dada por:

$$Y = A^T \cdot e$$

Onde:

Y é o vetor de seqüências aleatórias com a correlação desejada;

A é uma matriz triangular superior de tal modo que $A^T \cdot A = \Sigma$;

e é o vetor de seqüências aleatórias com distribuição normal (0,1);

Σ é a matriz de correlação.

Para que a Transformação de Cholesky seja possível é necessário que a matriz de correlação seja positiva definida, ou seja, para qualquer vetor x a forma quadrática $x^T \cdot A \cdot x > 0$.

2.5. O CFaR

CFaR – *Cash Flow at Risk* é a sigla em inglês para Fluxo de Caixa em Risco.

Basicamente, o objetivo dessa métrica é medir possíveis variações em algumas contas da DRE (Demonstração do Resultado do Exercício), notadamente aquelas que denotam alteração no fluxo de recursos da companhia, como, por exemplo o EBITDA, o fluxo de caixa livre e o lucro líquido.

O documento CorporateMetrics™ (CorporateMetrics™:1999:3) diz que “por ambiente corporativo, estamos nos referindo a um conceito que foca no valor da empresa para o acionista, além de variáveis financeiras chaves como lucro ou fluxo de caixa. Isso é diferente do ambiente financeiro, que foca em valores de carteiras e instrumentos financeiros”.

A abordagem é estatística, ou seja, o intervalo de variação do que pode ser a conta caixa em algum instante futuro, dado um nível de confiança, é simulado computacionalmente.

O termo $\alpha\%$ se refere à probabilidade estatística do Fluxo de Caixa ser inferior a um valor CFaR determinado pelo modelo em questão.

Podemos encontrar uma definição formal para o CFaR em La Rocque e Lowenkron (2004:11):

“Def: *Cash Flow-at-Risk* (CFaR): Valor mínimo de um fluxo de caixa numa determinada data (T) no futuro, a um nível de significância de $\alpha\%$ avaliado com as informações disponíveis hoje (t). Equivale ao α -ésimo percentil da distribuição de probabilidade do fluxo em questão numa determinada data no futuro. Tem-se um enfoque de médio/longo prazo e de fluxo de caixa ao invés de valor. Matematicamente, o CFaR da data T analisado em t a $(1 - \alpha\%)$ de confiança é definido como o número que faz com que $P(\text{FluxodeCaixa} \leq \text{CFaR}) = \alpha\%$.”

Vamos supor que queiramos simular a receita realizada por uma empresa de papel e celulose daqui a seis meses:

$$\text{Receita} = \text{Quantidade} * \text{Preço} * \text{Taxa de Câmbio (R\$/US\$)}$$

Os três fatores de receita são aleatórios, a quantidade é função do preço, que por sua vez tem um comportamento aleatório no tempo, o mesmo acontecendo com a taxa de câmbio. Se tivermos efeitos similares nos itens de custo e outros itens que afetem o caixa da empresa, teremos que levá-los em conta e chegaremos a uma distribuição do que seria a variação da conta Caixa no final do período de análise.

Supondo a conta Caixa de uma dada empresa não financeira. Se forem alterados os fatores variáveis que possam alterar o volume da mesma, como quantidade demandada, preço de venda, custo

dos produtos vendidos, indexadores dos ativos e passivos financeiros e assim por diante, teremos um sem número de possíveis estados da natureza para essa conta no final de um dado período.

Lançando mão de uma SMC bem calibrada, com distribuições estatisticamente tendendo à normal, volatilidades e correlações bem calculadas, estrutura de pagamentos bem definida e demanda bem modelada, é possível criar cenários para o comportamento dessas variáveis ao longo do tempo e listar possíveis resultados que ocorreriam ao final desse período.

Esse resultado tem distribuição normal e pode ser colocado em um histograma, como descrito na Figura 2.3.

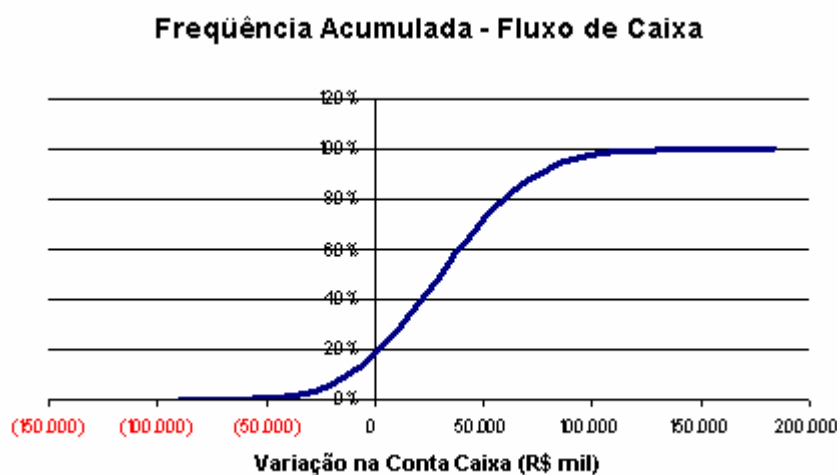


Figura 2.3: Frequência Acumulada da Probabilidade do Fluxo de Caixa

No eixo das ordenadas, pode-se ver que existem 20% de probabilidade de haver alteração negativa na conta Caixa no período analisado.

O modelo de CFaR é intensivo em simulação e deverá ser executado primordialmente por SMC dos fatores de risco aplicados à estrutura de passivos, à demanda da empresa e aos seus custos e outros fontes de desembolso ou entrada de caixa.

2.5.1. Peculiaridades na geração do CFaR

Como qualquer método quantitativo, o CFaR parte de certas premissas e hipóteses básicas tanto em sua concepção teórica, quanto na parte de simulação.

Entre as características principais do método estão:

a) Possibilidade de modelagem tanto da parte operacional da empresa como da parte financeira

Embora as técnicas de avaliação de risco de mercado foquem prioritariamente no risco de posições financeiras, essa abordagem seria de pouco uso para empresas do lado real da economia que, diferentemente dos bancos, obtêm seu lucro de operações de compra de matéria-prima, processamento e venda de produtos.

Tendo isso em vista, a modelagem do lado operacional, ou seja, as condições de oferta e demanda enfrentada pela empresa, se torna de suma importância para o tratamento estatístico de seus resultados futuros.

b) Necessidade de análise de todos os ativos e passivos financeiros da empresa

Notadamente, os empréstimos que são contabilizados pela empresa têm características particulares, conforme o contrato que rege cada um deles.

Pode se tratar de uma debênture que paga juros mensais e amortizações anuais, um empréstimo para capital de giro que paga juros mensais, um acordo de acionista que limita um mínimo de dividendos a ser pago anualmente. Em suma, toda a estrutura de passivos deve ser avaliada para que um evento que é determinístico – como uma amortização de empréstimo sindicalizado, por exemplo – não comprometa os resultados do modelo.

c) Geração de uma curva de demanda

Uma das formas de se incluir o risco de demanda na análise é através de uma função de elasticidade preço-demanda. Essa função elasticidade fará com que, na simulação, a quantidade de produtos vendidos efetivamente varie com o preço verificado no mercado.

Pode-se também incluir uma função de resposta da demanda enxergada pela companhia a alterações na atividade econômica, na forma de uma equação que relacione a demanda pelo produto em relação ao PIB e demais variáveis explicativas:

$$Q = f(P, Y, \dots)$$

Onde Q é a quantidade comercializada do produto, P seu preço e Y é o PIB.

d) Utilização de SMC

A SMC é usada na geração de diversos cenários das variáveis econômico-financeiras relevantes para a construção da distribuição de probabilidades do fluxo de caixa da empresa analisada.

e) Utilização de informações de balanço e notas explicativas aliadas a técnicas de *valuation*.

Além das receitas operacionais, despesas financeiras, custo das mercadorias vendidas e outras receitas e despesas facilmente identificáveis, certas alterações na maneira como a empresa gere seu dia-a-dia (estoques, contas a pagar, contas a receber, etc.), fazem com que a posição de caixa se altere em relação ao momento inicial da análise. Os investimentos previstos (CAPEX) também são importantes.

2.5.2. Diferenças entre o CFaR e VaR

a) Necessidade de simulação de todos os passivos da empresa

Diferentemente do VaR onde existe a decomposição do risco do instrumento em fatores de risco isolados com exposição sendo alocada em vértices que representam os prazos onde os instrumentos vencem, o CFaR requer que **cada** empréstimo seja simulado computacionalmente e seus efeitos sejam observados em uma data futura.

É importante também saber as datas de pagamentos de juros e amortização porque esses eventos é que irão definir a existência ou não de desembolsos ou entradas de caixa que é o que se procura medir no modelo.

A taxa de *rollover*, o percentual de rolagem de empréstimos já existentes no balanço, é um dado importante, já que para simulações de períodos mais longos não se sabe ao certo o percentual de dívidas que será renovado ou recontratado.

b) Diferença entre valor presente e valor futuro

O VaR é uma medida de risco usada por instituições financeiras para medir o risco de mercado em um horizonte de um dia. Normalmente, as operações que definem o cálculo do VaR são operações de compra e venda de títulos, ações, derivativos em geral (*swaps*, opções, futuros). Essas operações caracterizam um posicionamento de mercado e podem sofrer perdas elevadas em função de flutuações nas variáveis econômicas que regem o comportamento de seus preços.

Assim, o VaR procura captar o risco de o valor presente dessas operações flutuar além de um determinado fator pré-determinado pela administração do banco.

O CFaR, por sua vez, mede o risco de não haver liquidez (caixa) suficiente para a empresa fazer seus pagamentos, embora seu Patrimônio Líquido seja positivo e diversos indicadores financeiros apontem para uma situação financeira confortável.

Notadamente, o CFaR é uma ferramenta a ser utilizada em empresas não-financeiras, que são aquelas em que há o risco de colapso financeiro em função de não haver dinheiro para pagar algum desembolso devido a alguma oscilação grande no indexador de algum passivo ou de quedas nas vendas.

Um exemplo da diferença entre os dois métodos é o risco que existe em um título pré-fixado contabilizado no ativo de ambas as empresas e a forma como os modelos capturam esse risco.

Imagine-se uma LTN, que é um título federal pré-fixado, que paga R\$ 1.000 ao seu detentor no seu vencimento.

Do ponto de vista de CFaR, esse título não tem risco, uma vez que o gerente financeiro da empresa sabe ao certo quanto será o efeito no caixa decorrente da liquidação desse título. No vencimento, ele receberá em seu caixa R\$1.000 correspondentes ao valor de face do título.

Já para o tesoureiro da instituição financeira, a abordagem é outra. O apreçamento de uma LTN pode ser obtido pela equação abaixo:

$$PU = \frac{1000}{(1+i)^{\frac{du}{252}}}$$

Onde i é a taxa de juros da LTN em base anual 252, du é o número de dias úteis até o vencimento e PU é o preço do título.

Se esse tesoureiro adquire esse título hoje por R\$928 e faltam 126 dias para o vencimento, podemos afirmar que a taxa de juros pré-fixada embutida é 16,1192% ao ano.

Se a taxa de juros para o mesmo período aumenta para 17% no instante seguinte, o novo preço do título será R\$924,5003, o que resultará em um prejuízo de R\$3,50 por título.

Como uma das atividades dos bancos é a compra e venda desses títulos durante o dia, o modelo de VaR é o mais indicado para esse negócio.

c) O Risco de Demanda

As instituições financeiras que realizam operações de tesouraria têm como matéria-prima e produto principal o dinheiro, logo a interação entre demanda e oferta se dá em tempo real no próprio mercado financeiro, via variação do preço dos títulos.

Uma empresa não-financeira sobrevive comprando matéria-prima, transformando e vendendo, logo um aumento em seus custos aliado a uma diminuição em suas receitas pode se caracterizar em situação de *stress*. O CFaR procura sair do âmbito puramente financeiro e entrar também no negócio principal da companhia para fornecer uma estimativa melhor dos fluxos de caixa futuros.

d) O processo de simulação

O modelo de VaR é razoavelmente simples de ser operacionalizado se for utilizado em sua versão paramétrica, que a aquela onde se procura modelar a distribuição de perdas por uma normal multivariada onde os fatores de risco são correlacionados e têm suas volatilidades computadas em uma matriz de variância-covariância.

Para isso, como já foi notado anteriormente, são usados vértices (21 dias, 42 dias, 63 dias, etc.) onde são mapeados todos os valores presentes de todas as operações existentes na carteira a ser avaliada.

O modelo de CFaR é intensivo em simulação e deverá ser executado primordialmente por SMC dos fatores de risco aplicados à estrutura de passivos, à demanda da empresa e aos seus custos e outras fontes de desembolso ou entrada de caixa.

2.5.3. Limitações do CFaR

Como todo método quantitativo, o CFaR lança mão de premissas e de simplificações em sua construção que podem levar a imperfeições.

As imperfeições serão maiores quanto mais distantes da realidade forem as premissas e simplificações efetuadas.

Dentre as principais limitações do CFaR estão:

- a) Não se garante o que ocorre com o Caixa entre períodos

O ideal é que o intervalo de análise seja diminuído o máximo possível, de sorte a não ocorrerem situações onde se simule o Caixa ao final do período e esse resulte positivo, mas poderia ter ocorrido algum evento dentro do período analisado que levasse a um problema de escassez de recursos.

A limitação principal aí é de natureza computacional, sendo ideal que exista um sistema capaz de realizar todos os cálculos e projeções com intervalos menores (um mês, por exemplo) para que não ocorra o efeito mencionado.

b) Medida de risco em situação de regime – Não captura situações de *stress*

Dado que foram utilizadas médias e volatilidades históricas na definição e construção dos cenários, o CFaR se torna uma medida de rotina, já que estes resultados não levam em consideração períodos de crise ou de *stress* de mercado.

c) Dependência grande da modelagem da demanda

Para as empresas não financeiras o lucro é oriundo de suas operações comerciais.

A parte financeira pode ser significativa, mas seguramente não é a principal fonte de receita.

Assim sendo, um engano na modelagem da demanda e na interação da mesma com a oferta da empresa podem levar a distorções consideráveis nos resultados do modelo.

2.5.4. Equações do Modelo

Na literatura de finanças corporativas, o fluxo de caixa de uma empresa é a soma de três parcelas:

- (1) Fluxo de Operações;
- (2) Fluxo de Atividades de Investimento;
- (3) Fluxo de Atividades de Financiamento;

O modelo mais geralmente utilizado para descrever a alteração entre os saldos de caixa entre exercícios é o Fluxo de Caixa pelo Método Indireto, cuja descrição é dada a seguir:

Fluxo de Caixa – Método Indireto

Fluxo de Caixa de Operações

Lucro Líquido

(+) Depreciação/Amortização

(+) Variações Monetárias

(+) P.D.D.

(+) Equivalência Patrimonial

(+) Outras Receitas/Despesas não caixa

(+) Variação do Capital de Giro

(1) = Fluxo de Caixa de Operações

Fluxo de Caixa de Atividades de Investimento

(+) Aquisição/Venda de Imobilizado

(+) Aquisição/Venda de Investimento

(+) Aquisição/Venda de Instrumentos Financeiros

(2) = Fluxo de Caixa de Atividades de Investimento

Fluxo de Caixa de Atividades de Financiamento

(+) Dívida Emitida

(-) Dívida Paga

(+) Aumento de Capital

(-) Redução de Capital

(-) Dividendos

(3) = Fluxo de Caixa de Atividades de Financiamento

Fluxo de Caixa= (1) + (2) + (3)

Com base nas demonstrações financeiras de 2001, 2002, 2003 e 2004, será realizado o cálculo do fluxo de caixa em risco para a empresa de geração de energia AES Tietê.

Para a execução do cálculo da variação do fluxo de caixa de cada cenário, é necessária antes de tudo a construção de uma DRE suporte que será usada para o cálculo de uma série de variáveis importantes, como Provisão para Imposto de Renda e Lucro Líquido (já que o nível mínimo de distribuição - *pay-out* - de dividendos admitido no modelo é 100%).

A partir daí, utiliza-se um modelo de fluxo de caixa similar ao indireto, porém sem partir do lucro líquido, já que é necessária a simulação da parte operacional da empresa, com utilização de uma função de demanda $P=f(\dots)$.

Assim, a demonstração parte da receita bruta, descontando os custos, impostos sobre vendas, despesas, despesas de juros caixa e provisão para imposto de renda.

Num primeiro momento será apresentado o modelo unicamente com as contas utilizadas e a descrição de como a variação da conta caixa é obtida.

Mais adiante, as relações entre as variáveis serão avaliadas e novo diagrama será apresentado, desta vez com as dependências existentes entre as contas da DRE e variáveis externas.

Modelo de CFaR – AES Tietê

Fluxo de Caixa de Operações

Receita Bruta = Preço x Quantidade

(-) Deduções da Receita Bruta

Receita Líquida

(-) Energia Comprada para Repasse

(-) Pessoal

(-) Material

(-) Serviços de Terceiros

(-) Compensação Financeira por utilização Recursos Hídricos

(-) Energia Elétrica Comprada para Revenda

Depreciação e Amortização (não considerada)

Provisões Operacionais (não considerada)

(-) Taxa de Fiscalização

(-) Seguros

(-) Outras Despesas

P.D.D. (não considera e é nula para essa empresa)

Equivalência Patrimonial (não considera e é nula para essa empresa)

(+) Receitas Financeiras Caixa (só incluídas as receitas financeiras que impactarão o caixa)

(-) Despesa Financeira Caixa = (só incluídas as despesas financeiras que impactarão o caixa)

(-) Provisão para IR (resultado da simulação)

(-) Provisão para CSLL (resultado da simulação)

(+/-) Resultado não operacional

IR Diferido (não considerado)

CSLL Diferido (não considerada)

(+) Variação do Capital de Giro (Crédito, Estoques, Fornecedores)

(1) = Fluxo de Caixa de Operações

Fluxo de Caixa de Atividades de Investimento

(+) Aquisição/Venda de Imobilizado (nulo)

(+) Aquisição/Venda de Investimento (nulo)

(+) Aquisição/Venda de Instrumentos Financeiros

(2) = Fluxo de Caixa de Atividades de Investimento

Fluxo de Caixa de Atividades de Financiamento

(-) Amortização

(-) Dividendos (Lucro Líquido Total – considera 100% de distribuição)

(3) = Fluxo de Caixa de Atividades de Financiamento

Fluxo de Caixa = (1) + (2) + (3)

2.6. EaR

O termo EaR (Earnings at Risk – Ganhos em Risco) representa o lucro líquido que a empresa poderá apresentar em determinado instante futuro no tempo.

Embora uma empresa com dívidas indexadas à taxa de câmbio possa apresentar prejuízo na última linha, isso não significa necessariamente que houve uma diminuição no caixa, bastando para isso que não haja data de pagamento de amortizações ou juros no período.

Assim, a métrica EaR é importante do ponto de vista do investidor e do acionista para a avaliação do lucro líquido e, por extensão, do preço futuro da ação.

No limite, uma empresa não-financeira teria que simular ambos os números: o CFaR seria usado para monitorar o Caixa e garantir que não haja surpresas que originem colapsos financeiros, possibilitando que atitudes corretivas sejam tomadas antes dos eventos negativos; enquanto o EaR seria a ferramenta usada para avaliar estados possíveis do que seria a última linha da DRE, com impacto no preço das ações da Companhia.

Capítulo 3

O Mercado de Energia Elétrica e a AES Tietê S/A

3.1. O mercado de energia no Brasil

3.1.1. Estrutura do Setor Elétrico

As subdivisões do setor elétrico brasileiro são quatro: Geração, Distribuição, Transmissão e Comercialização. A seguir as mesmas são examinadas:

- Geração

Abrange as atividades de produção de energia (usinas hidrelétricas, térmicas e outras fontes alternativas), incluindo a importação de países de fronteira, exercidas atualmente por concessionários de serviço público de geração e por Produtores Independentes de Energia – PIEs.

- Transmissão

Refere-se às atividades de transporte da energia produzida até os grandes centros de consumo.

- Distribuição

Trata-se do transporte final da energia a partir dos pontos de entrega na rede de alta tensão até os consumidores finais.

- Comercialização

Refere-se às atividades de contratação da geração e revenda aos consumidores, sendo exercido de maneira competitiva, por conta e risco dos empreendedores, mediante autorização da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica).

3.1.2. O novo mercado de energia

O final dos anos 90 foi caracterizado por um agravamento na crise do setor elétrico, verificado pelo esgotamento da capacidade de geração de energia elétrica das hidrelétricas existentes, aquecimento da

economia provocado pelo Plano Real, necessidade de novos investimentos e a escassez de recursos do Governo para atender a esta necessidade diante de outras prioridades.

Com o intuito de combater a crise de energia que se deflagrou com o nome de “Apagão”, fruto de um longo período de estiagem entre outras causas, o governo criou a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica, cujo principal objetivo era criar alternativas que viabilizassem uma reforma e expansão do setor, com capitais privados e a entrada de novos agentes, onde o governo assumisse o papel de agente orientador e fiscalizador dos serviços de energia elétrica.

O desenho do mercado brasileiro de energia elétrica foi executado com base em três premissas principais:

a) Instalação do Ambiente de Competição

Foi criada a figura do Cliente Livre, que é aquele que possui a faculdade de escolher a sua empresa fornecedora de energia elétrica.

b) Desverticalização das Empresas Elétricas

Com a desverticalização das empresas elétricas (ou seja, a criação de empresas especializadas em geração, transmissão e distribuição operando separadamente) é possível estabelecer um mercado competitivo para a comercialização da energia, exigindo um maior controle de custos e o estabelecimento de padrões de produtividade para as atividades de transmissão e distribuição, uma vez que os fornecedores estão concorrendo em todas as etapas do processo de comercialização de energia elétrica.

c) Livre Acesso às Linhas de Transmissão

A existência de uma bem estruturada rede de linhas de transmissão é indispensável para o sistema elétrico como um todo. Principalmente para que novas fontes de geração sejam disponibilizadas para o mercado consumidor. Quaisquer que sejam as empresas proprietárias dessas linhas, todos os produtores ou Consumidores Livres têm o direito de transportar sua energia, mediante o pagamento de uma tarifa de uso da transmissão.

3.1.3. Principais Agentes

No novo mercado de energia elétrica, os agentes centrais são:

CCPE - Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão do Sistema Elétrico.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Autarquia vinculada ao Ministério das Minas e Energia, que tem por finalidade regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, zelando pela qualidade dos serviços prestados, pela universalidade de atendimento aos consumidores e pelo estabelecimento das tarifas para os consumidores finais.

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico. Entidade privada responsável pela operação centralizada do sistema elétrico.

MAE - Mercado Atacadista de Energia Elétrica. Entidade privada formada pelos agentes do mercado atacadista, criada para definir as regras e procedimentos comerciais do referido mercado, incluindo representantes de todos os segmentos desse mercado.

ASMAE - Administradora de Serviços do MAE. Empresa criada com o intuito de contabilizar e controlar as transações efetuadas no âmbito do MAE.

Clientes Livres - São os consumidores de energia que têm poder de decisão de escolher a empresa fornecedora de energia que mais lhes convém em função de aspectos concorrenciais básicos, como preço e qualidade dos serviços e produtos.

A operação do sistema leva em conta características climáticas entre regiões para facilitar relações de complementaridade entre as bacias hidrográficas. Enquanto numa dada região o maior volume de chuvas ocorre no verão, em outra, as chuvas podem ser mais intensas no inverno. Assim, quando uma dada região apresenta um déficit hidrológico, ela pode comprar energia de outra região onde o clima se apresenta mais favorável, com um volume maior de chuvas.

3.1.4. MAE / CCEE

Abaixo transcrição de texto a respeito do MAE extraído do *site* Câmara de Compensação de Energia Elétrica:

O MAE - Mercado Atacadista de Energia Elétrica, uma empresa de direito privado, submetida à regulamentação por parte da ANEEL, foi criada através da Lei nº 10.433 de 24 de Abril de 2002, em substituição à antiga estrutura da ASMAE.

O MAE é responsável por todas as atividades requeridas à administração do Mercado, inclusive financeiras, contábeis e operacionais, sendo as mesmas reguladas e fiscalizadas pela ANEEL.

Nele se processam as atividades comerciais de compra e venda de energia elétrica por meio de contratos bilaterais e de um mercado de curto prazo, restrito aos sistemas interligados Sul/Sudeste/Centro Oeste e Norte/Nordeste.

O MAE não compra ou vende energia e não tem fins lucrativos. Ele viabiliza as transações de compra e venda de energia elétrica entre os agentes de mercado.

O MAE é responsável pelas seguintes atividades:

- Promover registro dos contratos e contabilizar as transações no âmbito do MAE, que tenha por objeto a negociação de energia elétrica;
- Promover a liquidação financeira das transações efetuadas no Mercado de Curto Prazo;
- Promover a confiabilidade das operações realizadas no âmbito do MAE;
- Assegurar aos agentes participantes do MAE o acesso aos dados necessários para a conferência da contabilização de suas transações no MAE;
- Prover o acesso às informações sobre as operações realizadas no MAE;
- Receber e processar solicitações e manifestações dos Agentes, referentes às atividades desenvolvidas no âmbito do MAE;
- Elaborar a proposta de orçamento anual para o funcionamento do MAE, efetuando seu gerenciamento e a respectiva prestação de contas ao Conselho de Administração;
- Executar as atividades de apoio às reuniões Conselho de Administração e às sessões da Assembléia Geral do MAE, implementando suas deliberações;
- Elaborar, atualizar de forma controlada, implantar e divulgar as Regras e Procedimentos de Mercado;

A partir de 2004, o MAE se torna a CCEE, ou Câmara de Comercialização de Energia Elétrica.

O MAE foi extinto e seus ativos foram absorvidos pela nova CCEE com a publicação do Decreto nº 5.177, de 12 de agosto de 2004.

3.1.5. Características de negociação de energia

a) Mercado *Spot*

O mercado *Spot*, também denominado mercado de energia livre é caracterizado pela compra e venda de energia a um preço determinado, definido por condições de oferta e demanda.

Todo o déficit ou superávit de energia em relação aos contratos bilaterais ou iniciais deve ser complementado pelas transações no mercado *spot*.

O preço *Spot* é calculado mensalmente, por meio de modelos matemáticos que definem o Custo Marginal de Operação - CMO -, ou seja, o custo de produzir uma unidade de energia adicional à última unidade consumida pelo mercado. Uma vez calculado o CMO, a Administradora de Serviços do Mercado Atacadista de Energia - ASMAE publica o preço a ser praticado no mercado *Spot*, que é igual ao CMO de cada região do Brasil (Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste). Esse é o preço utilizado para liquidar as transações complementares aos montantes dos Contratos Bilaterais entre os agentes de mercado.

Assim sendo, o preço *Spot* é influenciado pelo nível de armazenamento dos reservatórios das usinas hidrelétricas (responsável por aproximadamente 95% da produção total de energia), pela evolução prevista da demanda de energia e pela disponibilidade atual e futura de usinas e linhas de transmissão de energia elétrica.

Todas as negociações do mercado *spot* ocorrem na CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (antigo MAE).

b) Contratos Iniciais

São os contratos firmados entre empresas geradoras e distribuidoras de energia, que foram utilizados para dar início às operações do novo mercado de energia elétrica. Esses contratos foram supervisionados pela ANEEL.

Somente a quantidade de energia não empenhada nesse tipo de contrato pode ser comercializada livremente no MAE, ou em Contratos Bilaterais.

c) Contratos Bilaterais

São contratos de compra e venda negociados livremente entre as duas partes, refletindo exclusivamente, as expectativas de ambas, em relação às condições futuras do mercado. Ao registrarem um contrato bilateral no MAE, as duas partes "evitam" que a quantidade de energia contratada seja automaticamente liquidada ao preço do MAE. Elas, assim, evitam as incertezas da variação do preço *spot*. Os contratos firmados entre as concessionárias distribuidoras e os clientes finais são válidos até a data de seu encerramento, mesmo que esses clientes estejam dentro dos limites estabelecidos para caracterização dos mesmos como Clientes Livres.

3.2. A empresa AES Tietê – Aspectos Gerais

A AES Tietê é uma empresa geradora de energia pertencente ao grupo AES Corporation, baseado nos Estados Unidos da América.

Em 01 de Abril de 1999, após a reestruturação societária e patrimonial das empresas do setor energético do Estado de São Paulo foi iniciada a operação comercial da empresa. Isso ocorreu no âmbito do Programa Estadual de Desestatização.

Em 27 de outubro de 1999, em leilão público realizado na Bolsa de Valores de São Paulo, o Grupo AES adquiriu o controle acionário da Companhia, desenvolvendo desde então atividades de geração de energia elétrica no Estado.

A empresa de energia tem 240 funcionários e sua sede é na cidade de São Paulo, na Praça Professor José Lannes, 40, 17º andar.

Operacionalmente, a operação do negócio se dá através de quatro Unidades de Negócio, constituídas segundo critérios de localização geográfica, AES Rio Grande, AES Torib Tietê, AES Alto Tietê e AES Pardo.

As quatro unidades de negócio são geridas autonomamente como se fossem negócios isolados.

A AES Tietê conta com 2651 megawatts (MW) de potência instalada. Ao todo, o grupo possui 10 usinas hidrelétricas localizadas nas regiões central e noroeste do Estado de São Paulo. Cinco delas, a saber: Barra Bonita, Bariri, Ibitinga, Promissão e Nova Avanhandava, ficam no rio Tietê, que corta o Estado no sentido leste-oeste, com 1.100 km de extensão.

A usina Água Vermelha, com 1.396 MW de potência instalada, é a maior hidrelétrica da companhia, respondendo sozinha por mais de 50% da energia garantida da empresa. Está localizada no Rio Grande, na divisa entre os Estados de São Paulo e Minas Gerais. Abaixo quadro com características gerais das usinas da AES Tietê:

Usinas AES Tietê					
Unidade de Negócio	Usina	Ano de Conclusão	Quantidade de Turbinas	Capacidade Instalada	Energia Garantida
Alto Tietê	Barra Bonita	1964	4	141	42
Alto Tietê	Bariri	1969	3	143	63
Alto Tietê	Ibitinga	1969	3	132	73
Torib Tietê	Promissão	1977	3	264	97
Torib Tietê	Avanhandava	1985	3	347	139
Rio Grande	Água	1979	6	1.396	836
Pardo	Caconde	1966	2	80	36
Pardo	Cunha	1960	4	109	52
Pardo	Limoeiro	1958	2	32	15
Pardo	Mogi Guaçu	1994	2	7	4
Totais			32	2651	1357

Tabela 3.1 - Usinas AES Tietê

A composição acionária do negócio é dada abaixo:

Composição Acionária - AES Tietê	
ACIONISTA	Participação
GRUPO AES	53%
BANESPA	20%
NOSSA CAIXA NOSSO BANCO	8%
ELETROBRÁS	8%
GWI	4%
CIA. METROPOLITANA DE SÃO PAULO	1%
ACIONISTAS MINORITÁRIOS	6%
Total	100%

Tabela 3.2 – Composição Acionária AES Tietê

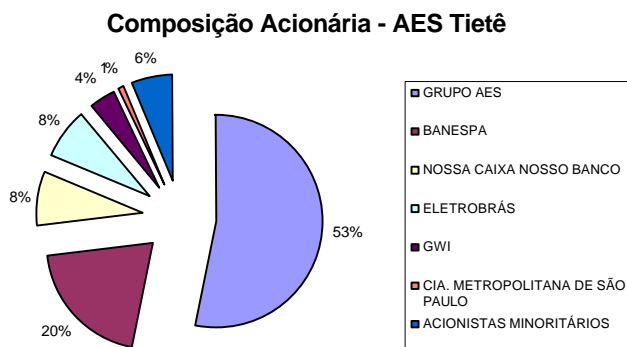


Figura 3.1 – Composição Acionária AES Tietê

3.3. Aspectos econômico-financeiros

A AES Tietê S.A. é uma companhia de capital aberto, autorizada a operar como concessionária de uso do bem público na produção e comercialização de energia elétrica, na condição de Produtor Independente de Energia, tendo suas atividades regulamentadas e fiscalizadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, ligada ao Ministério de Minas e Energia.

O contrato de concessão da AES Tietê S.A. é datado de 20 de dezembro de 1999 e tem prazo de duração de 30 anos.

Abaixo, trechos do boletim ITR - Informações Trimestrais - de dezembro de 2003, disponibilizado no site da CVM (Comissão de Valores Mobiliários).

Através desse boletim, disponibilizado trimestralmente pelas empresas de capital aberto operando no Brasil, as informações contábeis e financeiras previstas por lei são tornadas públicas.

Os relatórios que fazem parte do ITR da AES Tietê são:

- Balanço Patrimonial;
- Demonstração do Resultado do Exercício;
- Demonstração do Fluxo de Caixa;
- Demonstração de Origens e Aplicações de Recursos;
- Notas Explicativas.

Através da consulta criteriosa destes relatórios, é possível obter as informações e detalhes importantes sobre a Companhia e particularidades do negócio em si, essenciais para a execução da metodologia CFaR.

3.3.1. Desempenho Operacional e Estratégia

Durante o ano de 2003, a Companhia vendeu um total de 11.056.980 MWh de energia gerada em seu parque gerador. 75% desta energia (8.297.580 MWh) está atrelada aos contratos iniciais firmados com as principais empresas de distribuição de energia elétrica do Estado de São Paulo.

O processo de desregulamentação do setor de energia elétrica previa a redução gradual dos Contratos Iniciais – celebrados antes da privatização – na proporção de 25% ao ano a partir de 2003. Em

antecipação à redução da energia contratada pelos contratos iniciais, em dezembro de 2000, a Companhia celebrou um contrato Bilateral de compra e venda de energia elétrica com a Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S.A., com duração de 15 anos, que irá absorver os montantes de energia liberados anualmente pelos contratos iniciais.

Em 2004, mais 25% da energia contratada será liberada pelos Contratos Iniciais e automaticamente contratada pela Eletropaulo conforme previsto no Contrato Bilateral assinado em 2000.

3.3.2. Desempenho Financeiro

A principal fonte de receita da empresa é a venda de energia elétrica para empresas distribuidoras e comercializadoras (revendedoras). No exercício findo em 31 de dezembro de 2003, a receita bruta obtida foi de R\$ 813,7 milhões, sendo R\$800,0 milhões referentes à geração própria e R\$13,7 milhões referentes à energia livre e energia de curto prazo.

O custo com energia comprada para revenda, incluindo os encargos de conexão totalizou R\$58,1 milhões e representa 7,1% do total da receita bruta.

Até o início de 2003, a Companhia comprava uma média mensal de 36 MWh médios de Itaipu para suprir algumas distribuidoras. Essa compra não se caracterizava como repasse de energia de Itaipu, o que obrigava a Companhia a comprar por um preço estipulado em dólar norte-americano e a vender com tarifas fixadas em reais. Em 23 de janeiro de 2003, a Companhia obteve uma liminar assegurando o direito de não efetuar a compra de energia elétrica de Itaipu. Esta liminar foi cassada em 26 de setembro de 2003 e restabelecida em 30 de setembro do mesmo ano.

A AES Tietê não possui nenhum contrato de financiamento bancário. Seu principal endividamento é um contrato de financiamento com as Centrais Elétricas Brasileiras – Eletrobrás, decorrente de débitos relacionados ao repasse de energia Itaipu/Furnas ocorridas antes da privatização. Esse financiamento, que vence em maio de 2013, incorre em juros de 10% a.a., é atualizado pela variação do IGP-M e amortizado mensalmente.

O lucro líquido do exercício de 2003 foi de R\$ 195,3 milhões, sendo o lucro líquido por lote de mil ações de R\$2,09. Durante o ano de 2003 a companhia distribuiu dividendos de R\$52,6 milhões referente ao lucro apurado no primeiro semestre e pagou R\$45,5 milhões referentes a juros sobre o capital próprio com base no lucro apurado até setembro de 2003. A companhia pretende distribuir o lucro remanescente referente ao exercício de 2003 no montante de R\$87,4 milhões.

3.3.3. Aplicações Financeiras

O saldo de aplicações financeiras em 31 de dezembro de 2003 está representado por operações de curto prazo (inferiores à 90 dias), sendo 57% com rentabilidade média de 100,5% do CDI e os demais 43% com rentabilidade média da variação cambial.

3.3.4. Transações com partes relacionadas

Em dezembro de 2000, a AES Tietê assinou contrato de compra e venda de energia elétrica com a Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S.A. (Eletropaulo), pelo prazo de quinze anos. De acordo com esse contrato, a companhia venderá para a Eletropaulo a energia correspondente à redução de 25% ao ano, a partir de 2003, nas quantidades dos contratos iniciais. As quantidades de energia desse contrato em 2003 corresponderam a 315 MWh médios e a tarifa, em 31 de dezembro de 2003 é de R\$107,28 MWh. Esse contrato foi homologado pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

O contrato de mútuo com a AES Tietê empreendimentos (uma das empresas do bloco de controle, detentora de 38,68% das ações da Tietê) é remunerado pela variação de 100% do CDI e originalmente tinha vencimento final em dezembro de 2003 e pagamento previsto em até seis parcelas. Esse contrato havia sido aprovado pela ANEEL e qualquer alteração ou prorrogação em suas condições deveria ser submetida à aprovação prévia dela. Em 14 de julho de 2003, foi assinado entre as partes um termo de aditamento ajustando o prazo do contrato para um período de até dois anos, reforçando as garantias prestadas e estipulando a incidência de juros de mora e multa. Conforme esse aditivo a AES Tietê Empreendimentos S.A. ofereceu em garantia do contrato os dividendos, os pagamentos de juros sobre o capital próprio ou qualquer outra forma de remuneração do acionista, que venha a receber da AES Tietê S.A., estando a AES Tietê S.A. desde então autorizada a reter os montantes de direito da AES Tietê Empreendimentos S.A. , até a amortização final desse contrato.

3.3.5. Tributos e Contribuições Sociais

O imposto de renda e a contribuição social são calculados com base nas alíquotas vigentes nas datas dos balanços. Os impostos diferidos relativos a diferenças temporárias, prejuízos fiscais e base

negativa da contribuição social são registrados nas contas patrimoniais. A seguir demonstramos a composição da base de cálculo e saldos desses impostos:

Os tributos diferidos ativos representam os créditos fiscais compensáveis com lucros tributáveis futuros, calculados sobre prejuízos fiscais, provisões temporariamente não-dedutíveis e a base negativa da contribuição social.

Demonstrativo de Impostos e Contribuições - AES Tietê (R\$ mil)				
	2003		2002	
	IRPJ	CSLL	IRPJ	CSLL
Composição dos tributos no resultado:				
Corrente	(18.933)	(6.317)	0	0
Diferido	(37.901)	(14.199)	945	335
Total de Tributos	(56.834)	(20.516)	0	0
Demonstração do cálculo dos tributos:				
Resultado antes dos tributos	272.721	272.721	(3.802)	(3.802)
Adições (exclusões):				
Juros sobre o Capital Próprio - TJLP	(45.500)	(45.500)	0	0
Outros	115	735	22	81
Sub-Total	(45.385)	(44.765)	22	81
Base de Cálculo	227.336	227.956	(3.780)	(3.721)
Alíquota	25%	9%	25%	9%
Despesa com impostos às alíquotas nominais	(56.834)	(20.516)	0	0

Tabela 3.3. – Demonstrativo de Impostos e Contribuições

Despesa de IR e CSLL diferidos - AES Tietê (R\$ mil)			
	2003		
	IRPJ	CSLL	Total
Variação dos saldos dos tributos e das contribuições diferidos			
Prejuízo Fiscal	(12.107)		(12.107)
Base Negativa de CSLL		(4.914)	(4.914)
Diferenças temporárias - provisões	(6.499)	(2.339)	(8.838)
Sub-Total	(18.606)	(7.253)	(25.859)
Benefício Fiscal da Amortização do Ágio	(19.295)	(6.946)	(26.241)
Total	(37.901)	(14.199)	(52.100)

Tabela 3.4 – Despesa de IR e CSLL diferidos 2003 e 2004

As estimativas de realização dos créditos tributários, decorrentes de prejuízos fiscais e base negativa, bem como de tributos a recuperar, estão respaldadas em projeções de rentabilidade da companhia, a saber:

Estimativas de Imposto de Renda e CSLL diferidos - AES Tietê (R\$ mil)			
Ano	Tributos e Contribuições diferidos	Tributos a Recuperar	Total
2004	46.880	29.922	76.802
2005	56.414	26.764	83.178
2006	0	26.764	26.764
2007	0	26.764	26.764
2008	0	26.764	26.764
2009 a 2010	0	46.315	46.315
Total	103.294	183.293	286.587

Tabela 3.5 - Estimativas de IR e CSLL diferidos

3.3.6. Empréstimos e Financiamentos – Centrais Elétricas Brasileiras

Os encargos financeiros correspondem a IGP-M mais 10% ao ano. As parcelas do principal e dos encargos são pagas mensalmente. Em 31 de dezembro de 2003, as parcelas relativas ao principal dos empréstimos e financiamentos de longo prazo têm os seguintes vencimentos:

Amortizações Empréstimo Eletrobrás - (R\$ mil)	
Ano	Amortizações
2004	105.854
2005	110.361
2006	121.917
2007	134.683
2008	148.786
2009	164.374
2010 a 2013	702.787
Total	1.488.762

Tabela 3.6 – Amortizações Empréstimo Eletrobrás

3.3.7. Operações Financeiras com a Fundação CESP

A Tietê patrocina um plano de benefícios de aposentadoria e pensão para seus empregados e ex-empregados e respectivos beneficiários, com o objetivo de suplementar os benefícios fornecidos pelo sistema oficial de previdência social.

Com base na avaliação atuarial elaborada por atuários independentes de 31 de dezembro de 2003, seguindo os critérios determinados pela deliberação CVM nº 371, não existem passivos adicionais a serem reconhecidos na data do balanço patrimonial da Tietê, exceto aqueles já reconhecidos na forma de confissão de dívida ou empréstimo relativo às retenções de reservas, cujos contratos foram assinados antes da privatização da companhia, cujos saldos estão detalhados como “Operações Financeiras com Fundação CESP”.

As operações financeiras com a fundação CESP (entidade administradora dos planos de benefícios), registradas no passivo circulante e exigível a longo prazo, estão sumariadas conforme segue:

Operações Financeiras com a Fundação CESP						
	2003			2002		
	Circulante	Longo Prazo	Total	Circulante	Longo Prazo	Total
Fundação CESP II (1)	3.856	4.206	8.062	3.588	6.876	10.464
Fundação CESP III (2)	1.374	21.644	23.018	1.344	20.552	21.896
Total (A)	5.230	25.850	31.080	4.932	27.428	32.360

Tabela 3.7 – Operações Financeiras com a Fundação CESP

Empréstimos referentes às retenções de reservas, com vencimento final para 30 de novembro de 2005, cujos encargos são calculados com base na variação do custo atuarial do Plano de Suplementação de Aposentadoria e Pensão dos Empregados da Companhia ou na variação da TR, acrescida de juros de 8% ao ano, dos dois o maior, sendo estes incorporados ao valor do principal.

(1) Contrato de Confissão de Dívida para financiamento de déficit atuarial, referente ao Benefício Suplementar Proporcional Saldado – BSPS, com vencimento final em 30 de novembro de 2017. O saldo desse contrato é atualizado pela variação do custo atuarial, ou pela variação do IGP-DI, acrescida de juros de 6% ao ano, dos dois o maior.

3.3.8. Suprimento, Compra e Transporte de Energia Elétrica

Abaixo a composição das receitas brutas de geração de energia da AES Tietê entre 1999 e 2003:

Suprimento, Compra e Transporte de Energia Elétrica - (R\$ mil)										
Itens	1999		2000		2001		2002		2003	
	MWh	R\$mil	MWh	R\$mil	MWh	R\$mil	MWh	R\$mil	MWh	R\$mil
Geração Própria:										
Itaipu - Repasse	1.553.021	81.706								
Contratos Iniciais	9.722.638	374.200	11.384.064	521.978	11.363.240	554.403	11.364.840	613.818	8.297.580	536.211
Contrato Bilateral									2.759.400	263.717
Ajuste no Fator de Redução								(15.901)		
Ajuste de Energia Livre								(18.590)		
Energia Livre e Energia de Curto Prazo						157.039		15.090		13.745
Outros								18		
AES Minas PCH Ltda.								813		177
Total	11.275.659	455.906	11.384.064	521.978	11.363.240	711.442	11.364.840	595.248	11.056.980	813.850
Energia Elétrica Comprada										
Itaipu-Repasse	1.553.021	79.753								
Itaipu-Revenda	250.949	11.796	281.935	15.409	247.873	22.023	247.092	21.207	15.537	1.705
Furnas	872.841	29.422								
Energia Livre e Energia de Curto Prazo	(41.980)	323				234.198		84.646		22.265
Ajuste de Energia Livre								(80.657)		0
Controle de Uso Sist. Transmissão										12.005
CTEEP		25.457		15.959		16.584		18.306		22.149
AES Minas PCH Ltda.				102						(173)
Total	2.634.831	146.751	281.935	31.470	247.873	272.605	247.092	43.502	15.537	57.951

Tabela 3.8 – Suprimento, Compra e Transporte de Energia Elétrica

3.3.9. Investimentos

Em 2003 a companhia fez investimentos da ordem de R\$9 milhões na manutenção de usinas de seu parque gerador. Abaixo o histórico dos investimentos da companhia entre 1999 e 2003:

Investimentos (R\$mil)	
Ano	Total
2000	17.741
2001	27.218
2002	24.888
2003	8.923
Média	19.693
Desvio-Padrão	7.131

Tabela 3.9 – Investimentos Realizados

3.3.10. Imobilizado

Abaixo o histórico do Imobilizado com as contas que o compõem e suas respectivas evoluções:

Imobilizado - (R\$ mil)																
Itens	2000				2001				2002				2003			
	Custo Corrigido	Rem. Enc. Fin. Construção	Depreciação Acumulada	Líquido R\$mil	Custo Corrigido	Rem. Enc. Fin. Construção	Depreciação Acumulada	Líquido R\$mil	Custo Corrigido	Rem. Enc. Fin. Construção	Depreciação Acumulada	Líquido R\$mil	Custo Corrigido	Rem. Enc. Fin. Construção	Depreciação Acumulada	Líquido R\$mil
Intangíveis	1.355			1.355	1.529	1		1.530	1.948	1		1.949	2.799	1		2.800
Terrenos	145.119	5.237		150.356	96.556	63.751		150.307	67.313	63.751		151.064	67.300	63.728		151.028
Reservatórios, Barragens e Adutoras	1.503.315	187.948	(813.979)	877.284	967.427	729.514	(848.971)	847.970	982.862	729.514	(884.077)	828.299	974.404	729.101	(917.466)	786.039
Edificações, Obras Cíveis e Benefetorias	343.623	39.383	(221.017)	161.989	211.637	168.431	(227.361)	152.707	211.114	168.431	(235.110)	144.435	202.816	159.432	(233.505)	128.743
Máquinas e Equipamentos	479.405	94.465	(311.334)	262.536	307.319	267.648	(327.195)	247.772	319.506	267.648	(343.881)	243.273	331.751	267.324	(361.146)	237.929
Veículos	2.678		(1.796)	882	2.339		(1.993)	346	2.281		(1.828)	452	2.733	0	(1.700)	1.033
Móveis e Utensílios	4.840		(2.578)	2.262	4.166		(2.287)	1.879	5.508		(2.386)	3.122	8.812	0	(3.079)	5.733
Inobilizado em Serviço	2.480.335	327.033	(1.350.704)	1.456.664	1.580.973	1.229.345	(1.407.807)	1.402.511	1.610.532	1.229.345	(1.467.283)	1.372.594	1.610.615	1.219.586	(1.516.896)	1.313.305
Inobilizado em Curso	28.416	1.326		29.742	42.195			42.195	33.790			33.790	14.828			14.828
Obrigações Especiais	0			0				0	(4.781)			(4,781)	(4,781)			(4,781)
AES Minas PCH Ltda.	0			0				0	3			3	4,757		(78)	4,679
	2.508.751	328.359	(1.350.704)	1.486.406	1.623.168	1.229.345	(1.407.807)	1.444.706	1.639.544	1.229.345	(1.467.283)	1.401.606	1.625.419	1.219.586	(1.516.974)	1.328.031
Δ Depreciação Acumulada				(61.959)				(57.103)				(58.476)				(49.691)
Despesa de Depreciação (DRE)				(62.886)				(62.843)				(63.265)				(64.193)
Inobilizado				2.837.110				2.852.513				2.868.869				2.845.005
Taxa Média Anual de Depreciação				2,22%				2,20%				2,21%				2,26%

Tabela 3.10 – Imobilizado

Capítulo 4

Avaliação das Variáveis para Cálculo do CFaR da AES Tietê

4.1. Descrição geral do modelo

Agora que já foram apresentadas as técnicas de simulação de Monte Carlo e a empresa AES Tietê em seus números referentes ao dia 31/12/2003, procederemos à definição e avaliação das diversas variáveis e contas que definem o valor do Caixa, lucro líquido e EBITDA da empresa.

O valor da conta caixa ao fim de 2004 será igual ao valor da conta ao fim de 2003 somada à sua variação ao longo do ano.

No modelo de CFaR, o que se busca é delimitar, com algum nível de confiança, qual seria um mínimo estatístico para essa variação.

Assim, a análise do problema requer que passemos por todos os itens que de uma maneira ou de outra afetem a conta caixa para que seja possível simular seu comportamento no exercício subsequente.

Todas as contas de balanço e resultado que dependam de variáveis econômicas serão impactadas por alterações nas mesmas. Essas variáveis econômicas são admitidas possuindo distribuição normal, com média e volatilidade definidas.

As variáveis aleatórias com distribuição normal têm a forma de sino com eixo na sua média e podem ser definidas apenas conhecendo-se sua média e seu desvio padrão.

Apesar de a literatura de finanças assumir que as variáveis financeiras têm distribuição gaussiana (normal), é sabido que isso não é realidade.

Não obstante as variáveis do tipo taxa foram assumidas como possuindo distribuição normal enquanto as variáveis do tipo preço foram admitidas como possuindo distribuição log-normal.

Variáveis Aleatórias com Distribuição Normal			
Itens	Valor Inicial	Média	Volatilidade
TR	N/A	2,91%	1,02%
IGPM	N/A	14,16%	6,80%
IGP-DI	N/A	14,12%	6,75%
USD	2,8892	16,91%	18,47%
CDI	N/A	20,06%	2,43%
IPCA	N/A	9,28%	3,47%
Preço MAE	20,18	-14,53%	85,56%

Tabela 4.1 – Variáveis Aleatórias com Distribuição Normal

Essas variáveis irão impactar os seguintes itens da simulação:

- Alteração no preço dos contratos de energia (IGP-M);
- Aumento de despesa de pessoal (IPCA);
- Provisões operacionais, taxa de fiscalização e seguros (IGP-M);
- Receitas Financeiras de Aplicações (CDI e USD);
- Despesas Financeiras – Empréstimos Eletrobrás (IGP-M);
- Despesas Financeiras – Empréstimos CESP (TR e IGP-DI);
- Empréstimo a AES Tietê Empreendimentos (CDI);

Existem algumas contas de resultado (notadamente custos) onde não foi possível verificar um padrão que pudesse indicar que a mesma apresentasse uma distribuição normal e, por extensão, estimar seus parâmetros.

Além disso, a própria natureza das contas (Despesas não Operacionais, Serviços de Terceiros) sugere que as mesmas possuem comportamento randômico.

Da mesma forma, não foi possível estabelecer um relacionamento linear claro entre algumas contas e a receita de vendas.

Essas contas foram admitidas como possuindo distribuição uniforme, distribuição na qual qualquer evento tem igual probabilidade de ocorrência. O valor mínimo de cada variável foi dado pelo menor valor em cinco anos e máximo dado pelo maior valor em cinco anos.

Alterações substantivas na conta Materiais também não são levadas em consideração devido à baixa magnitude da mesma.

Para a conta de Investimentos, não há em seus demonstrativos nenhuma menção a futuros gastos em CAPEX, o que levou à inserção da conta nesse grupo de variáveis uniformemente distribuídas.

Variáveis Aleatórias com Distribuição Uniforme		
Itens	Mínimo	Máximo
Q demandada	11.363.240	12.522.470
Desp Não Op	(24.092)	(388)
Material	(4.872)	(1.968)
Serv. Terceiros	(23.315)	(15.514)
Investimentos	8.923	27.218

Tabela 4.2 – Variáveis Aleatórias com Distribuição Uniforme

A SMC será executada com geração de 65.000 cenários do conjunto de variáveis aleatórias definido nas tabelas anteriores.

Um algoritmo foi desenvolvido no MS Excel para execução da rotina de SMC.

Para a execução da SMC, é necessário efetuar o cálculo das volatilidades e correlações entre cada um dos fatores de risco CDI, TR, IGP-M, IGP-DI, IPCA e PTAX.

O método de cálculo das volatilidades utilizado foi o desvio padrão dos retornos anuais de cada um dos fatores de risco e a partir destes retornos foi construída a matriz de correlação abaixo:

ρ	CDI	TR	IGPM	IGP-DI	IPCA	PTAX
CDI	1,0000	0,6131	0,9361	0,9256	0,9094	-0,3121
TR	0,6131	1,0000	0,6106	0,5437	0,8233	-0,2025
IGPM	0,9361	0,6106	1,0000	0,9940	0,9418	-0,3140
IGP-DI	0,9256	0,5437	0,9940	1,0000	0,9077	-0,3076
IPCA	0,9094	0,8233	0,9418	0,9077	1,0000	-0,3013
PTAX	-0,3121	-0,2025	-0,3140	-0,3076	-0,3013	1,0000

Tabela 4.3 – Matriz de Correlação entre os Fatores de Risco

Como já comentado, as variáveis econômico-financeiras possuem um grau de correlação entre si.

Ao sortear os números com distribuição uniforme, é necessária uma correção para que essa correlação efetivamente se manifeste durante a simulação. Essa correção é efetuada multiplicando o vetor de variáveis sorteadas pela matriz abaixo:

Cholesky	CDI	TR	IGPM	IGP-DI	IPCA	PTAX
CDI	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
TR	0,6131	0,7900	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
IGPM	0,9361	0,0464	0,3487	0,0000	0,0000	0,0000
IGP-DI	0,9256	-0,0301	0,3698	0,0748	0,0000	0,0000
IPCA	0,9094	0,3364	0,2149	-0,0445	0,1083	0,0000
PTAX	-0,3121	-0,0141	-0,0608	0,0439	0,0209	0,9468

Tabela 4.4 – Decomposição de Cholesky para os Fatores de Risco

4.2. A demanda de energia

Como apresentado em seu ITR, a AES Tietê vendeu um total de 11.056.980 MWh de energia gerada em seu parque gerador.

Três quartos desta energia (8.297.580 MWh) está atrelada aos contratos iniciais firmados com as principais empresas de distribuição de energia elétrica do Estado de São Paulo.

O processo de desregulamentação do setor de energia elétrica previa a redução gradual dos Contratos Iniciais – celebrados antes da privatização – na proporção de 25% ao ano a partir de 2003. Em antecipação à redução da energia contratada pelos contratos iniciais, em dezembro de 2000, a Companhia celebrou um contrato Bilateral de compra e venda de energia elétrica com a Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S.A., com duração de 15 anos, que irá absorver os montantes de energia liberados anualmente pelos contratos iniciais.

Em 2004, mais 25% da energia contratada será liberada pelos Contratos Iniciais e automaticamente contratada pela Eletropaulo conforme previsto no Contrato Bilateral assinado em 2000.

Se olharmos o comportamento da produção de energia da empresa desde 2000, verificaremos que o montante gerado gira em torno de 11.000.000 MWh por ano.

A energia assegurada pela empresa é 11.887.320 MWh por ano. A empresa pode vender mais do que produz, bastando para isso que opere uma compra no MAE equivalente a essa diferença.

O consumo será modelado como uma variável aleatória com distribuição uniforme entre o mínimo e o máximo valores verificados entre 2000 e 2003, sendo o máximo valor majorado em 10%.

Em 2004, a quantidade de energia dos contratos iniciais será igual a dos contratos bilaterais, na casa dos 5.518.800 MWh.

O preço dos contratos bilaterais no início de 2004 é dado por $R\$263\text{mi} / 2.759.400 \text{ MWh} = R\$95,57/\text{MWh}$, enquanto o preço dos contratos iniciais no início de 2004 é dado por $R\$536\text{mi} / 8.297.580 \text{ MWh} = R\$64,62/\text{MWh}$.

Os dois preços serão corrigidos pela variação do IGP-M. O IGP-M acumulado obedecerá a uma distribuição normal com média e variância calculadas com uso da série histórica de IGP-M disponível no site do Banco Central.

Abaixo a DRE da AES Tietê S/A entre 1999 e 2003:

DRE AES Tietê S/A					
DRE - IAN (CVM)	1999	2000	2001	2002	2003
Receita Bruta de Vendas e/ou Serviços	455.907	522.346	712.273	596.085	815.486
Suprimento de e Transporte de Energia	455.906	521.978	711.442	595.248	813.850
Outras Receitas	1	368	831	837	1.636
Deduções da Receita Bruta	(23.952)	(19.807)	(27.106)	(25.997)	(36.494)
Quota para Reserva Global de Reversão	0	0	0	0	0
Energia Comprada para Repasse - Itaipu	0	0	0	0	0
Outros	(23.952)	(19.807)	(27.106)	(25.997)	(36.494)
Receita Líquida de Vendas e Serviços	431.955	502.539	685.167	570.088	778.992
Custo de Bens ou Serviços Vendidos	(352.156)	(181.202)	(416.554)	(194.276)	(231.427)
Energia Comprada para Repasse	(79.753)	0	0	0	0
Pessoal	(23.068)	(22.063)	(16.667)	(17.808)	(25.421)
Material	(1.968)	(4.872)	(3.001)	(2.457)	(2.150)
Serviços de Terceiros	(15.514)	(23.315)	(20.856)	(20.404)	(17.561)
Compensação Financ. p/ utilização Rec. Hídricos	(11.680)	(16.201)	(18.007)	(24.183)	(32.438)
Energia Elétrica Comprada para Revenda	(66.998)	(31.470)	(272.805)	(43.502)	(57.951)
Depreciação e Amortização	(47.714)	(62.888)	(62.843)	(63.285)	(64.193)
Provisões Operacionais	(97.278)	(2.371)	(6.920)	(592)	(2.200)
Taxa de Fiscalização	0	0	0	(3.455)	(4.125)
Seguros	0	0	0	(1.458)	(3.142)
Outras Despesas	(8.183)	(18.022)	(15.455)	(17.132)	(22.246)
Resultado Bruto	79.799	321.337	268.613	375.812	547.565
Despesas/Receitas Operacionais	(210.604)	(227.665)	(223.607)	(379.898)	(251.155)
Com Vendas	0	0	0	0	0
Gerais e Administrativas	0	0	0	0	0
Financeiras	(210.604)	(227.665)	(223.607)	(379.898)	(251.155)
Receitas Financeiras	1.445	19.692	28.382	45.706	16.048
Despesas Financeiras	(212.049)	(247.357)	(251.989)	(425.604)	(267.203)
Despesas Financeiras	(85.907)	(131.502)	(123.054)	(131.159)	(142.198)
Variações Monetárias/Cambiais Líquidas	(126.142)	(115.855)	(128.935)	(294.445)	(125.005)
Outras Receitas Operacionais	0	0	0	0	0
Outras Despesas Operacionais	0	0	0	0	0
Resultado de Equivalência Patrimonial	0	0	0	0	0
Resultado Operacional	(130.805)	93.672	45.006	(4.086)	296.410
Resultado Não Operacional	(121.535)	16	(2.407)	284	(23.689)
Receitas	560	1.004	803	672	403
Despesas	(122.095)	(988)	(3.210)	(388)	(24.092)
Perda na Desativação de Bens-Hidrovia	(118.914)	0	0	0	0
Outras Despesas	(3.181)	(988)	(3.210)	(388)	(24.092)
Resultado Antes Tributação/Participações	(252.340)	93.688	42.599	(3.802)	272.721
Provisão para IR e Contribuição Social	0	0	0	0	(25.250)
Imposto de Renda	0	0	0	0	(18.933)
Contribuição Social	0	0	0	0	(6.317)
IR Diferido	57.317	(40.685)	(7.246)	1.280	(52.100)
IR Diferido	35.045	(23.448)	(5.328)	945	(37.901)
CSLL Diferido	22.272	(17.237)	(1.917)	335	(14.199)
Reversão dos Juros sobre Capital Próprio	0	0	0	0	0
Participações/Contribuições Estatutárias	(932)	0	0	0	0
Participações	(932)	0	0	0	0
Contribuições	0	0	0	0	0
Lucro/Prejuízo do Período	(195.955)	53.003	35.353	(2.522)	195.371
Número de Ações	93.698.262	93.698.262	93.698.262	93.698.262	93.698.262
Lucro por Ação (R\$/Ação)	(0,002091)	0,000566	0,000821	(0,000027)	0,002085
EBITDA	224.791	386.596	338.376	439.689	613.958

Tabela 4.5 – Demonstrativo do Resultado do Exercício

4.3. O empréstimo junto a Eletrobrás

O contrato formalizado entre a Tietê e a Centrais Elétricas Brasileiras – Eletrobrás se encontra com valor atualizado em dezembro/2003 de R\$1.488.762 mil

Os encargos financeiros correspondem a IGP-M mais 10% ao ano e o cronograma de amortizações se encontra na tabela 3.6.

A parcela relativa a 2004 monta a R\$105.854 mil, sendo R\$6.080 de juros e R\$99.774 de amortização do principal.

É importante lembrar que os dois valores afetam o Caixa, mas só a despesa de juros afeta o Lucro Líquido.

O restante do principal, no montante de R\$1.382.908 gerará uma despesa de juros que também afeta o caixa, já que é pago mensalmente.

Dado que o indexador é o IGP-M, o resultado do sorteio do IGP-M na SMC será usado para obter uma distribuição do valor futuro desse vencimento e seu impacto no caixa da empresa.

4.4. Os empréstimos junto à Fundação CESP

A operação denominada CESP II tem vencimentos de R\$3.856 mil em 2004 e R\$4.206 no longo prazo, com remuneração de TR mais 8% ao ano, ou o custo atuarial do programa de benefícios da companhia. Dados os valores envolvidos e visando à praticidade, a modelagem será realizada pela variável aleatória TR, que terá distribuição normal e participará do mesmo sorteio das variáveis anteriores.

A operação denominada CESP III tem vencimentos de R\$1.374 mil em 2004 e R\$21.644 no longo prazo e é indexada a IGP-DI mais 6% de juros ao ano.

O IGP-DI fará parte da decomposição de Cholesky na SMC, dado que possui uma alta correlação com o IGP-M que não pode ser desprezada.

4.5. As aplicações financeiras

A AES Tietê tinha em 31 de dezembro de 2003, R\$ 266.183 mil em aplicações de curto prazo (inferiores à 90 dias) e com liquidez diária, sendo que 57% desse montante rende 100,5% do CDI e o restante rende variação cambial.

Duas novas variáveis aleatórias serão originadas em nossa SMC, o CDI acumulado e o dólar PTAX.

As suas respectivas médias e variâncias serão calculadas através de séries históricas e a SMC será usada para se originar a distribuição de probabilidade de ambas.

4.6. Mútuo com a AES Tietê Empreendimentos S/A

A AES Tietê cedeu um empréstimo à sua controladora AES Tietê Empreendimentos S.A.

Esse mútuo é remunerado a 100% da variação do CDI.

Em 2004, os vencimentos montam a R\$32.768 mil.

No realizável a longo prazo, o valor é R\$19.132 mil.

A despesa financeira equivalente será simulada através da simulação do acumulado do CDI, bem como o impacto na conta Caixa oriundo da amortização do débito no circulante.

4.7. O Risco Hidrológico

Um outro ponto importante a ser levado em consideração seria o regime de chuvas provável no país em um determinado período de simulação.

Em 2001, a “Crise do Apagão” fez com que as autoridades e analistas do setor atentassem para mais este risco presente na operação das empresas geradoras de energia.

No entanto, de acordo com estudo realizado pelo ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico) com base nos dados de armazenamento de água nos reservatórios em dezembro de 2003, os riscos de o Brasil sofrer uma nova crise de energia são muito baixos até 2008.

A probabilidade de uma crise de abastecimento como a que o país viveu em 2001 é de apenas 5% até 2008, mesmo se o país crescer a taxas de 3,5% a 4% nos próximos quatro anos (Jornal Folha de São Paulo, Dinheiro, página B1, 07/06/2004), sendo que o abastecimento está garantido no biênio 2004/2005.

4.8. A matriz de Fatores de Risco

Ao observarmos os contratos de operação, a estrutura de ativos e passivos da empresa, o cronograma de amortizações, o orçamento de CAPEX (do inglês *Capital Expenditure* – despesa de Capital, investimento), o imposto de renda diferido e outras variáveis existentes em sua operação, é possível construir uma matriz que relaciona as principais operações/produtos existentes na empresa com as variáveis aleatórias que determinam seus valores contábeis e/ou respectivas saídas/entradas de caixa resultantes dessas oscilações.

Matriz de Fatores de Risco						
Item	Fatores de Risco					
	IGP-M	Q demandada	CDI	USD	TR	IGP-DI
Demanda	X	X				
Aplicações Financeiras			X	X		
CESP II					X	
CESP III						X
Eletrobrás	X					

Figura 4.1 – Matriz de Fatores de Risco

4.9. Investimentos

Devido à intensa irregularidade no montante de investimentos efetuados pela AES Tietê ao longo dos anos (vide Tabela 3.9), o fluxo de caixa decorrente do gasto com investimentos será simulado através de uma variável aleatória com distribuição uniforme, com máximo e mínimo dados pela série histórica obtida no demonstrativo de fluxo de caixa da Companhia.

4.10. Depreciação

A despesa de depreciação será calculada com base no nível de Investimentos, do Imobilizado Bruto e da depreciação acumulada, num modelo do tipo *valuation* básico.

As equações utilizadas no processo são:

$$IB_t = IB_{t-1} + I_t$$

$$DA_t = a \times IB_t + DA_{t-1}$$

$$a = \frac{D_0}{IB_0}$$

$$D_t = DA_t - DA_{t-1}$$

Onde:

IB_t : Imobilizado Bruto no instante t ;

I_t : Investimentos em CAPEX no instante t (definido no item 4.9);

DA_t : Depreciação Acumulada no instante t ;

D_0 : Despesa de Depreciação no instante 0 .

4.11. Capital de Giro

A variação do capital de giro será obtida pela aplicação dos seguintes índices financeiros:

Prazo Médio de Cobrança = Duplicatas a Receber *365 / Receita de Vendas

A literatura contábil utiliza o índice:

Prazo Médio de Pagamento = (Fornecedores + Duplicatas a Pagar) * 365 / Compras Anuais;

No entanto, dadas as características do negócio de energia elétrica, utilizar-se-á o índice Prazo Médio de Pagamento sobre o Custo da Energia Vendida:

Prazo Médio de Pagamento = (Fornecedores + Duplicatas a Pagar) * 365 / CEV;

O giro dos estoques é imaterial para a empresa AES Tietê.

Através da análise horizontal desses índices, serão definidos valores médios de períodos adequados para que essas razões sejam usadas na estimativa da variação do Capital de Giro da Companhia ao longo do ano de 2004.

A idéia é que os itens acima, calculados com o balanço em $t = 0$, sejam mantidos para a simulação, fazendo com que as alterações nos itens de balanço Estoques, Fornecedores (Duplicatas a Pagar) e Créditos (Duplicatas a Receber) reflitam as alterações de receita obtidas na simulação.

4.12. Custo da Energia Vendida

Custo da Energia Vendida (R\$ mil)					
DRE - ITR	1999	2000	2001	2002	2003
Custo de Bens ou Serviços Vendidos	(352.156)	(181.202)	(416.554)	(194.276)	(231.427)
Energia Comprada para Repasse	(79.753)	0	0	0	0
Pessoal	(23.068)	(22.063)	(16.667)	(17.808)	(25.421)
Material	(1.968)	(4.872)	(3.001)	(2.457)	(2.150)
Serviços de Terceiros	(15.514)	(23.315)	(20.856)	(20.404)	(17.561)
Compensação Financ. p/ utilização Rec. Hídricos	(11.680)	(16.201)	(18.007)	(24.183)	(32.438)
Energia Elétrica Comprada para Revenda	(66.998)	(31.470)	(272.805)	(43.502)	(57.951)
Depreciação e Amortização	(47.714)	(62.888)	(62.843)	(63.285)	(64.193)
Provisões Operacionais	(97.278)	(2.371)	(6.920)	(592)	(2.200)
Taxa de Fiscalização	0	0	0	(3.455)	(4.125)
Seguros	0	0	0	(1.458)	(3.142)
Outras Despesas	(8.183)	(18.022)	(15.455)	(17.132)	(22.246)
Energia Geração Própria (MWh)	11.275.659	11.384.064	11.363.240	11.364.840	11.056.980

Tabela 4.6 – Custo da Energia Vendida

A Energia Comprada para Repasse será admitida nula em 2004.

A Energia Comprada para Revenda será admitida igual ao valor de 2003, com o residual sendo liquidado ao preço do mercado de energia.

A despesa de pessoal será modelada como igual à de 2003, com a correção do IPCA.

A despesa de material e a despesa de serviços de terceiros terá distribuição uniforme.

A Compensação Financeira por Utilização de Recursos Hídricos será proporcional à Receita Bruta de Vendas.

A energia elétrica comprada para revenda será o resíduo do modelo de suprimento, como já comentado no item referente à modelagem da receita bruta.

A despesa de depreciação será obtida por procedimento análogo ao *valuation*, levando em consideração o tamanho do Imobilizado e o volume dos Investimentos (vide item 5.9).

As provisões operacionais, a taxa de fiscalização e a despesa de seguros serão equivalentes às de 2003 corrigidas pelo IGP-M.

O item Outras Despesas será proporcional à Receita Bruta.

4.13. Liquidação de Operações do MAE

A AES Tietê firmou um acordo para pagamento aos seus credores de seus débitos relativos às operações de compra e venda de energia elétrica registradas no Mercado Atacadista de Energia – MAE, no período de setembro de 2000 a dezembro de 2002, ou seja, durante o Programa Emergencial de Redução do Consumo de Energia Elétrica. O acordo, que teve intervenção da ANEEL e do MAE, prevê o pagamento dos referidos débitos em 49 parcelas. O total do débito em questão é de R\$120 milhões. A utilização no modelo será um valor fixo de R\$29.388 mil por ano.

4.14. Resumo Itens de Balanço

Itens de Balanço

1 - Aplicações Financeiras	Saldo					
Conta Disponibilidades	266.305					
CDI (57%)	151.794					
USD (43%)	114.511					
Cupom Cambial (Ano)	5%					
2 - Empréstimo Concedido a AES Tietê Empreendimentos S.A.						
Circulante	32.768					
Realizável a Longo Prazo	19.132					
Total	51.900					
3 - Empréstimo Eletrobrás						
Encargos	6.080	IGPM				
Circulante	99.774					
Longo prazo	1.382.908					
Total	(34.292)					
Cupom de IGPM	10%					
4 - Fundação CESP						
CESP II	8.062	TR				
Circulante	3.856					
Longo Prazo	4.206					
Taxa de Juros (ano)	8%					
CESP III	23.018	IGP-DI				
Circulante	1.374					
Longo Prazo	21.644					
Taxa de Juros (ano)	6%					
5 - Amortização MAE - 49 parcelas						
Valor Contábil	(29.388)					
6 - Fornecimento de Energia	Q	Receita	Preço Médio			
Contratos Iniciais	8.297.580	536.211	64,62			
Contratos Bilaterais no início de 2003	2.759.400	263.717	95,57			
Energia Total Fornecida em 2003	11.056.980					
Contratos Iniciais Totais (início de 2003)	11.037.600					
Energia Assegurada (MW Médios)	1.357					
Energia Assegurada Ano	11.887.320	Máximo Possível				
Contratos Bilaterais em 2003	5.518.800					
Contratos Iniciais em 2003	5.518.800					
Mínimo de Energia Demandada (histórico)	11.363.240					
Máximo de Energia Demandada (histórico)	12.522.470					
7 - Depreciação e Investimentos						
Depreciação Acumulada em t = 0	(1.516.974)					
Depreciação Acumulada em t = 1 ano	(1.581.394)					
Imobilizado em t=0	2.845.005					
Investimentos	10.043					
Despesa de Depreciação em t=0	(64.193)					
Taxa de Depreciação	2,26%					
Despesa de Depreciação entre t=0 e t=1	(64.420)					
8 - Imposto de Renda						
Imposto de Renda Diferido Máximo	(38.309)					
CSLL Diferida Máxima	(13.791)					
Total IR Diferido Máximo	(52.100)					
Base de Cálculo	439.162					
IR Total	(109.790)					
CSLL Total	(39.525)					
Base de Cálculo Mínima para IR provisionado	153.235					
Provisão IR	(71.482)					
Provisão CSLL	(25.733)					
9 - Cálculo o Investimento em Capital de Giro						
Item	1999	2000	2001	2002	2003	Simulação
Créditos	48.445	77.857	156.469	153.896	200.337	256.447
Revededores	30.786	57.598	137.431	126.443	105.420	
Contas a Receber de Partes Relacionadas	17.659	20.259	19.038	27.453	94.917	
Prazo Médio de Recebimento (Dias de ROB)	39	54	80	94	90	88
					A	56.110
Estoques	969	1.093	1.059	1.138	957	1.220
Giro dos Estoques (Dias de CMV)	2	3	1	3	2	2
					A	263
Fornecedores	9.143	11.307	246.349	268.629	45.837	53.477
Prazo Médio de Pagamento (Dias de CMV)	16	36	259	752	101	101
					A	7.640
Investimento em Capital de Giro	(48.733)					

4.15. Resumo DRE

Abaixo tabela com simulação de um dos 65.000 cenários de DRE usada no cálculo do CFaR:

Simulação DRE AES Tietê							Modelo
DRE - IAN (CVM)	1999	2000	2001	2002	2003	Simulação	
Receita Bruta de Vendas e/ou Serviços	455.907	522.346	712.273	596.085	815.486	932.267	
Suprimento de e Transporte de Energia	455.906	521.978	711.442	595.248	813.850	931.165	
Contratos Iniciais	374.200	521.978	554.403	613.818	536.211	405.915	
Preço Médio	38,49	45,85	48,79	54,01	64,62	69,22	Distribuição Normal - IGPM
Energia Vendida	9.722.638	11.384.064	11.363.240	11.364.840	8.297.580	5.864.232	Distribuição Uniforme
Contratos Bilaterais	0	0	0	0	263.717	564.947	
Preço Médio					95,57	102,37	Distribuição Normal - IGPM
Energia Vendida					2.759.400	5.518.800	Dada
MAE e Energia Livre	81.706	0	157.039	(18.570)	13.922	(39.697)	
Preço Médio						114,92	Distribuição Normal - IGPM
Energia Vendida						(345.432)	Combinação Linear
Outras Receitas	1	368	831	837	1.636	1.101	Média 3 últimos anos
Deduções da Receita Bruta	(23.952)	(19.807)	(27.106)	(25.997)	(36.494)	(40.437)	
Quota para Reserva Global de Reversão	0	0	0	0	0	0	Nula
Energia Comprada para Repasse - Itaipu	0	0	0	0	0	0	Nula
Outros	(23.952)	(19.807)	(27.106)	(25.997)	(36.494)	(40.437)	Proporcional à Receita Bruta
% de deduções da receita bruta s/ Vendas	-5,25%	-3,79%	-3,81%	-4,36%	-4,48%	-4,34%	Média dos dois últimos anos
Receita Líquida de Vendas e Serviços	431.955	502.539	685.167	570.088	778.992	891.830	
Custo de Bens ou Serviços Vendidos	(352.156)	(181.202)	(416.554)	(194.276)	(231.427)	(248.833)	
Energia Comprada para Repasse	(79.753)	0	0	0	0	0	Nula
Pessoal	(23.068)	(22.063)	(16.667)	(17.808)	(25.421)	(27.361)	Igual a 2003 + IPCA
Material	(1.968)	(4.672)	(3.001)	(2.457)	(2.150)	(4.507)	Distribuição Uniforme
Serviços de Terceiros	(15.514)	(23.315)	(20.856)	(20.404)	(17.561)	(20.985)	Distribuição Uniforme
Compensação Financ. p/ utilização Rec. Hídricos	(11.680)	(16.201)	(18.007)	(24.183)	(32.436)	(37.453)	Proporcional à Receita Bruta
	-2,56%	-3,10%	-2,53%	-4,06%	-3,98%	-4,02%	
Energia Elétrica Comprada para Revenda	(66.998)	(31.470)	(272.805)	(43.502)	(57.951)	(57.951)	Igual a 2003
Depreciação e Amortização	(47.714)	(62.888)	(62.843)	(63.285)	(64.193)	(64.423)	Valuation
Provisões Operacionais	(97.278)	(2.371)	(6.920)	(592)	(2.200)	(2.356)	Igual a 2003 + IGPM
Taxa de Fiscalização	0	0	0	(3.455)	(4.125)	(4.418)	Igual a 2003 + IGPM
Seguros	0	0	0	(1.458)	(3.142)	(3.365)	Igual a 2003 + IGPM
Outras Despesas	(8.183)	(18.022)	(15.455)	(17.132)	(22.246)	(26.113)	Proporcional à Receita Bruta
Outras Despesas como % da Receita Bruta	-1,79%	-3,45%	-2,17%	-2,87%	-2,73%	-2,80%	Média dos dois últimos anos
Resultado Bruto	79.799	321.337	268.613	375.812	547.565	642.896	
Despesas/Receitas Operacionais	(210.604)	(227.665)	(223.607)	(379.898)	(251.155)	(215.823)	
Com Vendas	0	0	0	0	0	0	Nula
Gerais e Administrativas	0	0	0	0	0	0	Nula
Financeiras	(210.604)	(227.665)	(223.607)	(379.898)	(251.155)	(215.823)	
Receitas Financeiras	1.445	19.692	28.382	45.706	16.048	48.485	
CDI						24.486	
USD						15.627	Distribuição Normal
AES Tietê Empreendimentos						8.372	Distribuição Normal
Despesas Financeiras	(212.049)	(247.357)	(251.989)	(425.604)	(267.203)	(264.308)	
Despesas Financeiras	(85.907)	(131.502)	(123.054)	(131.159)	(142.198)	(160.875)	
Despesas Financeiras - Caixa						(160.875)	
Eletrobrás CP						(10.663)	Cupom de IGPM = 10% ao ano
Eletrobrás LP						(147.793)	Cupom de IGPM = 10% ao ano
Cesp II						(948)	Distribuição Normal
Cesp III						(1.472)	Cupom de IGP-DI = 6% ao ano
Despesas Financeiras - Não Caixa						0	Não existem porque o pagamento dos juros é mensal em todos os débitos.
Eletrobrás						0	
Cesp II						0	
Cesp III						0	
Variações Monetárias/Cambiais Líquidas	(126.142)	(115.855)	(128.935)	(294.445)	(125.005)	(103.433)	
Variações Monetárias/Cambiais Líquidas Caixa						(8.416)	
Eletrobrás						(6.855)	Distribuição Normal
Cesp II						0	Indexado à TR
Cesp III						(1.561)	Distribuição Normal
Variações Monetárias/Cambiais Líquidas Não Caixa						(95.017)	
Eletrobrás						(95.017)	Distribuição Normal
Cesp II						0	Indexado à TR
Cesp III						0	Apropriação e Pqto Mensais
Outras Receitas Operacionais	0	0	0	0	0	0	Nula
Outras Despesas Operacionais	0	0	0	0	0	0	Nula
Resultado de Equivalência Patrimonial	0	0	0	0	0	0	Nula
Resultado Operacional	(130.805)	93.672	45.006	(4.086)	296.410	427.073	
Resultado Não Operacional	(121.535)	16	(2.407)	284	(23.689)	(15.502)	Nula
Receitas	560	1.004	803	672	403	688	Média dos últimos 5 anos
Despesas	(122.095)	(988)	(3.210)	(388)	(24.092)	(16.190)	
Perda na Desativação de Bens-Hidrovia	(118.914)	0	0	0	0	0	Nula
Outras Despesas	(3.181)	(988)	(3.210)	(388)	(24.092)	(16.190)	Distribuição Uniforme
Resultado Antes Tributação/Participações	(252.340)	93.688	42.599	(3.802)	272.721	411.571	
Provisão para IR e Contribuição Social	0	0	0	0	(25.250)	(67.834)	
Imposto de Renda	0	0	0	0	(18.933)	(64.584)	
Contribuição Social	0	0	0	0	(6.317)	(23.250)	
IR Diferido	57.317	(40.685)	(7.246)	1.280	(52.100)	(52.100)	
IR Diferido	35.045	(23.448)	(5.328)	945	(37.901)	(38.309)	
CSLL Diferido	22.272	(17.237)	(1.917)	335	(14.199)	(13.791)	
Reversão dos Juros sobre Capital Próprio	0	0	0	0	0	0	
Participações/Contribuições Estatutárias	(932)	0	0	0	0	0	
Participações	(932)	0	0	0	0	0	
Contribuições	0	0	0	0	0	0	
Lucro/Prejuízo do Período	(195.955)	53.003	35.353	(2.522)	195.371	271.637	
Número de Ações	93.698.262	93.698.262	93.698.262	93.698.262	93.698.262	93.698.262	
Lucro por Ação (R\$/Ação)	(0,002091)	0,000566	0,000821	(0,000027)	0,002085	0,002085	
EBITDA	224.791	366.596	338.376	439.689	613.958	709.676	

Tabela 4.7 – Simulação DRE

4.16. Resumo Variação Conta Caixa

Abaixo tabela com simulação da variação da conta Caixa correspondente:

Simulação Caixa AES Tietê	
Itens da DRE	Simulação
Receita Bruta de Vendas e/ou Serviços	932.267
Suprimento de e Transporte de Energia	931.165
Outras Receitas	1.101
Deduções da Receita Bruta	(40.437)
Outros	(40.437)
Receita Líquida de Vendas e Serviços	891.830
Custo de Bens ou Serviços Vendidos	(182.154)
Pessoal	(27.361)
Material	(4.507)
Serviços de Terceiros	(20.985)
Compensação Financ. p/ utilização Rec. Hídricos	(37.453)
Energia Elétrica Comprada para Revenda	(57.951)
Taxa de Fiscalização	(4.418)
Seguros	(3.365)
Outras Despesas	(26.113)
Resultado Bruto	709.676
Despesas/Receitas Operacionais	(145.292)
Com Vendas	0
Gerais e Administrativas	0
Financeiras	(145.292)
Receitas Financeiras	23.999
CDI	15.627
USD	8.372
Despesas Financeiras	(169.291)
Despesas Financeiras - Caixa	(160.875)
Eletrobrás CP	(10.663)
Eletrobrás LP	(147.793)
Cesp II	(948)
Cesp III	(1.472)
Variações Monetárias/Cambiais Líquidas Caixa	(8.416)
Eletrobrás	(6.855)
Cesp II	0
Cesp III	(1.561)
Resultado Operacional	564.384
Resultado Não Operacional	(15.502)
Receitas	688
Despesas	(16.190)
Resultado Antes Tributação/Participações	548.883
Provisão para IR e Contribuição Social	(87.834)
Imposto de Renda	(64.584)
Contribuição Social	(23.250)
Participações/Contribuições Estatutárias	(271.637)
Caixa Itens DRE	189.411

Itens de Balanço	Simulação
Amortizações	(101.624)
Eletrobrás	(99.774)
CESP II	(3.856)
CESP III	(1.374)
AES Empreendimentos	32.768
Amortização MAE - 49 parcelas	(29.388)
Capital de Giro	(19.943)
Crédito	(24.501)
Estoques	(197)
Fornecedores	4.755
Investimentos	(10.211)
Caixa Itens Balanço	(131.778)

A Caixa	57.633
Caixa em 31/12/2003	266.305
Caixa em 31/12/2004	323.938

Tabela 4.8 – Simulação Variação Caixa

4.17. Modelo CFaR AES Tietê

Modelo de CFaR – AES Tietê

Fluxo de Caixa de Operações

Receita Bruta = Preço (IGP-M) x Quantidade (distribuição uniforme com mínimos e máximos históricos)

(-) Deduções da Receita Bruta (proporcional à receita bruta)

Receita Líquida

(-) Energia Comprada para Repasse (=0)

(-) Pessoal (igual a valor de 2003 mais a variação do IPCA)

(-) Material (distribuição uniforme com mínimos e máximos históricos)

(-) Serviços de Terceiros (distribuição uniforme com mínimos e máximos históricos)

(-) Compensação Financeira por utilização Recursos Hídricos (proporcional à Receita Bruta)

(-) Energia Elétrica Comprada para Revenda (valor igual a 2003)

Depreciação e Amortização (não considerada)

Provisões Operacionais (não considerada)

(-) Taxa de Fiscalização (igual a 2003 mais a variação do IGP-M)

(-) Seguros (igual a 2003 mais a variação do IGP-M)

(-) Outras Despesas (igual a 2003 mais a variação do IGP-M)

P.D.D. (não considerada e é nula)

Equivalência Patrimonial (não considerada e é nula)

(+) Receitas Financeiras = f (CDI, USD)

(-) Despesa Financeira Eletrobrás = f (IGP-M)

(-) Despesa Financeira Cesp= f (IGP-DI, TR)

(-) Provisão para IR (resultado da simulação)

(-) Provisão para CSLL (resultado da simulação)

(+/-) Resultado não operacional (distribuição uniforme com mínimos e máximos históricos)

IR Diferido (não considerado)

CSLL Diferido (não considerada)

(+) Variação do Capital de Giro (Crédito, Estoques, Fornecedores)

(1) = Fluxo de Caixa de Operações

Fluxo de Caixa de Atividades de Investimento

(+) Aquisição/Venda de Imobilizado (nulo)

(+) Aquisição/Venda de Investimento (nulo)

(+) Aquisição/Venda de Instrumentos Financeiros (Amortização Empréstimo AES Empreendimentos)

(2) = Fluxo de Caixa de Atividades de Investimento

Fluxo de Caixa de Atividades de Financiamento

(-) Amortização MAE (49 parcelas)

(-) Eletrobrás = f (IGP-M)

(-) CESP = f (IGP-DI, TR)

(-) Dividendos (Lucro Líquido Total – considera 100% de distribuição)

(3) = Fluxo de Caixa de Atividades de Financiamento

Fluxo de Caixa = (1) + (2) + (3)

4.18. Distribuições e Resumos Estatísticos da SMC

As estatísticas associadas à SMC executada para o cálculo do CFaR, EaR e EBITDAaR indicam que as distribuições originadas se comportam como distribuições normais.

O excesso de curtose apresentou resultado próximo à zero em todas as três, o que indica que a distribuição não apresenta abaulamento excessivo ou pequeno em relação à normal.

A assimetria das três distribuições resultantes também foi muito próxima de zero, o que indica que a média divide realmente a distribuição em duas áreas equivalentes.

No mais, para cada uma das distribuições, foi calculado o valor crítico com níveis de confiança de 1%, 2,5% e 5%, para refletir o quanto aumentos da precisão requerida podem alterar a magnitude dos valores críticos envolvidos, como uma idéia da sensibilidade ao risco.

Se alterações no nível de confiança da distribuição resultam em incrementos grandes nos valores críticos assumidos, significa que a probabilidade associada a eventos extremos é considerável, o que pode exigir um aumento da precisão requerida.

4.18.1. CFaR

O CFaR da AES Tietê ao nível de 97,5% de confiança é R\$ (35.798), o que significa que a variação do Caixa da Empresa durante o exercício de 2004 será maior que esse valor com 97,5% de probabilidade. Se relaxarmos a frequência limite para 5%, esse valor cai para R\$ (11.522).

Resumo Estatístico Variação Caixa	
Média	112.968
Desvio	75.170
Curtose	0,00
Assimetria	-0,04
Percentil (1%)	(64.212)
Percentil (2,5%)	(35.798)
Percentil (5%)	(11.522)

Tabela 4.9 – Resumo Estatístico Variação Caixa

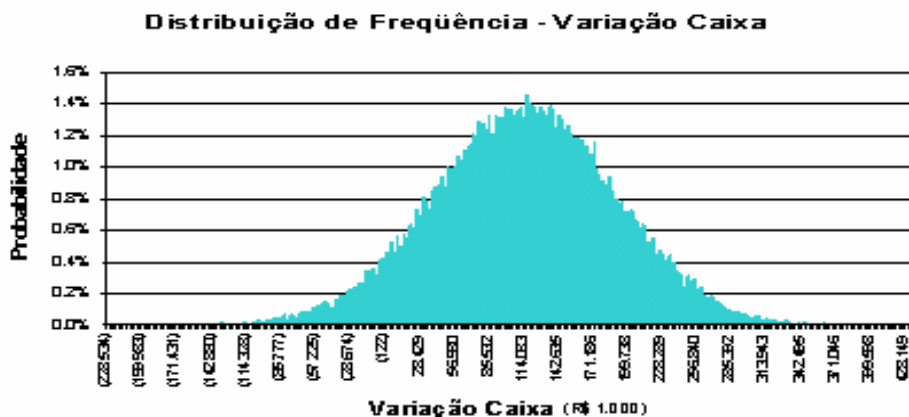


Figura 4.2 – Distribuição de Frequência Variação Caixa

4.18.2. EaR

O EaR, *Earnings at Risk*, ganhos em risco, da AES Tietê em 2004 é R\$ 213.562, ao nível de 97,5% de confiança, o que significa que o lucro da empresa será no mínimo R\$213.562 com 97,5% de probabilidade.

Se relaxarmos a frequência limite para 5%, o lucro limite sobe para R\$225.550.

Resumo Estatístico Lucro	
Média	291.458
Desvio	41.518
Curtose	0,28
Assimetria	0,14
Percentil (1%)	198.930
Percentil (2,5%)	213.352
Percentil (5%)	225.550

Tabela 4.10 – Resumo Estatístico Lucro

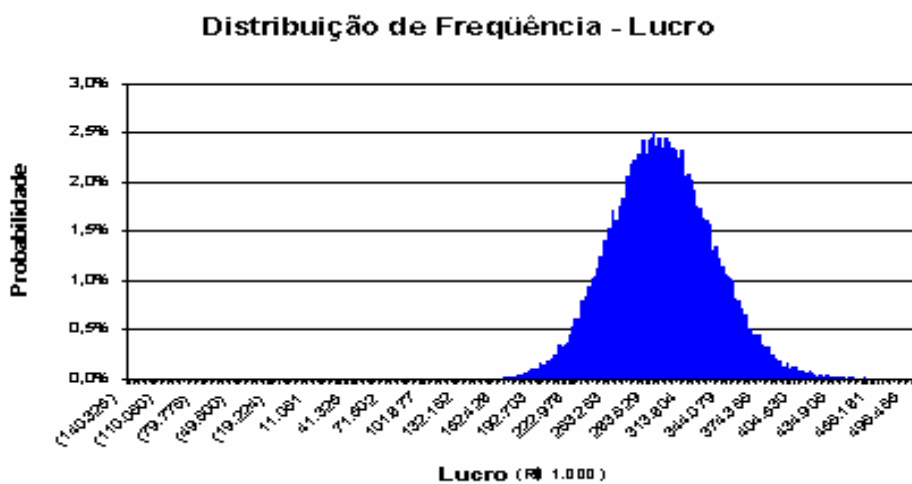


Figura 4.3 – Distribuição de Frequência Lucro

4.18.3. EBITDAaR

Resumo Estatístico EBITDA	
Média	836.947
Desvio	68.623
Curtose	0,13
Assimetria	0,19
Percentil (1%)	686.485
Percentil (2,5%)	709.487
Percentil (5%)	728.814

Tabela 4.11 – Resumo Estatístico EBITDA

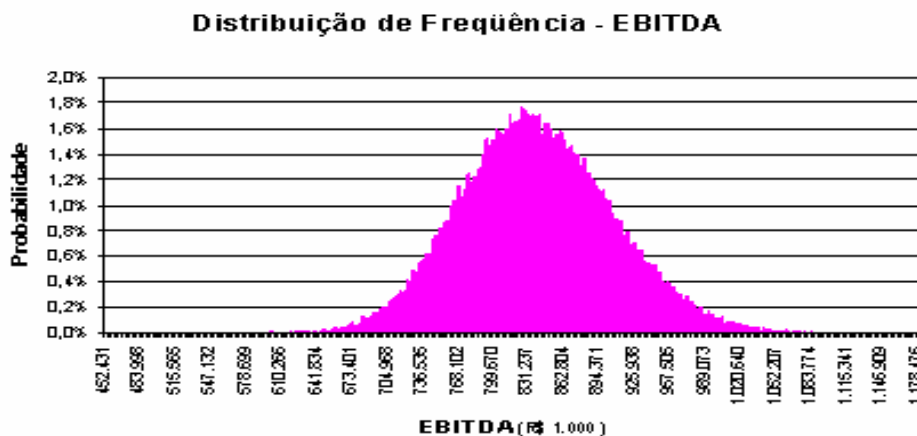


Figura 4.4 – Distribuição de Frequência EBITDA

4.19. Comparações com Real

4.19.1. As notas explicativas de 2004

Abaixo a transcrição de trecho das Notas Explicativas pertencentes ao conjunto de demonstrações financeiras referentes ao exercício de 2004 da AES Tietê S.A., com as explicações sobre o desempenho financeiro-contábil da empresa no exercício:

A AES Tietê encerrou o ano de 2004 com uma receita operacional bruta consolidada de R\$ 1050,3 milhões, 28% superior à de 2003. A receita líquida, de R\$ 980,8 milhões, apresentou aumento de 25,9%,

ligeiramente inferior ao aumento da receita bruta em decorrência das maiores alíquotas de PIS e Cofins que passaram a incidir sobre os contratos de venda de energia a partir das datas de seus reajustes de preço. O aumento da receita é decorrente de dois fatores: além dos reajustes anuais dos diversos anuais dos diversos contratos de compra e venda de energia que ocorreram durante o ano, houve a desconstrução de 25% do volume de energia vendido sob contratos iniciais, volume esse que passou a ser vendido sob o contrato bilateral com a AES Eletropaulo, sujeito a uma tarifa mais favorável.

Em 2004, a elevação da receita média dos contratos iniciais foi de 16,7%, levando a uma tarifa média de R\$ 75,4 MWh. O contrato bilateral com a Eletropaulo foi reajustado pelo IGP-M em julho para uma tarifa de R\$117,6 MWh. Em 2004, esse contrato representou 50,1% do volume de energia vendida e 59,0% do faturamento da AES Tietê.

Os custos operacionais totalizaram R\$ 235,3 milhões em 2004, representando um aumento de 15,8% em relação a 2003. Esse crescimento é decorrente da elevação dos encargos do uso da rede pública em decorrência do aumento de volume de energia vendido pelo contrato bilateral, do provisionamento do custo de compra de energia de Itaipu e da compra de energia da Duke Energy para suprir os contratos iniciais diante da suspensão da compra de energia de Itaipu.

As despesas operacionais passaram de R\$ 28,3 milhões em 2003 para R\$ 32,6 milhões em 2004, elevação de 15,0%. Esse crescimento é decorrente do aumento de serviço de terceiros com consultoria ambiental, provisões operacionais e gastos com projetos incentivados (Lei Rouanet).

O aumento registrado na receita superou o incremento dos custos operacionais, propiciando crescimento do EBITDA de 26,9% em 2004 em comparação a 2003. O EBITDA totalizou R\$ 776,5 milhões, ante R\$611,8 milhões em 2003. A margem EBITDA ficou em 79,2% em 2004, em comparação a 78,5% no ano anterior.

A despesa financeira líquida foi de R\$ 293,2 milhões, apresentando um acréscimo de 16,7% em relação a 2003. A principal dívida da Companhia, com a Eletrobrás, é corrigida pelo IGP-M. Devido à elevação desse indexador, que passou de 8,7% em 2003 para 12,4% em 2004, a variação monetária apresentou um aumento de 36,6%, passando de R\$ 125,0 milhões em 2003 para R\$ 170,8 milhões em 2004. Já a despesa financeira de juros mostrou uma variação de apenas 10,8%, passando de R\$ 142,2 milhões em 2003 para R\$157,6 milhões em 2004. Devido a maior disponibilidade de caixa, a receita financeira teve um crescimento de 119,3%, passando de R\$ 16,0 milhões em 2003 para R\$ 35,2 milhões em 2004.

O resultado final da AES Tietê em 2004 foi um lucro de R\$ 291,5 milhões, 49,2% superior aos R\$ 195,4 milhões registrados no ano anterior. A margem líquida foi de 29,7% em 2004, contra 25,1% em 2003.

4.19.2. Back-Test

Todo modelo estatístico que objetiva medir risco necessita de algum procedimento de verificação que atue no sentido de comprovar sua previsão como antecipador de intervalos de variação para o comportamento de variáveis financeiras futuras.

Ao procedimento de verificação da inserção da realização do evento dentro do intervalo que o modelo sugeriu *ex-ante* dá-se o nome de *Back Test*.

Na prática, fazer o *Back Test* é verificar se o Fluxo de Caixa ocorrido na prática se encontra dentro do intervalo calculado pelo CFaR.

Ao observarmos as demonstrações financeiras da AES Tietê verificamos que as três métricas estão a esquerda do que efetivamente foi verificado na prática, como podemos observar abaixo:

Comparação Métricas x Real			
Medida	Var. Caixa	Lucro Líquido	EBITDA
Média	112.968	291.458	836.947
Desvio	75.170	41.518	68.623
Curtose	0,00	0,28	0,13
Assimetria	-0,04	0,14	0,19
Percentil (1%)	(64.212)	198.930	686.485
Percentil (2,5%)	(35.798)	213.352	709.487
Percentil (5%)	(11.522)	225.550	728.814
Real	223.236	291.512	776.500

Tabela 4.12 – Variação no caixa, lucro líquido e EBITDA observados

4.19.3. Eventos não previstos no modelo

É esperado que haja discrepâncias entre o que foi apresentado pelo modelo e o que eventualmente pode ter ocorrido com a empresa. Como possíveis causas disso, podemos observar:

- Ocorrência de cenários de *stress* com as variáveis econômicas que são os indexadores de contratos de ativos e/ou passivos da empresa. Os cenários de *stress* não são contemplados no cálculo das volatilidades das distribuições dessas variáveis, são eventos extremos que, dada a sua pequena chance de ocorrência, são deixados de lado quando da simulação dos modelos estatísticos de risco. Ex: Uma empresa endividada em US\$ vai sofrer um elevado prejuízo contábil se tiver passivos não protegidos nessa moeda e houver um *overshooting* (máxi desvalorização) cambial.

- Erros de modelagem. Ao definirmos variáveis com distribuições uniformes com mínimos e máximos dados por valores contidos em seus últimos balanços, estamos assumindo que não haverá valores maiores que o máximo e não haverá valores menores que o mínimo, o que é uma hipótese simplificadora, que pode se mostrar muito forte ao longo do tempo.

- Decisões da administração. Pode ocorrer de a empresa achar que tem caixa demais com uma remuneração aquém do esperado e que o correto seria investir o dinheiro em alguma atividade produtiva ou quitar alguma dívida. Ex: Um aumento na taxa de distribuição de dividendos é uma decisão de acionistas que aumenta o desembolso do caixa da empresa.

Ao analisar as demonstrações financeiras da AES Tietê em 31/12/2004, podem ser encontrados os seguintes eventos não contemplados no modelo de CFaR proposto inicialmente:

a) Recebimento de Mútuo da AES Tietê Empreendimentos

O contrato de mútuo com a AES Tietê Empreendimentos S.A. (detentora de 38,68% das ações da Tietê) estava sendo remunerado pela variação de 100% do CDI e originalmente tinha vencimento final em dezembro de 2003 e pagamento previsto em seis parcelas. Em 14 de julho de 2003, foi assinado entre as partes um termo de aditamento ajustando o prazo do contrato para um período de dois anos.

Este contrato foi integralmente liquidado em agosto de 2004, o que gerou um impacto no Caixa da empresa equivalente à diferença entre as amortizações previstas no contrato anterior e o valor da liquidação do contrato.

O impacto no CFaR seria positivo em R\$ 19,13 milhões.

b) Dividendos de exercícios anteriores

Na Assembléia Geral Ordinária de 27/07/2004 foi aprovada pelos acionistas presentes à distribuição dos dividendos remanescentes do exercício findo em 31 de dezembro de 2003 no valor de R\$ 87,44 milhões.

Esse valor não foi considerado inicialmente no modelo, tendo que ser somado à variação do caixa. O impacto no CFaR seria negativo em R\$ 87,44 milhões.

c) Dividendos calculados e não distribuídos

O modelo assume que todo o lucro líquido gerado no ano é distribuído e, em função disso, o impacto no caixa é automático.

Na prática, o que se observa são distribuições de dividendos intercaladas entre os anos fiscais, como a que gerou o evento do item anterior.

Dessa maneira em 2004 a AES Tietê pagou - além dos dividendos remanescentes - R\$ 199,43 milhões, para um lucro líquido de R\$ 291,51 milhões.

Dada uma reserva legal de 5%, a última parcela de dividendos será de R\$ 77,50 milhões.

O impacto no CFaR seria positivo em R\$ 77,50 milhões.

Somando-se os três ajustes extraordinários, chega-se a um ajuste de CFaR de R\$ 9,19 milhões, o que o levaria para (R\$ 26,6) milhões para o nível de confiança de 97,5% (percentil de 2,5%).

Capítulo 5

Conclusões

5.1. Comentários Finais

A métrica de CFaR possibilitou o estudo sobre a condição financeira da empresa levando em conta uma abordagem estatística, sugerindo mais uma ferramenta para ser usada por analistas de investimentos, crédito e por executivos da própria empresa.

A métrica de CFaR possibilitou que fossem criados mais cenários do que comumente é feito numa análise determinística, como em um procedimento de avaliação de empresas ou mesmo de projeção de resultados para orçamento em um plano de negócios.

Do ponto de vista da condição financeira da empresa AES Tietê, o CFaR mostrou que a mesma é bem positiva, uma vez que dificilmente haveria em 2004 uma condição de aperto de liquidez na companhia, ponto que foi corroborado pelo mercado financeiro, que negociou a ação preferencial da empresa GETI4 ao valor de R\$ 11,63 em 01/01/2004 e ao valor de R\$ 34,16 em 30/12/2004.

A Companhia possuía um nível de disponibilidades no início de 2004 de R\$266,18 milhões e nos cenários mais adversos apresenta um CFaR de (R\$ 64,2 milhões) ao nível de 99% de confiança.

Como ponto negativo pode ser afirmado que existe uma razoável complexidade computacional para desenvolver um modelo satisfatório, o que muitas vezes pode ultrapassar as restrições orçamentárias das empresas.

Devido a isso, atualmente poucas e grandes empresas vêm utilizando o CFaR para controlar suas exposições e seus riscos de demanda e de mercado.

Bibliografia

Aragão, C e La Rocque, E., 1999, **Simulação de Monte Carlo (SMC) com Volatilidade Estocástica para a Análise do Risco de uma Carteira de Opções**, Resenha BM&F, junho.

Box, G.E.P, M.E. Muller, 1958, **A note on the generation of random normal deviates**, Annals Math. Stat, V. 29, pp. 610-611

Carter, E.F, 1994, **The Generation and Application of Random Numbers** , Forth Dimensions Vol XVI Nos 1 & 2, Forth Interest Group, Oakland California

Damodaran, A. 1994, **Damodaran on Valuation: Security Analysis for Investment and Corporate Finance**, John Wiley & Son, Inc.

EPPEN, G.D., FAMA, E.F. Solutions for cash balance and simple dynamic portfolio problems. **Journal of Business**, v.41, p.94-112, 1968.

FROOT, Kenneth A., SCHARFSTEIN, David S., STEIN, Jeremy C. Risk Management: Coordinating Corporate Investment and Financing Policies. **Journal of Finance**, v. 48, p.1629-1658, 1993.

HAYT, Gregory, SONG, Shang. Handle with sensitivity. **Risk Magazine**, v. 8, n. 9, p.94-99, 1995.

Knuth, D.E., 1981; **The Art of Computer Programming, Volume 2 Seminumerical Algorithms**, Addison-Wesley, Reading Mass., 688 pages, ISBN 0-201-03822-6

La Rocque, E., Lowenkron, A., Amadeo, E., e Jensen J., 2003, os: Conjugando Análise de Riscos e Projeção Macroeconômica. **Artigo Técnico Risk Control - Tendências**

La Rocque, E., Lowenkron, 2004, Métricas e Particularidades da Gestão de Risco em Corporações. **Artigo Técnico Risk Control**

LIMA, Iran Siqueira, LOPES, Alessandro Broedel. **Contabilidade e Controle de operações com derivativos**. 1. ed. São Paulo: Pioneira, 1999, 150p.

MacDougall, M.H., 1987; **Simulating Computer Systems**, M.I.T. Press, Cambridge, Ma., 292 pages, ISBN 0-262-13229-X

M. Dempster and H. Pliska. **The Mathematics of Financial Derivatives**. Cambridge University Press, 1997

P. Boyle, M. Broadie, and P. Glasserman. Monte-carlo methods for security pricing. **Journal of Economic Dynamics**, 1997.

Press, W.H., B.P. Flannery, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, 1986; **Numerical Recipes, The Art of Scientific Computing**, Cambridge University Press, Cambridge, 818 pages, ISBN 0-512-30811-9

RICHARDSON, Roberto Jarry et al. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

RiskMetrics Group (1999a). **CorporateMetrics™ Technical Document**. First Edition.

Rubinstein, R.Y., 1981; **Simulation and the Monte Carlo method**, John Wiley & Sons, ISBN 0-471-08917-6

RUDIO, Franz Victor. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. Petrópolis: Vozes, 1978.

RiskMetrics Group (1999b). **Longrun Technical Document**. First Edition.

STEIN, Jeremy C., USHER, Stephen E., LAGATTUTA, Daniel. A comparables approach to measuring cashflow-at-risk for non-financial firms. **Journal of Applied Corporate Finance**. v.13, p.17, winter 2001.

STULZ, René M. Rethinking Risk Management. **Journal of Applied Corporate Finance**. v.9, p.8-24, 1996.