



Universidade de Brasília  
Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciências da Informação e Documentação

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**O USO DA SIMULAÇÃO MONTE CARLO EM ANÁLISE DE  
VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DE PROJETOS DE  
INVESTIMENTO**

Um estudo de caso

**Getulio Cesar Borges Leite**

Brasília – DF  
junho / 2009

Universidade de Brasília  
Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciências da Informação e Documentação

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**O USO DA SIMULAÇÃO MONTE CARLO EM ANÁLISE DE  
VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DE PROJETOS DE  
INVESTIMENTO**

Um estudo de caso

**Getulio Cesar Borges Leite**

Professor Orientador:

**Carlos Rosano Pena**

Doutor em Economia

“Trabalho apresentado em cumprimento às exigências acadêmicas parciais da disciplina Estágio Supervisionado em administração para a obtenção do grau de Administrador”

Brasília – DF  
junho / 2009

Leite, Getulio C.B.

O uso da Simulação Monte Carlo na análise de viabilidade econômico-financeira de projetos de investimento: Um estudo de caso / Getulio Cesar Borges Leite – Brasília, 2009.  
85 f.: il.

Monografia (graduação) – Universidade de Brasília,  
Departamento de Administração, 2009.  
Orientador: Carlos R. Pena, Dr.

1. Projeto de Investimento. 2. Simulação Monte Carlo. 3.  
Análise de projeto. I Título. II Um estudo de caso

Universidade de Brasília  
Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciências da Informação e Documentação

**DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO**

**O USO DA SIMULAÇÃO MONTE CARLO EM ANÁLISE DE  
VIABILIDADE ECONÓMICO-FINANCEIRA DE PROJETOS DE  
INVESTIMENTO**

Um estudo de caso

A Comissão Examinadora, abaixo identificada, aprova o Trabalho de  
Conclusão do Curso de Administração da Universidade de Brasília do  
aluno

**Getulio Cesar Borges Leite**

Carlos Rosano Pena, Dr. em Economia  
Professor-Orientador

Professor-Examinador

Professor-Examinador

Brasília, 22 de junho de 2009

Aos meus pais Artur Leite e Maria Borges (*in memoriam*), aos meus queridos filhos Getulio Junior, Paulo Roberto e Andrea e às minhas netas Alice e Allanís, dedico este meu trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço a Deus por ter me dado a vida, a saúde, a sabedoria e a vontade para a realização deste trabalho.

Sou grato também à Universidade Federal de Sergipe (UFS), local onde iniciei o curso, e à Universidade de Brasília (UnB) através de seu corpo administrativo, e ao seu corpo docente pelos ensinamentos transmitidos durante os anos de estudo.

Agradeço também ao meu orientador o Dr. Carlos Rosano Pena, que acreditou, participou comigo desse desafio, e me transmitiu conhecimentos valiosos e orientações para conduzir este trabalho, sem os quais não poderia chegar até aqui.

Agradecimento aos colegas de curso e amigos que de alguma forma contribuíram para a minha formação acadêmica.

Por fim, um especial agradecimento à minha companheira Vilma por ter suportado a minha ausência durante o período em que preparava esta obra.

## RESUMO

Esta monografia trata de mostrar a contribuição do método Simulação Monte Carlo como ferramenta auxiliar nas análises de viabilidade econômico-financeira em projetos de investimento, a partir de um estudo de caso. A literatura tradicional sobre análises de projeto trata quase sempre de modelos determinísticos para avaliação de risco, e neste aspecto justifica-se o estudo de método de simulação que utiliza modelo probabilístico de análise. Os dois modelos são abordados neste trabalho como forma de demonstrar a utilidade do método de Simulação Monte Carlo em contrapartida ao método tradicional de análise. Fez-se uma revisão da literatura dos principais elementos teóricos onde foram abordados os conceitos dos dois modelos e das variáveis de risco VPL, TIR e *Payback* utilizadas no estudo. Premissas foram definidas e calculadas com base nos demonstrativos financeiros da empresa e de dados do setor para utilização na projeção do fluxo de caixa. Foi elaborado um fluxo de caixa com projeções baseadas nas premissas a fim de possibilitar a aplicação do método de simulação proposto. Para aplicação do método de Simulação Monte Carlo foi utilizado o *software* Crystal Ball™ e usados três modelos probabilísticos de distribuição, o Normal, o Uniforme e o Lognormal. Foram realizadas 1000 simulações em cada um dos modelos de distribuição como forma de se observar o comportamento das variáveis VPL, TIR e *Payback* em cada um dos modelos. Com a aplicação da simulação foram gerados histogramas e tabelas com os resultados estatísticos de cada uma das variáveis para cada modelo de probabilidade. Os resultados mostraram valores do VPL e percentuais da TIR muito próximos na distribuição Normal e distribuição Lognormal em comparação com os resultados apresentados na distribuição Uniforme. A distribuição de probabilidade em todos os resultados não apresentou nenhum valor negativo para o VPL, bem como nenhuma TIR inferior à taxa de desconto. O método de Simulação Monte Carlo, como modelo probabilístico, poderia oferecer mais confiabilidade e segurança às decisões na análise de projetos de investimento.

1. Projetos de investimento

2. Simulação Monte Carlo

3. Análise de projetos

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	11
1.1	Contextualização do Assunto.....	11
1.2	Descrição da situação problemática .....	13
1.3	Objetivo Geral .....	14
1.4	Objetivos Específicos.....	14
1.5	Justificativa.....	15
1.6	Métodos e Técnicas de Pesquisa: .....	16
1.7	Estrutura da Monografia.....	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1	Projetos de Investimento.....	19
2.2	Métodos e Indicadores de Avaliação de Projetos .....	26
2.2.1	Simulação Monte Carlo .....	28
3	MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA .....	30
3.1	Delineamento da pesquisa.....	30
3.2	Caracterização da organização.....	31
3.3	Métodos e técnicas de pesquisa .....	32
3.4	Descrição das variáveis de interesse .....	32
3.5	Procedimentos e instrumentos utilizados na simulação.....	33
3.6	Procedimentos para utilização do Crystal Ball .....	42
3.7	Os modelos de distribuição de probabilidades utilizados.....	47
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	50
4.1	Probabilidade com Distribuição Normal .....	50
4.2	Probabilidade com Distribuição Uniforme .....	55
4.3	Probabilidade com Distribuição Lognormal.....	60
4.4	Análise comparativa dos modelos.....	64
4.4.1.	Taxa Interna de Retorno .....	64
4.4.2.	Valor Presente Líquido.....	65
4.4.3.	Payback Simples.....	66
4.4.4.	Payback Descontado .....	67
4.4.5.	Planilha do Banco Alpha .....	68
4.5	Análise da Simulação Monte Carlo .....	70
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	73
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
	APÊNDICES.....	79



Apêndice A: Balanço Patrimonial – Ativo .....	79
Apêndice B: Balanço Patrimonial – Passivo .....	80
Apêndice C: Demonstração de Resultados do Exercício .....	81
Apêndice D: Demonstração de cálculo dos índices.....	82
Apêndice E: Demonstrativo do Fluxo de Caixa Projetado .....	85

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Gráfico e Equação dos Custos Totais .....	37
Figura 2 Gráfico e equação da taxa de crescimento .....	40
Figura 3 Tela principal do software Crystal Ball™ .....	42
Figura 4 Janela da Distribuição Normal.....	43
Figura 5 Preferências de Execução.....	44
Figura 6 Painel de Controle .....	45
Figura 7 Janela da Distribuição Uniforme.....	46
Figura 8 Janela da Distribuição Lognormal .....	46
Figura 9 Curva da Distribuição Normal Típica .....	48
Figura 10 Curvas da Distribuição Lognormal .....	49
Figura 11 Histograma e Estatística da TIR.....	50
Figura 12 Gráfico de Sensibilidade da TIR.....	51
Figura 13 Histograma e Estatísticas do VPL .....	52
Figura 14 Gráfico de sensibilidade do VPL .....	52
Figura 15 Histograma e Estatística do PBS .....	53
Figura 16 Gráfico de sensibilidade do PBS .....	53
Figura 17 Histograma e Estatísticas do PBD .....	54
Figura 18 Gráfico de sensibilidade do PBD.....	55
Figura 19 Histograma e Estatísticas da TIR .....	55
Figura 20 Gráfico de sensibilidade da TIR .....	56
Figura 21 Histograma e Estatísticas do VPL.....	57
Figura 22 Gráfico de sensibilidade do VPL .....	57
Figura 23 Histograma e Estatísticas do PBS.....	58
Figura 24 Gráfico de sensibilidade do PBS .....	58
Figura 25 Histograma e Estatísticas do PBD .....	59
Figura 26 Gráfico de sensibilidade do PBD.....	59
Figura 27 Histograma e Estatísticas da TIR .....	60
Figura 28 Gráfico de sensibilidade da TIR .....	61
Figura 29 Histograma e Estatísticas do VPL.....	61
Figura 30 Gráfico de sensibilidade do VPL .....	62
Figura 31Histograma e Estatísticas do PBS.....	62
Figura 32 Gráfico de sensibilidade do PBS .....	63

Figura 33 Histograma e Estatísticas do PBD .....	63
Figura 34 Gráfico de sensibilidade do PBD .....	64
Figura 35 Planilha do Banco Alpha .....	68
Figura 36 Percentil do VPL.....	72

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Itens da Demonstração de Resultados do Exercício .....	34
Tabela 2 Apuração da alíquota de tributação .....	38
Tabela 3 Apuração da taxa de reinvestimento .....	38
Tabela 4 Crescimento do Setor x Crescimento da Economia .....	39
Tabela 5 Estatísticas das distribuições.....	65
Tabela 6 Estatísticas das Distribuições .....	65
Tabela 7 Estatísticas das Distribuições .....	66
Tabela 8 Estatísticas das Distribuições .....	67
Tabela 9 Indicadores de avaliação .....	69
Tabela 10 Indicadores de avaliação com ajuste.....	70

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização do Assunto

No mundo empresarial a criação de novas empresas em diversos ramos de atividade e a expansão de negócios, seja por meio de instalação de filiais, criação de nova empresa em outro segmento buscando diversificar sua atividade ou ainda, ampliação e/ou modernização do parque tecnológico, tem crescido bastante nos últimos anos no Brasil. De acordo com relatório do IBGE, “As MPE's vêm aumentando gradativamente sua participação no segmento de comércio e serviços, cuja representatividade passou de 95,5%, em 1985, para 97,6%, em 2001<sup>1</sup>”.

Iniciativas governamentais, a exemplo de programas de incentivo à criação e desenvolvimento de empresas, tais como: Programa de Geração de Emprego e Renda – PROGER, linhas de crédito subsidiadas com recursos do FAT, FCO, FNE e BNDES, aumentam a oferta de crédito. Assim, a expansão do crédito para esse segmento de mercado faz com que a demanda por recursos se torne crescente, e, a necessidade de elaboração de projetos para fins de atender as exigências das instituições financeiras acompanha esse crescimento.

A elaboração de projetos de investimento não é atividade exclusiva para atender exigências das instituições financeiras, mas também para fornecer aos investidores institucionais (sócios, quotistas, acionistas, dirigentes, executivos etc.), subsidio para tomada de decisões de investimento, principalmente quando há mais de um projeto em estudo. Os projetos de investimento são elaborados para atender decisões estratégicas das organizações, independentemente da necessidade de obtenção de recursos financeiros externos, ou seja, necessidade de captação de recursos por meio de financiamento em instituições financeiras e/ou bancos de investimento.

Com relação à demanda por investimentos em projetos no setor industrial, verifica-se que “86% das empresas industriais planejaram investir em 2007. Esse percentual sobe para 90% entre as médias empresas e 93% entre as grandes empresas. As pequenas empresas foram as que registraram menos disposição para investir. Aproximadamente, uma em cada cinco empresas de pequeno porte assinalou não possuir nenhum investimento planejado para o ano de 2007”, de acordo com

---

<sup>1</sup> Estudos & Pesquisas-Informação Econômica. As Micro e Pequenas Empresas Comerciais e de serviços no Brasil 2001.IBGE. Janeiro/2003

informações da Confederação Nacional da Indústria (CNI), contidas no relatório Sondagem Especial da CNI - Ano 5, Nº.4 - novembro de 2007. Por este quadro apresentado pela CNI, percebe-se a disposição das empresas em realizar investimentos e dessa forma confirmar a demanda das empresas por projetos.

Para atender o crescimento da demanda por produtos e serviços, as empresas, independentemente do segmento, ramo de atividade e porte necessitam investir recursos em planos e projetos de criação, manutenção e expansão de suas atividades. Geralmente, em função do grande volume de recursos necessários a serem alocados aos projetos, as empresas buscam fontes de financiamento para seus projetos, sendo que as instituições financeiras são as principais fornecedoras de recursos.

Em razão dos projetos de investimentos de longo prazo envolver volume considerável de recursos, se faz necessário a utilização de certos procedimentos para analisá-los adequadamente, tanto pela empresa quanto pela instituição financeira, de forma a avaliar sua viabilidade econômico-financeira. O principal ponto a ser considerado quando se decide realizar investimentos de capital em uma empresa é avaliar os **riscos** decorrentes do projeto que se pretende implantar. O risco, segundo Gitman (2002), “em seu sentido fundamental, pode ser definido como a possibilidade de prejuízo financeiro”. Souza (2003) define o risco como “a probabilidade de ocorrência de prejuízos financeiros advindos de determinado investimento ou a variabilidade dos retornos esperados de um dado ativo”.

Diversos métodos e modelos para avaliação de riscos em projetos de investimento foram criados ao longo do tempo, a partir de trabalho realizado por Markowitz (1959), conforme Souza (2003). Dentre os modelos existentes os mais difundidos e utilizados na avaliação de projetos de investimento são o Payback simples e descontado, o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). Além destes, foram criados diversos indicadores para análise e avaliação econômico-financeira de empresas e projetos de investimento, tais como: Margem Operacional de Lucro, Retorno Sobre Investimento ou Retorno Sobre Ativo, Índice de Endividamento Geral, Liquidez Corrente, Liquidez Seca, Liquidez Geral, Índice de Lucratividade, Retorno Sobre o Patrimônio Líquido e Retorno Sobre Vendas, entre outros tantos existentes.

A análise por meio de indicadores envolve cálculos e interpretações destes a fim de avaliar o desempenho e a situação econômico-financeira da empresa. O

Método do Payback é uma medida que calcula o tempo necessário para a recuperação do capital investido em um projeto. O VPL é o método que irá mostrar a contribuição do projeto no aumento do valor da empresa, ou seja, o quanto a empresa irá aumentar com a realização do projeto e corresponde à diferença entre os fluxos de caixa líquido do projeto e o investimento inicial. A TIR é definida como a taxa de juros que anula o VPL, ou seja, a taxa de desconto que iguala o valor presente das entradas de caixa ao investimento inicial do projeto. A TIR deve ser aplicada somente na avaliação de projetos com fluxo de caixa com uma única mudança de sinal, conforme Lapponi (2007).

Os métodos tradicionais existentes, como os acima mencionados, se baseiam na análise de dados financeiros, tais como o fluxo de caixa, balanço patrimonial e a demonstração de resultados do exercício da empresa. Construídos com modelos matemáticos determinísticos se destinam a subsidiar a tomada de decisões em investimentos por parte dos executivos ou proprietários das empresas e das instituições financeiras apoiadoras dos projetos.

## **1.2 Descrição da situação problemática**

Com a finalidade de se reduzir os riscos, devido às incertezas do futuro e a complexidade do mercado, cenários são projetados (geralmente três cenários no mínimo) variando-se um ou mais índices ou valores financeiros do projeto, partindo-se do cenário considerado básico para o projeto. Dessa forma, verifica-se o comportamento dos indicadores a alterações pré-estabelecidas para mais e para menos, alterações que são chamadas comumente de “otimista” e “pessimista”, as quais auxiliam na tomada de decisão por parte do empreendedor e/ou da instituição financeira.

Entretanto, dificilmente as projeções efetuadas com a utilização dessa metodologia e indicadores se confirmam no futuro, por razões diversas e adversas como mudança no comportamento do mercado, alterações na conjuntura econômica, alterações na legislação tributária, medidas governamentais, entre outras, as quais interferem positiva ou negativamente no atingimento do desempenho projetado. Segundo Woiler e Mathias (1986), à medida que as projeções pretendem retratar um comportamento futuro, as chances de que estejam corretas são pequenas, uma vez

que estes indicadores, na melhor das hipóteses, refletem apenas a média de opiniões, haja vista o caráter determinístico empregado nas projeções, quando, na verdade, o futuro se nos apresenta probabilístico.

Por outro lado, a utilização de técnica baseada em simulações que utilizam múltiplos cenários prováveis por meio da geração de números aleatórios adequadamente distribuídos que atribuem valores às variáveis que se deseja investigar talvez possa contribuir para uma análise de risco mais próxima da realidade. Nesse ponto, a Simulação Monte Carlo é uma técnica que envolve utilização de números randomizados e probabilidade para resolução de problemas.

O termo Monte Carlo foi dado pelos pesquisadores S. Ulam e Nicholas Metropolis em 1940 em referência a atividade mais popular da cidade de Monte Carlo, Mônaco (Cassino), de acordo com Gujarati (2002, apud Lima), e o método criado por S. Ulam e Von Neumann no mesmo ano (Corrar, 1993, apud Lima), e pode ser definido como um processo de amostragem cujo objetivo é permitir a observação do desempenho de uma variável de interesse em razão do comportamento de variáveis que encerram elementos de incerteza.

### **1.3 Objetivo Geral**

Com o presente trabalho pretende-se estudar o uso da Simulação Monte Carlo como método auxiliar na avaliação de projetos de investimento, apresentando os resultados das simulações realizadas sobre o comportamento das variáveis VPL, TIR e *Payback* projetadas com base no Fluxo de Caixa de uma empresa de grande porte.

Dessa forma, o objetivo principal desse estudo é mostrar a contribuição do método “Simulação Monte Carlo - SMC” como ferramenta auxiliar nas análises de viabilidade econômico-financeira em projetos de investimento através de um estudo de caso.

### **1.4 Objetivos Específicos**



- a) Aplicar três modelos probabilísticos da “Simulação Monte Carlo” no Fluxo de Caixa de uma empresa de grande porte para avaliação das variáveis de risco VPL, TIR e *Payback*;
- b) Realizar 1000 simulações em cada modelo e gerar relatórios dos resultados (gráficos, tabelas e quadros) para análise;
- c) Analisar e interpretar os dados gerados com as simulações;
- d) Apontar a utilidade do modelo em análise de viabilidade econômico-financeira de projetos de investimento.

## 1.5 Justificativa

Os métodos tradicionais para avaliação de risco em projetos de investimento, geralmente são construídos com modelos matemáticos determinísticos e se destinam a subsidiar a tomada de decisões em investimentos por parte dos executivos ou proprietários das empresas e das instituições financeiras apoiadoras dos projetos. Neste modelo de avaliação, de acordo com Lapponi (2000), procura-se responder a perguntas do tipo: E se...? Por exemplo: E se as receitas estimadas diminuïrem X%, qual será o VPL? E se os custos variáveis aumentarem X%, o VPL permanecerá positivo? Para responder a perguntas desse tipo, realizam-se análise de sensibilidade e/ou análise de cenários.

A análise de sensibilidade procura observar dentre as estimativas futuras previstas, qual ou quais seriam mais sensíveis ao VPL, por exemplo. A análise de cenários incorpora o intervalo provável de variação das estimativas do projeto mais sensíveis ao VPL, produzindo três cenários: o básico ou mais provável, o otimista e o pessimista. Tanto a análise de sensibilidade quanto a análise de cenários procuram medir os efeitos das variações das estimativas relevantes de um projeto, uma por vez, entretanto esta medição é realizada de maneira limitada, uma vez que não inclui a probabilidade de ocorrência.

Como forma de sanar essa deficiência, criou-se métodos de simulação que utiliza a geração de números aleatórios para atribuir valores a qualquer variável de interesse. O método de simulação envolve técnicas estatísticas de probabilidade, o que não ocorre com a análise de sensibilidade e cenários, e por isso possibilita a

geração de relatórios e gráficos com informações estatísticas que fornecem maiores subsídios à decisão.

Para Martins (2008, p. 14) “O objeto de uma pesquisa pode surgir de circunstâncias pessoais profissionais, da experiência científica própria ou alheia, da sugestão de uma personalidade superior, do estudo, da leitura de grandes obras [...]”. Nesse estudo, a experiência adquirida no trabalho com análise de viabilidade econômico-financeira de projetos de investimento, aliada às teorias estudadas no curso de administração e a possibilidade de estudar e testar novas técnicas, bem como a pouca abordagem encontrada na literatura a respeito da utilização da SMC em análises de viabilidade de projetos justificam a escolha do tema para realização deste trabalho.

## 1.6 Métodos e Técnicas de Pesquisa:

Para Acevedo e Nohara (2007) o método científico caracteriza o estudo científico, ou seja, se não houver utilização do método científico, a monografia ou artigo não será considerado científico.

“A **pesquisa de estudo de caso** caracteriza-se pela análise em profundidade de um objeto ou grupo de objetos, que podem ser indivíduos ou organizações (ACEVEDO; NOHARA, 2007, p. 50).” Yin (2005) afirma que o estudo de caso é apenas uma das muitas maneiras de fazer pesquisa em ciências sociais, e como estratégia de pesquisa, utiliza-se o estudo de caso em muitas situações a fim de contribuir com o conhecimento dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais, políticos e de grupo. É ainda uma forma distintiva de investigação empírica e pode ter tanto o caráter **exploratório**, quanto descritivo ou explanatório e [...] não é apenas uma ferramenta exploratória preliminar, mas também é perfeitamente utilizável para **descrever ou testar hipóteses**.

De acordo com Richardson (1999), pesquisa exploratória tenta descobrir relações entre fenômenos e em muitos casos pesquisadores estudam um problema cujos pressupostos teóricos não estão claros ou são difíceis de encontrar. Nessa condição, a pesquisa se destina não apenas para conhecer o tipo de relação existente, mas, sobretudo para determinar a existência de relação.

Medeiros (2005) classifica os métodos utilizados para realização de pesquisa científica em dedutivo e indutivo. Segundo Medeiros, a Matemática, bem como a Filosofia, utiliza-se do método dedutivo, uma vez que a função básica é demonstrar aquilo que implicitamente já se encontra no antecedente.

Neste trabalho, como método geral, utilizou-se o “método dedutivo” vez que o objetivo do estudo envolve a utilização de modelo matemático para obtenção dos resultados esperados com aplicação da técnica Simulação Monte Carlo. Entretanto, de forma específica, outros métodos e técnicas foram utilizados neste trabalho, conforme abaixo relacionados:

- I. Quanto ao tipo de pesquisa, adotou-se o tipo Estudo de Caso, por ser o mais indicado para o fenômeno observado;
- II. Relativamente aos objetivos, foi dado o caráter de pesquisa exploratória e descritiva;
- III. Com relação aos procedimentos de coleta de dados, utilizou-se a pesquisa documental e a pesquisa bibliográfica;
- IV. Quanto à modalidade, a pesquisa foi considerada quantitativa;
- V. Por fim, quanto ao objeto da pesquisa, esta se baseou na pesquisa de campo, haja vista a realização de pesquisa documental para avaliação dos dados e informações.

## **1.7 Estrutura da Monografia**

Este trabalho foi dividido em cinco capítulos. No Capítulo 1, destinado à Introdução, se apresenta a contextualização do assunto, a situação problemática, o objetivo geral e os objetivos específicos, a justificativa para realização do estudo e o método e as técnicas utilizados. No Capítulo 2, Referencial teórico, se apresenta uma revisão da literatura dos principais elementos teóricos considerados relevantes para a realização e o entendimento do presente trabalho. Neste capítulo também são apresentados alguns indicadores de avaliação econômico-financeira e de quantificação do risco de crédito. Finaliza o capítulo uma breve revisão sobre o método de Simulação Monte Carlo. No Capítulo 3 Métodos e técnicas de pesquisa, é apresentada a metodologia utilizada para realização do trabalho. Neste capítulo se apresenta, de forma detalhada, o método, técnicas, dados da amostra e os

procedimentos e instrumentos utilizados na realização do trabalho. No Capítulo 4 Apresentação e análise dos resultados, mostram-se os resultados obtidos com a aplicação do método de Simulação Monte Carlo, Neste capítulo é mostrado e comentado de forma analítica os resultados obtidos com o uso dos três modelos diferentes de probabilidade empregados na simulação. No Capítulo 5 Considerações finais, é feita uma avaliação do trabalho realizado, onde se apresenta um resumo dos fatos relevantes do estudo. Apresenta-se ao final deste capítulo a conclusão do autor sobre o resultado do estudo realizado.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo se apresenta uma revisão da literatura dos principais elementos teóricos considerados relevantes para a realização e o entendimento do presente trabalho. Inicia-se apresentando alguns conceitos-chave relacionados a projetos de investimento. Posteriormente, são apresentados alguns indicadores de avaliação econômico-financeira e de quantificação do risco de crédito bem como os métodos e indicadores de avaliação de projetos utilizados no trabalho. Finaliza o capítulo uma breve revisão sobre o método de Simulação Monte Carlo.

### 2.1 Projetos de Investimento

Os projetos de investimento nascem e crescem com as empresas, independentemente do setor, ramo de atividade, porte, constituição jurídica (sociedade limitada, empresário individual, sociedade anônima etc.) e se destinam à implantação/criação de negócio, ampliação, modernização, instalação de filiais, criação de novos produtos, entre outros. Qualquer que seja a finalidade do projeto de investimento, o objetivo é mostrar as possibilidades de gerar lucro para o empresário e/ou acionistas. Segundo Lapponi (2000, p. 7), “para manter a empresa operando de forma saudável e crescendo, os executivos devem investir em projetos que criem valor.”

Os projetos de investimento são classificados de acordo com a sua finalidade, ou seja, os objetivos a que se destinam. Brighan e Houston (1999) apresentam seis classificações para projetos de investimento, conforme abaixo:

- a) **Reposição: manutenção do negócio.** Aqui se referem a gastos para substituição de equipamentos velhos ou danificados;
- b) **Reposição: redução de custos.** Inclui gastos para substituir equipamentos aproveitáveis, porém obsoletos. Neste caso, a finalidade é reduzir custos com mão-de-obra, materiais e outros insumos.
- c) **Expansão de produtos ou mercados existentes.** Refere-se a gastos para aumento da produção, gastos para expandir canais ou facilidades de distribuição em mercados concorrentemente atendidos;

- d) **Expansão em novos produtos ou mercados.** Gastos para produzir um novo produto ou expandir as operações em área geográfica ainda não atendida;
- e) **Projetos de segurança e/ou ambientais.** Gastos essenciais para atender à legislação, acordos trabalhistas e condições de apólices de seguros;
- f) **Outros.** Inclui gastos com imobilizado, tais como: prédios de escritórios, estacionamentos, aviões executivos etc.

Woiler e Mathias (1986), referindo-se ao projeto no processo de planejamento das empresas, classificam os projetos por tipo em função do objetivo a que se destinam. Os objetivos são divididos em três: em função do setor econômico de atuação da empresa (classificação macroeconômica); em função do impacto do projeto na empresa (classificação microeconômica); e, em função do uso que o projeto terá para a empresa ao longo do processo decisório. A classificação de Woiler e Mathias é apresentada a seguir:

- I. Em função do setor econômico de atuação da empresa:
  - ✓ Agrícola
  - ✓ Industrial
  - ✓ De serviços
- II. Em função do impacto na empresa:
  - ✓ De implantação
  - ✓ De expansão ou de ampliação
  - ✓ De modernização
  - ✓ De realocização
  - ✓ De diversificação
- III. Em função do uso para a empresa:
  - ✓ De viabilidade
  - ✓ Final
  - ✓ De financiamento

Em razão dos itens I e II da classificação acima mencionada ser de fácil entendimento, será apresentado apenas breve comentário sobre o entendimento dos autores quanto à classificação apresentada no item III. Para Woiler e Mathias (1989), o projeto de viabilidade apresenta um estudo e análise que buscam verificar a viabilidade do empreendimento a nível interno da própria empresa. Na prática,

entretanto, o que se observa, segundo os autores, é que esse tipo de projeto às vezes não é executado pelas empresas nacionais, isto é, quando a empresa resolve executar determinado investimento, raramente faz a verificação de sua viabilidade. O segundo tipo considerado no uso para a empresa, projeto final, “constitui-se no conjunto de informações em que a grande maioria dos parâmetros críticos para a fase de implantação já se encontra definida e congelada”. Da mesma forma que o projeto de viabilidade, esse tipo de projeto também é raramente executado nas empresas nacionais. Por fim, o projeto de financiamento é elaborado para atender às exigências de órgãos e instituições financiadoras e/ou órgãos federais, regionais, estaduais e municipais que concedem incentivos. Geralmente esse tipo de projeto é elaborado em formulários ou modelos padronizados dos financiadores e apresenta dados bastante otimistas a fim de sensibilizar os órgãos concessionários de incentivos e/ou financiamentos e garantir sua aprovação.

Qualquer que seja o tipo, o projeto de investimento está atrelado ao orçamento de capital da organização, e, segundo Lapponi (2007), “o orçamento de capital é o processo dirigido a analisar projetos de investimento e determinar se vale a pena realizar o projeto para construção de uma planta, lançar um novo produto, realizar uma campanha de divulgação dos produtos etc.”

Uma vez que o processo de orçamento de capital envolve a geração de proposta de investimentos em longo prazo, os quais representam desembolsos consideráveis de fundos que obrigam a empresa a seguir um determinado curso de ação, são necessários certos procedimentos para analisá-los e selecioná-los adequadamente, conforme Gitman (2002).

A partir de trabalho realizado por Markowitz (1959), conforme Souza (2003, p. 55), muitas técnicas e metodologias foram desenvolvidas ao longo do tempo para se avaliar os riscos dos projetos de investimento. Tais métodos e técnicas envolveram a criação de indicadores econômico-financeiros com o fim de subsidiar a decisão de investimento por parte da empresa e dos agentes financiadores (parceiros, instituições financeiras, acionistas, investidores etc.).

De acordo com Souza (2003), alguns estudiosos realizaram pesquisas a fim de verificar quais as técnicas de análise mais utilizadas pelas empresas para a tomada de decisão sobre investimentos. Entre eles, Graham e Harvey (1999) concluíram em sua pesquisa que a maioria dos tomadores de decisão questionados, marcou a TIR (75,7%) e o VPL (74,9%) como as técnicas mais utilizadas na análise de projetos. Em

seguida, fato que surpreendeu os autores da pesquisa, aparece o payback como a terceira técnica de análise mais utilizada. A surpresa deveu-se ao fato de que o payback é considerado na literatura como um método de análise com poucos critérios e, sendo assim, de pouca confiabilidade.

Além disso, o cálculo de alguns índices, abaixo relacionados e adiante conceituados, também é realizado com o fim de medir e analisar a situação econômico-financeira da empresa e subsidiar os administradores na tomada de decisão, tais como:

- ✓ Margem Operacional de Lucro
- ✓ Retorno Sobre Vendas
- ✓ Retorno Sobre o Investimento
- ✓ Retorno Sobre o Patrimônio Líquido
- ✓ Endividamento Geral
- ✓ Liquidez Corrente
- ✓ Liquidez Seca
- ✓ Liquidez Geral

A Margem Operacional de Lucro – MOL é o índice que indica o quanto a empresa está obtendo de lucro em relação às suas receitas operacionais e é calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{MOL} = \frac{\text{LOL}}{\text{ROL}} \times 100$$

Sendo: LOL = lucro operacional líquido

ROL = receita operacional líquida

O índice de Retorno Sobre Vendas – RSV compara o lucro líquido em relação às vendas líquidas do período analisado, fornecendo o percentual de lucro que a empresa está obtendo em relação ao seu faturamento, e é calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{RSV} = \frac{\text{LL}}{\text{VL}} \times 100$$

Sendo: LL = lucro líquido

VL = vendas líquidas

O Índice de Endividamento Geral – EG mede a proporção dos ativos totais da empresa financiada pelos credores e é calculada pela seguinte fórmula:



$$EG = \frac{ET}{At} \times 100$$

Sendo: ET = exigível total

At = ativo total

A Participação de Capitais de Terceiros – PCT é o índice que revela o percentual de capital de terceiros em relação ao patrimônio líquido da empresa, mede a dependência da empresa a fontes externas de recursos e é calculada pela seguinte fórmula:

$$PCT = \frac{PC + ELP}{PL} \times 100$$

Sendo: PC = passivo circulante

ELP = exigível a longo prazo

PL = patrimônio líquido

O Retorno Sobre o Investimento, ou Retorno Sobre o Ativo – RSA é o índice que indica a lucratividade que a empresa propicia em relação aos investimentos totais representados pelo Ativo Total e é calculado pela seguinte fórmula:

$$RSA = \frac{LL}{At} \times 100$$

Sendo: LL = lucro líquido

At = ativo total

O Retorno Sobre o Patrimônio Líquido – RSPL indica quanto de prêmio que os acionistas ou proprietários da empresa estão obtendo em relação aos seus investimentos no empreendimento e é calculado pela seguinte fórmula:

$$RSPL = \frac{LL}{PL - LL} \times 100$$

Sendo: PL = patrimônio líquido

LL = lucro líquido

A Liquidez Corrente é o indicador utilizado para medir o quanto a empresa possui em dinheiro, bens e direitos realizáveis no curto prazo, para fazer face às suas dívidas exigíveis no mesmo período. O Índice de Liquidez Corrente é obtido pela relação entre o ativo circulante e o passivo circulante, e pode ser definido pela seguinte expressão:

$$LC = \frac{AC}{PC}$$

A Liquidez Seca é o indicador utilizado para medir o quanto a empresa possui em dinheiro, bens e direitos realizáveis no curto prazo, excluído os estoques, para satisfazer as suas dívidas de curto prazo. O Índice de Liquidez Seca é obtido dividindo-se o ativo circulante menos o saldo de estoques pelo passivo circulante, e pode ser definido pela seguinte expressão:

$$LS = \frac{AC - ET}{PC}$$

A Liquidez Geral é o indicador utilizado para medir o quanto a empresa possui em dinheiro, bens e direitos realizáveis a curto e longo prazo, para fazer face às suas dívidas totais. O índice de Liquidez Geral é obtido dividindo-se o somatório do ativo circulante com o ativo realizável no longo prazo pelo somatório do passivo circulante com o passivo exigível no longo prazo, e pode ser definido pela seguinte expressão:

$$LG = \frac{AC + RLP}{PC + ELP}$$

A interpretação destes indicadores é apresentada no quadro abaixo:

*Quadro 1 Interpretação dos indicadores*

<b>Indicador</b>	<b>Interpretação</b>
Margem Operacional de Lucro	Quanto maior, melhor
Retorno Sobre Vendas	Quanto maior, melhor
Retorno Sobre o Investimento	Quanto maior, melhor
Retorno Sobre o Patrimônio Líquido	Quanto maior, melhor
Endividamento Geral	Quanto menor, melhor
Participação de Capitais de Terceiros	Quanto menor, melhor
Liquidez Corrente	Melhor quando acima da unidade
Liquidez Seca	Melhor quando acima da unidade
Liquidez Geral	Melhor quando acima da unidade

*Fonte: Elaborado pelo autor.*

Os índices, como os acima mencionados, estabelecem a relação entre contas e/ou grupo de contas dos demonstrativos financeiros das empresas, e tem como

objetivo fornecer evidências sobre determinados aspectos da sua situação econômico-financeira. É importante citar que não se deve considerar isoladamente o resultado de um índice na interpretação da situação econômico-financeira de uma empresa, mas sempre de forma conjunta com outros índices. Os índices podem ser separados em grupos ou blocos de acordo com a sua finalidade na análise. O quadro abaixo apresenta os índices e sua finalidade para melhor entendimento e visualização:

*Quadro 2 Finalidade da análise/Índice*

ESTRUTURA	EG	Endividamento Geral
	PCT	Participação de Capitais de Terceiros
LIQUIDEZ	LC	Liquidez Corrente
	LS	Liquidez Seca
	LG	Liquidez Geral
RENTABILIDADE	MOL	Margem Operacional de Lucro
	RSI	Retorno Sobre Investimento
	RSPL	Retorno Sobre Patrimônio Líquido
	RSV	Retorno Sobre Vendas

Fonte: Elaborado pelo autor

A finalidade da análise de **estrutura** de uma empresa é verificar a composição de capitais (próprios e de terceiros), medir os níveis de imobilização de recursos e buscar relações diversas no endividamento da empresa Silva (1998).

Quando se pretende verificar a capacidade da empresa em honrar seus compromissos de curto e/ou longo prazo, o interessado deve analisar os índices de **liquidez** da empresa.

Os índices de **rentabilidade** ou lucratividade da empresa, os que mais interessam aos empresários e acionistas, indicam qual o retorno que o empreendimento está propiciando aos capitais investidos.

No apêndice deste trabalho serão apresentados exemplos dos cálculos dos indicadores da Empresa X, tratados neste tópico, para melhor entendimento dos conceitos aqui abordados.

## 2.2 Métodos e Indicadores de Avaliação de Projetos

Conforme consta nos objetivos específicos deste estudo, aplicou-se o modelo de Simulação Monte Carlo em três indicadores, o VPL, a TIR e o *payback*. A justificativa para escolha destes três indicadores de risco se deve ao fato de que eles são os mais utilizados para avaliação de risco de projetos de investimento, conforme pesquisa realizada por Graham e Harvey (1999) citado na seção 2.1.

A seguir se aborda o conceito, a fórmula, a aplicação e a interpretação destes indicadores, os quais estão incluídos nos objetivos específicos do presente trabalho como variáveis de análise.

O VPL é o valor que irá demonstrar o quanto a empresa irá crescer (VPL positivo) ou decrescer (VPL negativo) em função do investimento pretendido e é representado pela diferença entre a entrada de capital (investimento inicial) e o somatório dos resultados do fluxo de caixa no período analisado. Segundo Lapponi (2000, p. 91) “o método do VPL compara todas as entradas e saídas de dinheiro na data inicial do projeto, descontando os retornos futuros do fluxo de caixa com a taxa de juro  $k$ .” Considerando a existência de apenas um desembolso anual para o projeto, a fórmula matemática, segundo Lapponi (2000), para cálculo do VPL é a seguinte:

$$VPL = -I + \frac{FC_1}{1+k} + \frac{FC_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FC_t}{(1+k)^t} + \dots + \frac{FC_n}{(1+k)^n}$$

Onde:

$I$  = investimento inicial

$FC_t$  = retorno na data  $t$  do fluxo de caixa

$n$  = prazo de análise do projeto, ou data terminal do projeto

$k$  = taxa mínima requerida para realizar o investimento, ou custo de capital do projeto

Agrupando a soma dos retornos do fluxo de caixa, obtém-se a seguinte fórmula matemática:

$$VPL = -1 + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t}$$

Ainda segundo Lapponi (2000), como os projetos de investimento podem apresentar desembolsos em mais de um ano, a fórmula matemática geral para o seu cálculo passa a ser a seguinte:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t}$$

O VPL como medida de decisão de investimento no sentido de acatar ou rejeitar um projeto, obedece ao critério de que se o VPL for maior que zero, o projeto deve ser acatado, se menor que zero, deve ser rejeitado. Gitman (2002) afirma que se o VPL for maior que zero, a empresa obterá um retorno maior do que o seu custo de capital, e com isso estaria aumentando o seu valor de mercado e, conseqüentemente a riqueza dos seus proprietários.

A TIR – Taxa Interna de Retorno, para Gitman (2002) é definida como “a taxa de desconto que iguala o valor presente das entradas de caixa ao investimento inicial referente a um projeto.” A TIR é a taxa de desconto que anula o VPL, ou seja, que iguala o VPL à zero. Aproveitando a fórmula de Lapponi para o cálculo do VPL, a fórmula matemática para cálculo da TIR passa a ser a apresentada abaixo, substituindo o k pela TIR e fazendo o VPL = 0:

$$0 = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+TIR)^t}$$

Quando se utiliza a TIR como medida de decisão de investimento no sentido de acatar ou rejeitar um projeto, o critério a ser seguido é o seguinte: Se a TIR for maior que o custo de capital definido, acata-se o projeto, se for menor, rejeita-se o projeto. Para Gitman (2002), esse critério garante que a empresa esteja obtendo, pelo menos, sua taxa de retorno requerida no investimento.

O *Payback*, como medida de risco de investimento, é o critério que avalia o tempo ou prazo de retorno do investimento proposto, e entre os vários métodos existentes é o mais fácil de calcular. Gitman (2002) afirma que o *payback* é “o período de tempo necessário para a empresa recuperar o investimento inicial de um projeto, a partir das entradas de caixa.” Como medida de avaliação de risco, o *payback* é bastante criticado por não considerar os efeitos do tempo sobre o dinheiro. Gitman (2002) aponta três deficiências do *payback* como medida de avaliação de risco, quais sejam:

- I. [...] sua incapacidade de especificar qual o período apropriado, tendo em vista o objetivo de maximização da riqueza do acionista, pois não se baseia em fluxos de caixa descontados para verificar se eles adicionam valor à empresa;

- II. [...] a abordagem falha ao deixar de considerar integralmente o fator tempo no valor do dinheiro;
- III. [...] não reconhece os fluxos de caixa que ocorrem após o período de *payback*.

O critério de decisão utilizado para o *payback* é de que quanto menor o tempo de *payback* em relação ao tempo estimado, melhor, ou seja, o projeto deve ser executado, pois, nesse caso, a recuperação do capital investido ocorreria em tempo inferior ao tempo máximo estabelecido pelos investidores. No sentido inverso, ou seja, quanto maior o tempo de *payback* em relação ao tempo máximo estabelecido pelos investidores, o projeto deve ser rejeitado.

### 2.2.1 Simulação Monte Carlo

Para Cardoso (2000) “o termo simulação designa qualquer método analítico destinado a imitar um sistema real, em especial quando outros métodos de análise são matematicamente muito complexos ou muito difíceis de reproduzir.” Para Silva (1998, p. 146) “as simulações constituem-se também em valiosos métodos de tomada de decisão, á medida que permite ao tomador de decisões simular as situações prováveis e a obtenção de expectativas de resultados.”

Simulação é uma abordagem comportamental baseada em estatística, usada em orçamento de capital para se obter uma noção de risco, através da aplicação de distribuição probabilísticas predeterminadas e números aleatórios para se estimar os resultados arriscados (GITMAN, 2002, p. 343).

Loesch (2009, p. 207) afirma que a palavra **simular** (grifo do autor) teve sua origem no trabalho de Von Neumann, que, em 1940, utilizou a expressão análise de Monte Carlo para nomear uma técnica matemática empregada na solução de problemas da física nuclear para os quais uma solução experimental seria muito dispendiosa ou um tratamento analítico seria muito complicado. Segundo Cardoso (2000), os primeiros estudos envolvendo Simulação Monte Carlo e avaliações de

investimentos de capital foram feitos por David B. Hertz e publicados em artigo na revista Harvard Business Review originalmente em 1974<sup>2</sup>.

A técnica de Monte Carlo parte da idéia de uma roleta hipotética que, girada, conduz a um resultado aleatório. É possível controlar a roleta de forma que os resultados conduzam a interpretações distintas, e dessa forma, pode-se conseguir transformar uma distribuição uniforme discreta em outra distribuição de probabilidade discreta qualquer, conforme Loesch (2009).

De acordo com Moore (2005, p. 429), na maioria das vezes os modelos de simulação são usados para analisar uma decisão com risco – ou seja, um modelo no qual o comportamento de um ou mais fatores não é conhecido com certeza. A demanda por um produto durante o mês seguinte, **o retorno de um investimento** (grifo do autor), a quantidade de caminhões que chegarão no dia seguinte para descarga entre um determinado horário, são exemplos onde podem ser aplicados os modelos de simulação. O fator que não é conhecido com certeza, nesses casos, é considerado uma **variável aleatória** e seu comportamento é descrito por uma **distribuição de probabilidade**. Ainda de acordo com Moore (2005, p. 429), “a habilidade de modelos de simulação para lidar com complexidade, captar a variabilidade de medidas de desempenho e reproduzir comportamento no curto prazo faz da simulação uma ferramenta poderosa.”

---

<sup>2</sup>Revisando as referências do autor, percebeu-se que o ano da publicação original foi 1964. Informações sobre o artigo estão disponíveis no site da HBR – Harvard Business Review: (**Risk Analysis in Capital Investment (HBR Classic)**)  
**David B. Hertz**

- Length: 12p
- Publication Date: September, 1979

Originally published in the January/February 1964 issue of HBR, this article presents an innovative approach for calculating the risks entailed in projects such as modernizing a plant or launching...

### 3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Neste capítulo é apresentada em seções a metodologia utilizada para realização do trabalho. Na primeira seção faz-se um breve relato sobre o modelo de análise de cenário aplicado em avaliação de projetos de investimento e sobre o método de Simulação Monte Carlo, objetivo do estudo. Nas seções seguintes se apresenta o método, técnicas, dados da amostra e os procedimentos e instrumentos utilizados na realização do trabalho. Os procedimentos e a ferramenta utilizada são apresentados de forma mais detalhada nesta seção.

#### 3.1 Delineamento da pesquisa

Os modelos existentes para avaliação de riscos de projetos de investimento, construídos com base nas demonstrações financeiras das empresas, por sua característica determinística, apesar de utilizarem cálculos matemáticos complexos, são utilizados pelos técnicos em elaboração de projetos que produzem alguns cenários, geralmente três, para subsidiar a análise dos investidores quanto à decisão sobre acatar ou rejeitar o projeto. Segundo Gitman (2002), a **análise de cenário** é usada para avaliar o impacto de várias circunstâncias no retorno da empresa, a exemplo de alta inflação (cenário 1) e baixa inflação. (cenário 2) no VPL de um projeto. O cenário considerado estável ou básico seria o cenário 3, neste caso. Da mesma forma é possível construir cenários, variando-se a receita projetada – por exemplo – em termos percentuais para mais e para menos sobre o cenário “básico ou mais provável”, e assim criar mais dois cenários, o “otimista” (ajuste para mais) e o “pessimista” (ajuste para menos). Cada cenário afetará as entradas de caixa da empresa, as saídas de caixa e o custo de capital, resultando em diferentes níveis de VPL (GITMAN, 2002).

Comparando a projeção de cenários com experimento, verifica-se que o numero de cenários é muito pequeno para estimar situações do futuro, uma vez que em qualquer experimento, quanto maior o número de tentativas realizadas, maior será a probabilidade de acertos. Neste ponto técnicas de simulação baseada em modelos estatísticos através da aplicação de distribuições probabilísticas predeterminadas e



números aleatórios, podem ser utilizadas na análise de viabilidade econômico-financeira de projetos de investimento com maior precisão. Para Silva (1998), “As simulações constituem-se também em valiosos métodos de tomada de decisão, á medida que permite ao tomador de decisões simular as situações prováveis e a obtenção de expectativas de resultados.” As técnicas de simulação em análise de viabilidade de projetos de investimento podem ser aplicadas sobre diversos fatores ou variáveis, além da receita prevista citada no parágrafo anterior, como custos, demanda, inflação esperada etc.

A simulação deve ser realizada, de acordo com Motta e Calôba (2009), quando se deseja calcular um resultado em função de diversas variáveis aleatórias que possuem distribuições de probabilidades distintas. Neste caso, seria o ato de realizar um processo de amostragem consistente de  $n$  iterações. Geralmente 100 iterações seriam suficientes quando se trabalha com problemas simples, a fim de se ter garantia de que os resultados apresentados estariam tendendo a certa estabilidade, entretanto há casos em que seriam necessárias cerca de 500 ou mais iterações.

A técnica de simulação utilizada no estudo, conhecida como Simulação Monte Carlo, permite realizar milhares de simulações sobre uma variável independente. Moore (2005) aplicando o método de Simulação Monte Carlo com a ferramenta Crystal Ball™ em exemplo de orçamento de capital na avaliação de investimento em novo produto, sugere o número de 500 tentativas ou iterações para gerar os resultados ou amostras para análise do VPL do projeto. Neste trabalho utilizaram-se as variáveis dependentes VPL, TIR e payback (simples e descontado) para aplicação do método da Simulação Monte Carlo, a partir do qual será gerado dado matemático probabilístico como resultado da simulação. Como ferramenta para construção do modelo de simulação, utilizou-se os softwares Excel™ da Microsoft™ e o Crystal Ball™ desenvolvido pela Oracle™, o qual é um suplemento incorporado na planilha eletrônica Excel™.

### **3.2 Caracterização da organização**

A empresa selecionada, cujos dados econômico-financeiros servirão de base para esse estudo, é uma empresa real, genuinamente brasileira, mas por motivos éticos terá o seu nome omitido, e, em seu lugar será utilizada a denominação de

**EMPRESA X.** Trata-se de uma sociedade anônima do ramo de atividade Indústria e Comércio, de grande porte, com ações negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo – BOVESPA. As informações e dados necessários para realização do presente trabalho estão disponíveis na internet, no próprio site da empresa, no site da CVM – Comissão de Valores Mobiliários, uma vez que se trata de sociedade anônima de capital aberto.

Como forma de preservar o nome da empresa, outras informações como localização, área de atuação, principais produtos etc. não serão divulgados neste trabalho.

### **3.3 Métodos e técnicas de pesquisa**

Segundo Medeiros (2005), a Matemática, assim como a Filosofia, utiliza-se do método dedutivo, uma vez que a função básica é demonstrar aquilo que implicitamente já se encontra no antecedente. Neste estudo, como método geral de pesquisa foi considerado o método dedutivo, e como técnica de pesquisa adotou-se a classificação conforme abaixo:

- I. Quanto ao tipo de pesquisa enquadra-se como Estudo de Caso, por ser o mais indicado para o fenômeno a ser observado;
- II. Relativamente aos objetivos, foi dado o caráter de pesquisa exploratória e descritiva;
- III. Com relação aos procedimentos de coleta de dados, utilizou-se a técnica de pesquisa documental e pesquisa bibliográfica;
- IV. Quanto à modalidade, a pesquisa foi considerada quantitativa e qualitativa;

Por fim, quanto ao objeto da pesquisa, baseou-se na pesquisa de campo, haja vista a existência de pesquisa documental para avaliação dos dados e informações utilizados no trabalho.

### **3.4 Descrição das variáveis de interesse**

A análise de risco de projetos de investimento relaciona-se à incerteza de que os valores esperados do projeto podem ou não ocorrer. Por outro lado, a incerteza relaciona-se com o desvio que poderá ocorrer no resultado do fluxo de caixa esperado do projeto, para mais ou para menos. Quando a variação ou desvio acontece para mais, o fato é comemorado pelos empresários, ao passo que a variação ou desvio para menos resulta em perdas financeiras e dessa forma é motivo de incomodo. Por conta da incerteza quanto à efetiva realização dos resultados esperados, realiza-se avaliação ou análise de risco dos projetos.

A análise de risco é efetuada utilizando-se de indicadores calculados com base no fluxo de caixa projetado. Entre os indicadores existentes para avaliação de risco em projetos de investimento, estão o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o *Payback*, os quais foram descritos e conceituados no item 2.1.1 Métodos e Indicadores de avaliação de projetos. Neste estudo, esses indicadores foram utilizados como variáveis de saída, de análise ou de interesse, onde sobre os quais foi aplicado o método de Simulação Monte Carlo, realizando 1000 ensaios ou simulações no fluxo de caixa do projeto, resultando em série de distribuição de probabilidades possíveis sobre as variáveis de interesse.

### 3.5 Procedimentos e instrumentos utilizados na simulação

Nesta seção serão apresentados a amostra, os procedimentos e o instrumento ou ferramenta utilizado para manipulação dos dados e geração dos resultados.

Em razão do tipo de estudo que foi realizado envolver a utilização de simulação de dados quantitativos (Simulação Monte Carlo) baseada em métodos determinísticos e probabilísticos para avaliação de risco de projetos de investimento, cujos *inputs* (entradas) para o cálculo são os demonstrativos financeiros das empresas, a amostra considerada no presente estudo compreende os demonstrativos financeiros da **Empresa X** no período de seis anos (2003 a 2008). Por outro lado, considerando que a análise de viabilidade se faz sobre projeções do futuro no fluxo de caixa gerado pelo projeto, as informações referentes ao fluxo de caixa projetado foram fornecidas, em planilha eletrônica, por uma Instituição Financeira, neste estudo denominado “**Banco Alpha**”, cujo nome foi omitido a pedido da Instituição. A planilha foi utilizada para fim de análise comparativa com os resultados dos modelos do estudo e é mostrada ao

final do capítulo 4 Apresentação e Análise dos Resultados Também foram utilizados no estudo relatórios da administração, pareceres de auditores independentes e notas explicativas. O material referente à empresa, consultado e utilizado como insumo neste trabalho, se acha disponível em seu site.

Assumindo que a simulação do futuro para análise de viabilidade de projeto é o principal objetivo deste trabalho e que o número de iterações ou ensaios realizados com modelo probabilístico se baseia na aleatoriedade, o período de seis anos utilizado como amostra, embora limitado por disponibilidade de dados, foi considerado satisfatório para cálculo e definição das premissas utilizadas na projeção dos períodos seguintes e geração dos resultados esperados com a simulação. A Tabela 1 mostrada a seguir é construída com valores retirados das demonstrações financeiras da empresa, mostra os itens, valores e o período utilizado como amostra para o trabalho:

*Tabela 1 Itens da Demonstração de Resultados do Exercício*

	R\$ mil					
Nome do item	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Receita Líquida de Vendas	1.328.910	1.769.664	2.282.164	2.756.987	3.072.699	3.618.019
Custos totais (1)	1.097.013	1.375.091	1.750.535	2.147.190	2.450.663	2.870.340
Lucro antes Impostos	231.897	394.573	531.629	609.797	622.036	747.679
Impostos	40.364	87.102	134.747	149.023	156.627	229.568
Participações	127.709	7.178	-	-	-	-
Lucro Líquido	63.824	300.293	396.882	460.774	465.409	518.111

(1) Custos e despesas totais, inclusive Depreciação e Amortização.

Fonte: Extraído das demonstrações financeiras consolidadas da Empresa X.

Antes de apresentar os procedimentos e o instrumento utilizado no trabalho, se faz necessário mostrar algumas etapas e/ou passos existentes e que foram encontrados na literatura referindo-se a procedimentos para modelagem do processo de Simulação Monte Carlo, os quais auxiliaram na definição dos procedimentos utilizados neste trabalho. Entre estes, Santos e Campos (2000) citam quatro etapas para utilização da técnica Monte Carlo:

- Identificação da distribuição de probabilidade das variáveis relevantes do fluxo de caixa do projeto;
- Seleção ao acaso de um valor de cada variável, com base em sua distribuição de probabilidade;
- Cálculo do valor de todos os indicadores de rentabilidade escolhidos;
- Repetição do processo de obtenção da distribuição de freqüência dos indicadores.

Cardoso (2000) também cita quatro passos para se utilizar a Simulação Monte Carlo na elaboração do fluxo de caixa, quais sejam:

1. Constrói-se um modelo base dos fluxos de caixa futuros da empresa;
2. Constrói-se um modelo com as principais incertezas relativas aos insumos principais, usando distribuições de probabilidades;
3. Especificam-se as relações entre as variáveis de entrada;
4. Executa-se a simulação propriamente dita.

Para Lapponi (2007), o processo para se realizar a Simulação Monte Carlo na análise de risco de projeto de investimento (1) começa pela construção do modelo base de cálculo do VPL (variável de saída). Em seguida (2) são identificadas as estimativas aleatórias do projeto e definidas suas correspondentes distribuições, ou seja, as variáveis aleatórias. Por fim (3), é gerada a série com certa quantidade de resultados de VPL que será analisada. Outros procedimentos para elaboração de um modelo de fluxo de caixa com a Simulação Monte Carlo são citados por Junqueira e Pamplona (2002), os quais são reproduzidos abaixo:

- 1) Construir um modelo básico das variações dos fluxos de caixa futuros, provocados pelo investimento em questão;
- 2) Para toda a variável que puder assumir diversos valores elaborar sua distribuição de probabilidade acumulativa correspondente;
- 3) Especificar a relação entre as variáveis de entrada a fim de se calcular o VPL do investimento;
- 4) Selecionar, ao acaso, os valores das variáveis, conforme sua probabilidade de ocorrência, para assim, calcular o valor presente líquido;
- 5) Repetir esta operação muitas vezes, até que se obtenha uma distribuição de probabilidade do VPL.

Como se pode observar, não existe uma metodologia única ou padrão ou, até mesmo um modelo a ser seguido para se definir os procedimentos a serem realizados na utilização de simulação. Na verdade, constata-se que os procedimentos, etapas, passos etc., são definidos pelo autor do trabalho, observando, obviamente, uma seqüência lógica de passos a fim de permitir a obtenção de resultados dentro do problema a ser resolvido. Entretanto, observa-se pontos em comum entre os autores citados, quais sejam: construção do modelo de fluxo de caixa, utilização do VPL como medida de risco e repetição da operação (simulação).

Os passos utilizados para execução do trabalho proposto, após a definição do tema, objetivo geral e objetivos específicos foram traçados conforme a seguir:

- 1) Seleção do material a ser utilizado (demonstrativos da empresa);
- 2) Definição dos itens necessários para montar o fluxo de caixa;
- 3) Definição e cálculo das premissas para custos totais, taxa de desconto; IRPJ e taxa de crescimento das receitas;
- 4) Montagem da planilha;
- 5) Definição das variáveis de entrada (variável aleatória) e saída (variável de decisão ou de análise);
- 6) Aplicação do software Crystal Ball™ para realização da Simulação Monte Carlo.

Os passos acima mencionados são descritos em seguida de maneira detalhada de forma que possibilite o entendimento, como também possa permitir sua reprodução.

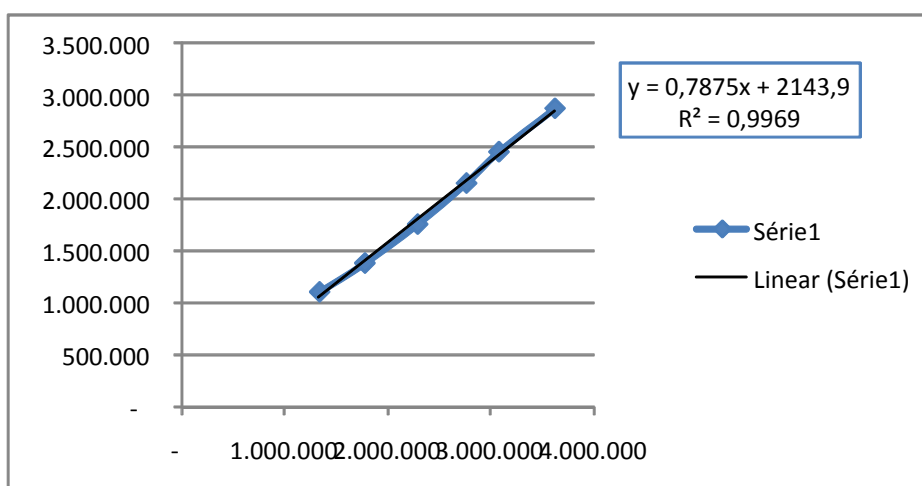
Seleção do material a ser utilizado: o material utilizado no trabalho foi capturado na internet no site da empresa.

Definição dos itens necessários para montar o fluxo de caixa e definição das premissas utilizadas:

a. Custos totais: por não ter sido possível separar os custos da empresa em custos fixos e variáveis, utilizou-se o custo e despesa total para se obter o lucro antes da tributação, calculado pela diferença entre a receita líquida de vendas e/ou serviços (item 3.03 da DRE) e o resultado antes da tributação (item 3.09 da DRE) da demonstração de resultados do exercício e que também pode ser obtido somando-se os custos de bens e/ou serviços vendidos (item 3.04 da DRE) com as despesas/receitas operacionais (item 3.06 da DRE). Não foi considerado o valor da depreciação, apesar de constar na demonstração do fluxo de caixa, tendo em vista que o seu cálculo nas projeções não poderia ser efetuado de maneira correta por conta dos componentes envolvidos no seu cálculo e, por outro lado verificou-se que a despesa com depreciação no último ano (2008) correspondeu a menos de 2% (dois por cento) da receita bruta de vendas da empresa. A despesa com depreciação não representa desembolso de recursos e é utilizada para reduzir a base de cálculo do imposto de renda e da contribuição social sobre o lucro da pessoa jurídica. Em razão de que esta despesa está incluída nas despesas totais da DRE, portanto considerada no cálculo da tributação, a sua importância neste trabalho estaria relacionada ao

retorno do seu valor no cálculo final do fluxo de caixa, o que aumentaria o saldo quando positivo ou reduziria o saldo quando negativo.

Por outro lado, seria necessário definir ainda, uma metodologia para o cálculo dos custos dos períodos futuros, ou seja, os custos totais projetados no fluxo de caixa. Assim, utilizou-se a regressão linear a fim de se obter a equação a ser utilizada no cálculo dos custos totais projetados. A equação foi gerada a partir do gráfico de dispersão da seguinte forma: selecionam-se as células da planilha referente às receitas e custos totais do período passado (2003 a 2008) e em seguida insere-se o gráfico de dispersão. Após o gráfico ser gerado, aponta-se com o mouse para uma área qualquer da reta, clica-se com o lado direito do mouse e seleciona-se a opção “Adicionar linha de tendência”. Será aberta uma janela na planilha e então se marcam a opção Linear, Exibir equação no gráfico e Exibir valor de R-quadrado no gráfico, fechando-se em seguida a janela. Assim, o Excel™ irá apresentar a figura mostrada em seguida onde consta a equação e o valor de R-quadrado do gráfico:



*Figura 1 Gráfico e Equação dos Custos Totais*

A fórmula da regressão linear é dada por  $y = a + bx$ , onde “x” é a variável independente e “y” a variável dependente, sendo “a” e “b” constantes da equação. A primeira parte da equação ( $0,7875x$ ) corresponde ao percentual variável dos custos em relação às receitas, neste caso igual a 78,75%, e a segunda parte corresponde à parte fixa dos custos. O valor de R-quadrado indica o grau de correlação entre as variáveis da equação, que neste caso atingiu 99,69%, sendo que y é a variável dependente (os custos) e x é a variável independente (receitas) da equação. R-quadrado varia de -1 a 1, onde -1 e 1 indica a correlação perfeita (negativa ou positiva), ou seja, quanto mais próximo de 1, maior a correlação entre as variáveis.

b. Com relação à alíquota de tributação, esta foi definida calculando-se a mediana das alíquotas efetivamente cobradas sobre o resultado antes da tributação (item 3.09 da DRE) do período considerado (2003 a 2008), conforme se pode observar na tabela 2 desta seção.

*Tabela 2 Apuração da alíquota de tributação*

Ano	LAJIR	IRPJ/CSSL	%
2003	R\$ 231.897	R\$ 40.364	17,41
2004	R\$ 394.573	R\$ 87.102	22,08
2005	R\$ 531.629	R\$ 134.747	25,35
2006	R\$ 609.797	R\$ 149.023	24,44
2007	R\$ 622.036	R\$ 156.627	25,18
2008	R\$ 747.679	R\$ 229.568	30,70
		Média Aritimética	24,19
		Mediana	24,81
Fonte: Demonstrativos da empresa X			

c. Para os custos iniciais, ou seja, o valor do investimento inicial para efeito de apuração dos indicadores VPL, TIR e *Payback* considerou-se o valor da planilha da instituição financeira e que corresponde ao total do ativo da empresa. Considerando que as empresas reinvestem parte dos seus lucros em aquisições de bens do ativo permanente (imobilizado), a inclusão de valores de reinvestimento no cálculo poderia ser considerada como de muita importância no trabalho, fato que, certamente, traria maior contribuição e confiança aos resultados obtidos. Dessa forma buscou-se nas demonstrações do fluxo de caixa valores dos investimentos da empresa realizados no período. Estes valores foram inseridos em uma planilha juntamente com os valores do Lucro Líquido a fim de permitir o cálculo do percentual do investimento com relação ao lucro do exercício. Obtendo-se o percentual de reinvestimento sobre o lucro no período, calculado ano a ano, calculou-se a mediana dos percentuais para se obter a taxa anual de reinvestimento a ser utilizada nas projeções do fluxo de caixa. A tabela 3 abaixo apresenta os dados utilizados e o resultado obtido com os cálculos:

*Tabela 3 Apuração da taxa de reinvestimento*

2003	2004	2005	2006	2007	2008	
23.891	83.065	111.600	193.596	124.131	102.678	
63.884	300.294	396.881	460.773	465.409	518.111	Mediana
37,40%	27,66%	28,12%	42,02%	26,67%	19,82%	27,89%

*Fonte dos dados: Demonstrativos da Empresa.*

d. As empresas, em qualquer setor, atividade, porte etc., realizam investimentos com a finalidade de aumentar o seu faturamento e, conseqüentemente, o seu lucro, buscando assim o crescimento contínuo na atividade. Dessa forma,



dados foram coletados sobre o crescimento do setor e cálculos foram realizados a fim de se definir qual seria a taxa de crescimento a ser utilizada na projeção do faturamento da empresa para os próximos 10 (dez) anos (período utilizado no experimento). Foram utilizados dados do setor de atuação da empresa, tendo em vista que a taxa de crescimento da empresa, calculada com a mesma metodologia, se mostrou muito elevada, chegando a atingir quase 20% (vinte por cento). Essa taxa poderia ser considerada bastante alta, principalmente se levar em conta os problemas que vem ocorrendo na economia mundial desde agosto/2008 e que afetaram e continuam afetando o desempenho das empresas no mundo inteiro. Assim, decidiu-se investigar o crescimento do setor e utilizar os dados encontrados para efetuar o cálculo e, dessa forma, definir a taxa de crescimento para a empresa. A tabela 4, adaptada de quadro constante do Panorama do Setor Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos de 11/03/2009 no site da ABIHPEC – Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos apresentada a seguir, mostra os dados utilizados para cálculo da taxa de crescimento.

*Tabela 4 Crescimento do Setor x Crescimento da Economia*

VARIAÇÃO ANUAL - EM PERCENTAGEM				
ANO	PIB	INDUSTRIA GERAL	Setor Deflacionado	Setor Acumulado
1996	2,7	3,3	17,2	117,20
1997	3,3	4,7	13,9	133,49
1998	0,2	-1,5	10,2	147,11
1999	0,8	-2,2	2,8	151,23
2000	4,3	6,6	8,8	164,53
2001	1,3	1,6	10,0	180,99
2002	2,7	2,7	10,4	199,81
2003	1,1	0,1	5,0	209,80
2004	5,7	8,3	15,0	241,27
2005	2,9	3,1	13,5	273,84
2006	3,7	2,8	15,0	314,92
2007	5,7	4,9	9,7	345,47
2008	5,1	4,3	7,1	369,99

FONTE: IBGE - Banco Central – ABIHPEC \* Deflator: Índice IPC FIPE Higiene e Beleza

Fonte: ABIHPEC - Panorama do Setor - 2008/2009-, acesso em: 23/05/09. Adaptada pelo autor.

A taxa de crescimento do setor foi calculada pela regra de regressão com os dados acumulados do setor, mediante a utilização do gráfico de dispersão do Excel™. Após a geração do gráfico, posiciona-se o cursor em um ponto da linha de dispersão gerada no gráfico, clica-se com o lado direito do mouse e seleciona “Adicionar linha de tendência”. Na janela aberta, selecionam-se a opção Exponencial, Exibir equação

no gráfico e Exibir valor de R-quadrado no gráfico. O Excel™ irá apresentar a figura mostrada em seguida onde consta a equação e o valor de R-quadrado:

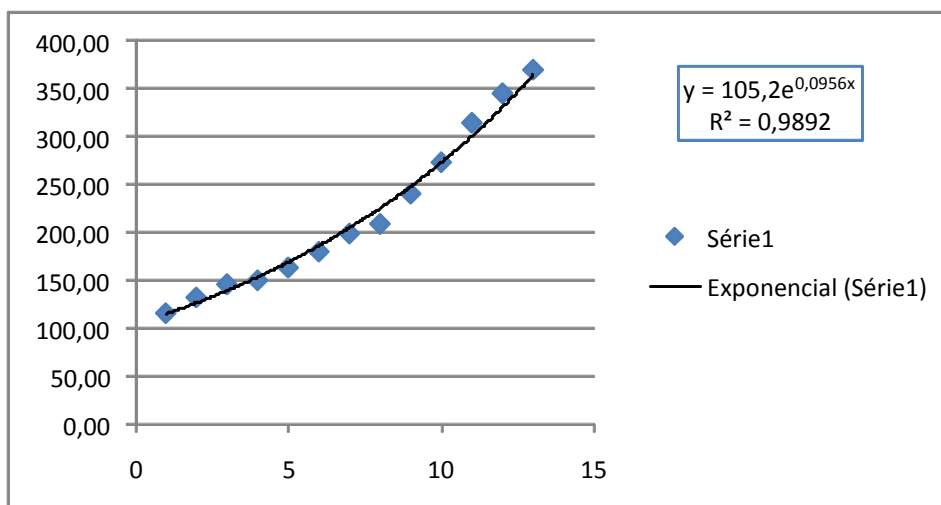


Figura 2 Gráfico e equação da taxa de crescimento

A taxa de crescimento encontrada é definida pelo expoente da equação da linha de tendência, no caso, 9,56% e o R-quadrado indica o grau de correlação da taxa de crescimento com o tempo, e que neste caso atingiu 98,92%.

e. Para se definir a Taxa de Desconto a ser utilizada no estudo, buscou-se o custo de operação de financiamento com recursos do BNDES. De acordo com informações contidas no site do BNDES, a composição dos custos de financiamento com recursos daquela instituição é calculada de acordo com o tipo de financiamento ou operação. Para operações diretas, ou seja, operações realizadas diretamente com o BNDES ou através de mandatário, o custo é igual a Custo Financeiro + Remuneração do BNDES + Taxa de Risco de Crédito e para operações indiretas, ou seja, operações realizadas por intermédio de Instituição Financeira Credenciada, o custo é igual a Custo Financeiro + Remuneração do BNDES + Taxa de Intermediação Financeira + Remuneração da Instituição Financeira Credenciada. Decidiu-se utilizar o custo de operação FINAME, a qual é financiada apenas na modalidade de operação indireta, ou seja, por intermédio de uma Instituição Financeira.

Neste caso, optou-se por buscar o custo da operação em uma Instituição Financeira Oficial, no caso o Banco do Brasil. Verificou-se no site do Banco do Brasil que o custo de uma operação FINAME é composto dos seguintes itens, conforme quadro a seguir:

Quadro 3 Composição da Taxa de Juros de Operação FINAME

**OPERAÇÕES FINAME:**

Taxa - a taxa de juros é composta por:	
Custo Financeiro	TJLP ou Cesta de Moedas ou Dólar
Intermediação Financeira	0,8% ao ano
Remuneração Básica do BNDES	de 0,5% a 3,0% ao ano, conforme a finalidade do financiamento
Remuneração do BB	A ser negociado (2,0 a 6,0)
Fonte: Banco do Brasil S.A.	

A Taxa de Juros de Longo Prazo – TJLP, de acordo com informações obtidas no site do BNDES, foi instituída pela Medida Provisória nº 684, de 31.10.94, sendo definida como o custo básico dos financiamentos concedidos pelo BNDES. A TJLP tem período de vigência de um trimestre-calendário e é calculada a partir dos seguintes parâmetros:

I - meta de inflação calculada pro rata para os doze meses seguintes ao primeiro mês de vigência da taxa, inclusive, baseada nas metas anuais fixadas pelo Conselho Monetário Nacional;

II - prêmio de risco.

A TJLP é fixada pelo Conselho Monetário Nacional e divulgada até o último dia útil do trimestre imediatamente anterior ao de sua vigência. Desde julho/2007 a TJLP não sofre alterações, tendo sido fixada à época em 6,25% ao ano. Entretanto, para definir-se a TJLP para a formação da taxa de desconto, calculou-se a mediana da TJLP no período de 2003 até a última vigência (junho/2009), obtendo-se o percentual de 8,58% ao ano. Calculou-se a média da Remuneração Básica do BNDES (1,75%) e a média da Remuneração do BB (4,00%). Em seguida, somando-se os itens de composição da taxa de juros, conforme quadro acima, obteve-se o percentual de 15,13%, o qual foi arredondado para 15,0% e considerado, então, como a taxa de desconto no fluxo de caixa.

No que se refere à definição das variáveis de entrada e saída do modelo, como variáveis de saída ou variáveis de resultado, ou, ainda, variáveis de análise foram selecionadas as variáveis VPL, TIR, *Payback simples* e *Payback descontado*, as quais foram definidas como parte dos objetivos específicos do estudo. Como variável de entrada (variável aleatória do modelo) optou-se pela receita, dentre as possibilidades possíveis, tais como receita, taxa de crescimento, investimentos, custos, taxa de reinvestimento, por se considerar como a mais importante e mais sensível a alterações no mercado.

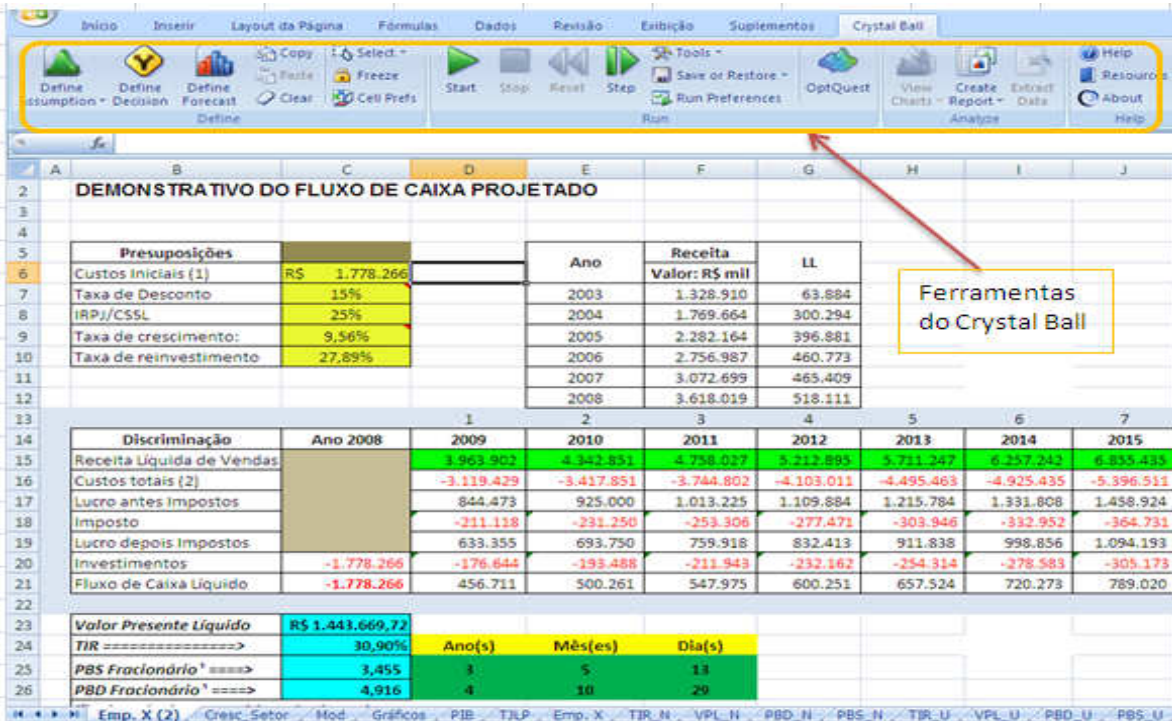
Estabelecidos os parâmetros e premissas do fluxo de caixa projetado, o passo seguinte é a montagem da planilha do fluxo de caixa para posterior aplicação do

método de Simulação Monte Carlo. O demonstrativo do Fluxo de Caixa Projetado pode ser visto na Figura 3 apresentada na seção seguinte.

Os passos utilizados para realização da simulação com utilização do Crystal Ball™ serão demonstrados na seção seguinte.

### 3.6 Procedimentos para utilização do Crystal Ball

Considerando que o objetivo da simulação é gerar um número elevado de resultados possíveis, utilizando-se de variáveis aleatórias, e que estes resultados incluem valores tanto inteiros quanto fracionários, verificou-se que os modelos a serem utilizados estariam mais bem enquadrados em “distribuições contínuas de probabilidade”. Dessa forma, definiram-se três modelos de probabilidade com distribuição contínua para serem aplicados na simulação, quais sejam: Distribuição Normal, Distribuição Uniforme e Distribuição Lognormal. A figura em seguida mostra a tela do Crystal Ball™ que dá acesso ao menu de opções necessárias para utilização do software no Excel™:



The screenshot displays the Crystal Ball software interface overlaid on an Excel spreadsheet titled "DEMONSTRATIVO DO FLUXO DE CAIXA PROJETADO". The interface includes a menu bar with options: Início, Inserir, Layout da Página, Fórmulas, Dados, Revisão, Exibição, Suplementos, and Crystal Ball. Below the menu bar is a toolbar with various icons for defining assumptions, decisions, forecasts, and running simulations. A red arrow points to the 'Tools' menu, which is labeled "Ferramentas do Crystal Ball".

Presuposições		Ano	Receita	LL
Custos Iniciais (1)	R\$ 1.778.266			
Taxa de Desconto	15%	2003	1.328.910	63.884
IRPJ/CSSL	25%	2004	1.769.664	300.294
Taxa de crescimento:	9,56%	2005	2.282.164	396.881
Taxa de reinvestimento	27,89%	2006	2.756.987	460.773
		2007	3.072.699	465.409
		2008	3.618.019	518.111

Discriminação	Ano 2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Receita Líquida de Vendas		3.963.902	4.342.891	4.758.027	5.212.893	5.711.247	6.257.242	6.835.433
Custos totais (2)		-3.119.429	-3.417.851	-3.744.802	-4.103.011	-4.495.463	-4.925.435	-5.396.511
Lucro antes Impostos		844.473	925.000	1.013.225	1.109.884	1.215.784	1.331.808	1.458.924
Imposto		-211.118	-231.250	-253.306	-277.471	-303.946	-332.952	-364.731
Lucro depois Impostos		633.355	693.750	759.918	832.413	911.838	998.856	1.094.193
Investimentos	-1.778.266	-176.644	-193.488	-211.943	-232.162	-254.314	-278.583	-305.173
Fluxo de Caixa Líquido	-1.778.266	456.711	500.261	547.975	600.251	657.524	720.273	789.020

Valor Presente Líquido	R\$ 1.443.669,72	TIR	30,90%	Ano(s)	Mês(es)	Dia(s)
PBS Fracionário *	3,45%	3	5	13		
PBD Fracionário *	4,91%	4	10	29		

Figura 3 Tela principal do software Crystal Ball™

Antes de se aplicar as ferramentas do software, é necessário definir as variáveis de entrada (variáveis aleatórias) e as variáveis de saída (resultados

esperados). Haja vista tratar-se de modelo de orçamento de capital ou projeto de investimento a variável de entrada considerada neste estudo é a receita prevista nos períodos futuros e as variáveis de saída ou resultados a serem analisados, neste caso, são o VPL, a TIR, o *Payback simples* (PBS) e o *Payback descontado* (PBD), nos três modelos de distribuição. Os itens seguintes mostram as etapas e os passos seguidos para geração dos gráficos e tabelas com a utilização do software Crystal Ball™ para cada uma das distribuições de probabilidades definidas.

### 3.6.1 Distribuição Normal

Utilizando-se do demonstrativo de fluxo de caixa previamente montado e com as variáveis de entrada e saída já definidas, o primeiro passo é selecionar a célula da planilha que representa uma variável aleatória, neste caso a receita projetada para o primeiro ano (2009), célula D15 e em seguida clicar no menu “Define Assumption” (Definir Pressuposição). Será aberta janela com a galeria de distribuições disponíveis e, então, quando selecionado a opção “Normal”, outra janela será apresentada para confirmação ou alteração dos parâmetros/dados, conforme figura em seguida:

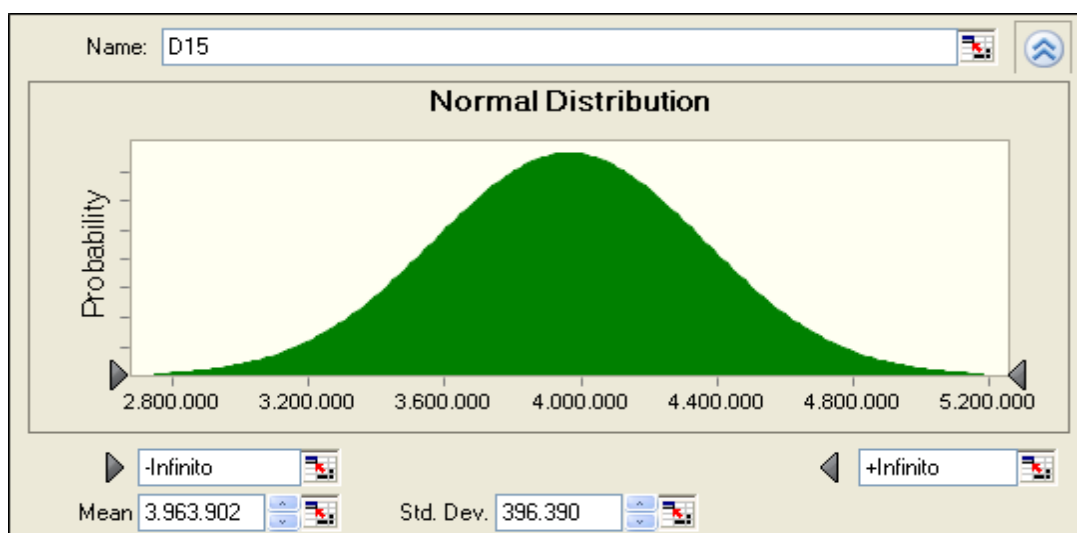


Figura 4 Janela da Distribuição Normal

Nesta janela é apresentada a visão da distribuição de probabilidade selecionada com valores padrão, onde o valor da célula é apresentado como média, ou seja, o valor esperado da receita naquele ano, seu desvio padrão e os valores mínimos e máximos (neste caso indicados como “- Infinito e + Infinito”) os quais podem ser alterados pelo usuário. Neste estudo, em todos os modelos utilizou-se o

formato padrão do suplemento, bastando para isso clicar no botão “OK”. Em seguida repetem-se os mesmos passos para as células E15 a M15 (receita prevista para os anos 2009 a 2018). Uma alternativa que pode, inclusive, agilizar o procedimento é selecionar todas as células (D15 a M15) de uma só vez e seguida executar o passo para definir pressuposição. Dessa forma, o aplicativo irá mostrar as janelas da distribuição uma a uma solicitando a confirmação dos dados apresentados.

Depois de concluída essa etapa, o próximo passo está relacionado às variáveis de saída ou resultados esperados, neste caso o VPL, a TIR e os *Payback simples* e *Payback descontado*. Para realizar essa etapa, selecionam-se as quatro células onde serão apresentados os resultados dos indicadores (C23 a C26) e em seguida clica-se com o mouse no botão “*Define Forecast*” (Definir Previsão). Serão abertas janelas (uma de cada vez) com os nomes das variáveis (indicadores) e, neste caso, basta clicar em “OK” para finalizar a etapa. Vale ressaltar que esse procedimento, quando se mantém as mesmas variáveis de saída, só é realizado uma única vez, bastando alterar o modelo de distribuição por meio da definição de pressuposição citada no primeiro parágrafo desta subseção.

Depois de encerradas as etapas anteriores e antes de iniciar a simulação, deve-se providenciar algumas alterações no Crystal Ball™, definindo as preferências do usuário para execução da simulação e apresentação dos gráficos e tabelas. Para isso, basta clicar no botão “*Run Preferences*” (Preferências de Execução) para abrir a janela apresentada em seguida:

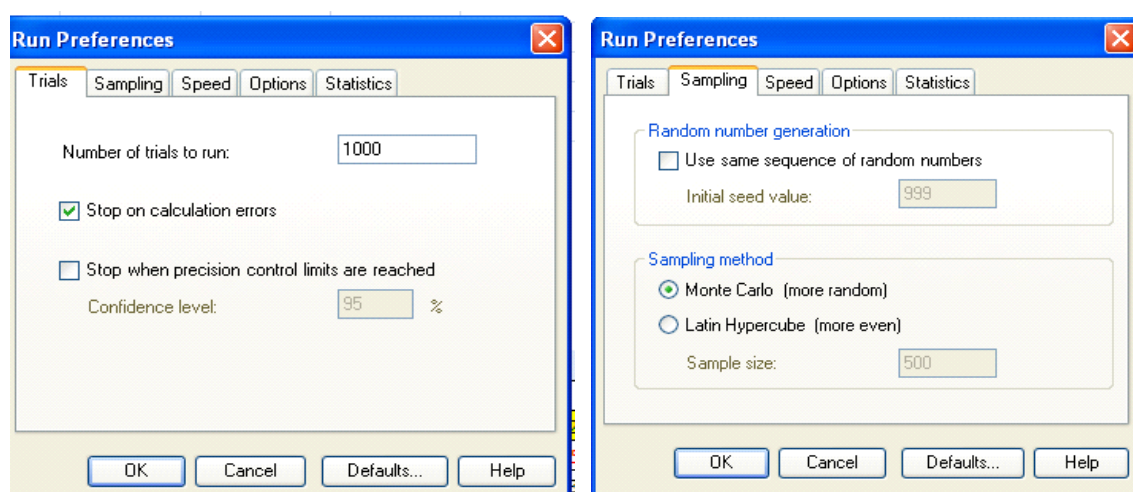


Figura 5 Preferências de Execução

As janelas acima mostram as opções relacionadas a ensaios (*Trials*) ou simulações, na qual se definiu neste trabalho a quantidade de 1000 simulações. Na orelha de amostragem (*Sampling*) marca-se a opção Monte Carlo como método para

execução da simulação. As orelhas seguintes permitem selecionar a velocidade (*Speed*), opções de execução (*Options*), que por padrão vem com todas as opções marcadas e opções estatísticas (*Statistics*) referentes ao cálculo e formato dos percentuais. Por fim, para rodar as 1000 simulações definidas em preferências de execução, clica-se no botão “*Start*” (iniciar). Ao final da simulação será mostrada a janela do painel de controle na qual é indicada a finalização da simulação e a quantidade de ensaios ou simulações realizadas, conforme Figura 6 a seguir:

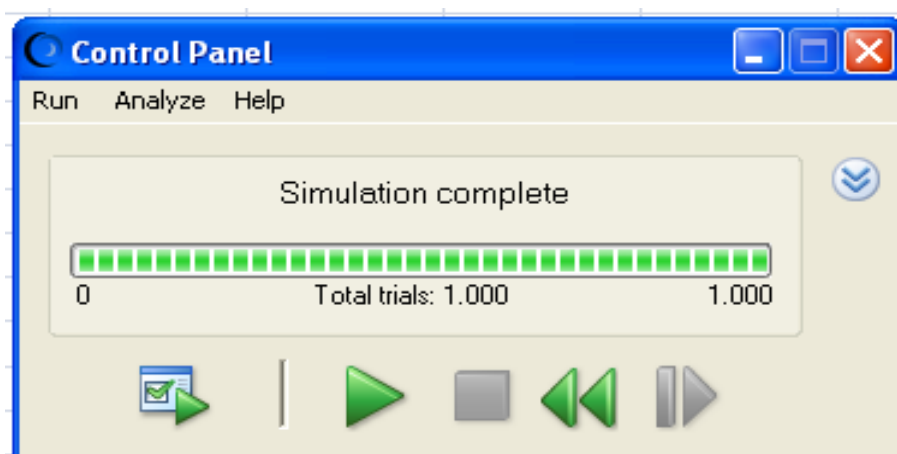


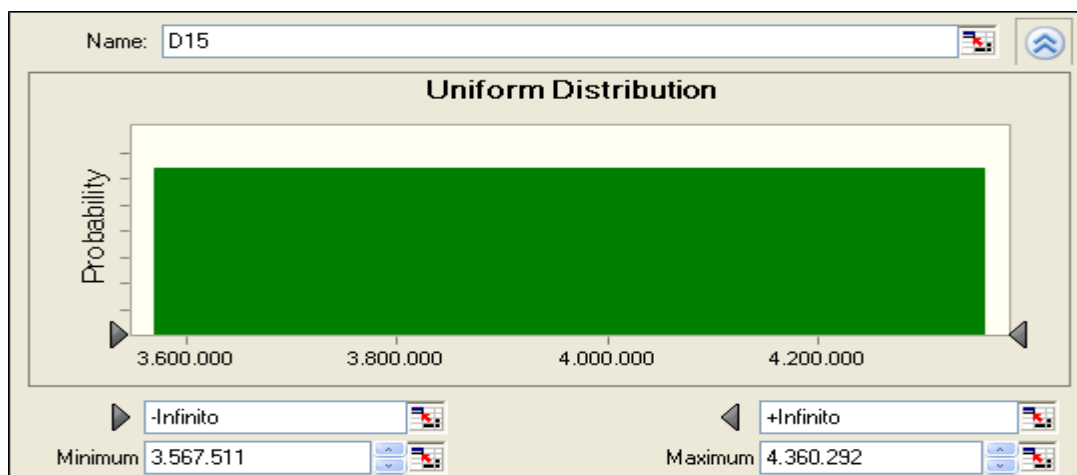
Figura 6 Painel de Controle

A janela “Painel de Controle” (*Control Panel*) oferece opções de execução, análise e ajuda na língua inglesa sobre a utilização do software. Os gráficos e tabelas dos resultados obtidos e gerados com a simulação também são exibidos, desde que esta opção tenha sido selecionada previamente, entretanto só serão mostrados na parte 4. Apresentação e Análise dos resultados.

### 3.6.2 Distribuição Uniforme

Assim como na Distribuição Normal, o primeiro passo é selecionar a célula da planilha que representa uma variável aleatória, ou seja, a célula D15 e em seguida no menu “*Define Assumption*” (Definir Pressuposição) selecionar a opção “*Uniform*”. O aplicativo abrirá uma janela, conforme apresentado na Figura 7 em seguida:



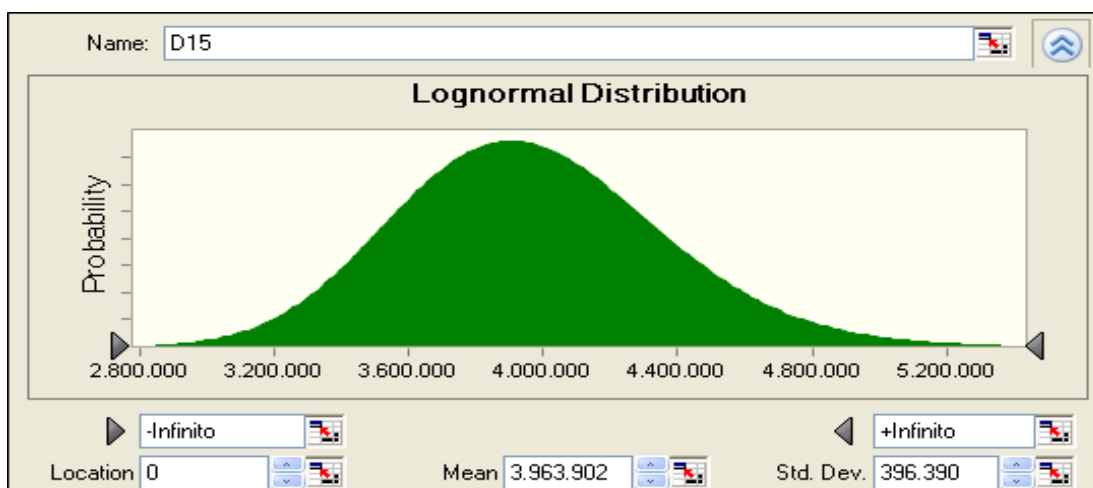


*Figura 7 Janela da Distribuição Uniforme*

Nesta janela é apresentada a visão da distribuição de probabilidade selecionada com valores padrão para o mínimo e o máximo assumidos, os quais correspondem a 90% e 110% do valor da célula selecionada, para confirmação ou alteração dos parâmetros. Conforme já informado no item 3.4.1, em todos os modelos utilizou-se o formato padrão do suplemento. Clica-se no botão “OK” em seguida repetem-se os mesmos passos utilizados na Distribuição Normal para esta etapa.

### 3.6.3 Distribuição Lognormal

Da mesma forma que nas distribuições normal e uniforme, o primeiro passo é selecionar a célula D15 e em seguida no menu “*Define Assumption*” (Definir Pressuposição) selecionar a opção “Lognormal”. O aplicativo abrirá uma janela, conforme apresentado na Figura 8 em seguida:



*Figura 8 Janela da Distribuição Lognormal*



Nesta janela é apresentada a visão da distribuição de probabilidade selecionada com valores padrão para a média e o desvio padrão, onde a média é o valor da célula selecionada. Conforme já informado no item 3.4.1, em todos os modelos utilizou-se o formato padrão do suplemento. Dessa forma, clica-se no botão “OK” e em seguida repetem-se os mesmos passos utilizados na Distribuição Normal para esta etapa.

### **3.7 Os modelos de distribuição de probabilidades utilizados**

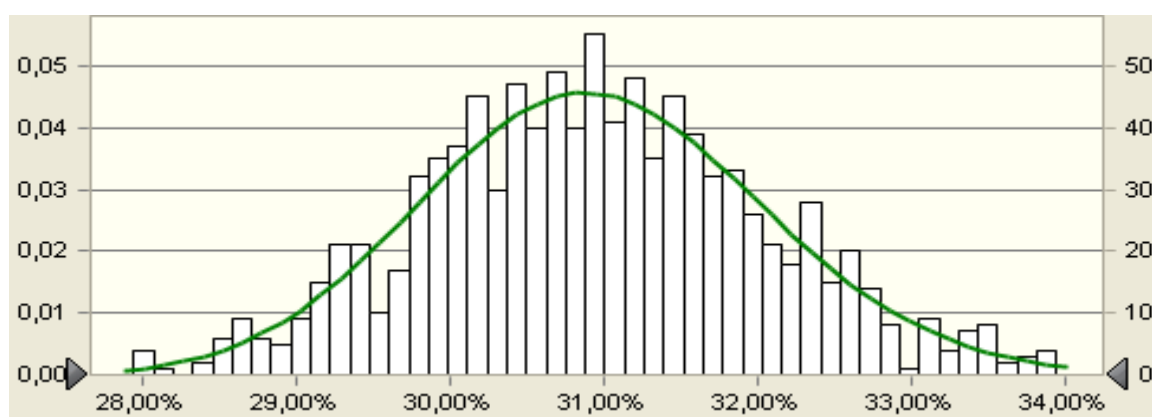
A probabilidade é a parte da matemática usada para modelar a incerteza que ocorre na natureza, na ciência e nos negócios, conforme Moore (2005). As probabilidades estão associadas a eventos onde existem elementos de incerteza, onde não é possível afirmar com certeza absoluta o que irá ocorrer. Quando não se pode afirmar por antecipação a ocorrência de um determinado evento, utiliza-se a probabilidade para apontar o que poderá ocorrer. De acordo com Stevenson (1981, p. 56), “a probabilidade de ocorrência de um evento é dada por um número que pode variar de 0 a 1”, ou seja, a chance de ocorrência de um evento  $A$ , denotada pela expressão  $P(A)$ , é de 0 a 1. Isto indica que quanto mais próximo de 1, maior a chance de ocorrência do evento e quanto mais próximo de 0, menor a chance de ocorrência do mesmo evento. A probabilidade é medida por meio de distribuições de uma variável aleatória. A distribuição de probabilidade, então, é uma distribuição de freqüências para os resultados de um espaço amostral dos resultados de uma variável aleatória.

Vários são os modelos de distribuição contínua de probabilidades, entretanto nesta seção far-se-á alguns comentários apenas sobre os três modelos utilizados na simulação. Serão mostradas suas principais características, sem qualquer aprofundamento conceitual, mas apenas o essencial para facilitar o entendimento dos resultados da simulação mostrados em gráficos e tabelas.

#### **3.7.1 Distribuição Normal de Probabilidade**

As distribuições normais apresentam características especiais em termos de sua forma no gráfico, a qual se assemelha a um sino. A curva da distribuição normal se prolonga indefinidamente a partir da média em qualquer direção e tende cada vez mais para o eixo horizontal à medida que aumenta a distância desta, mas sem tocá-lo. Teoricamente, de acordo com Stevenson (1981), os valores possíveis vão de  $-\infty$  a  $+\infty$ . Outra característica dessa distribuição é que ela é completamente especificada por dois parâmetros: sua média e seu desvio padrão. A combinação de diferentes médias e desvio padrão resultam em curvas normais distintas, e como médias e desvios padrões são medidos em escala contínua, diz-se que o número de distribuições normais é ilimitado.

A figura a seguir ilustra a curva de uma distribuição normal de probabilidade:



*Figura 9 Curva da Distribuição Normal Típica*

A área total sob qualquer curva normal representa 100% da probabilidade associada à variável de interesse. Neste caso, como a curva é totalmente simétrica em relação à sua média, a probabilidade de se observar valores inferiores ou superiores à média é a mesma, ou seja, 50%. Em razão da simetria, tanto a média, como a mediana e a moda possuem o mesmo resultado.

### 3.7.2 Distribuição Uniforme de Probabilidade

De acordo com Stevenson (1981), a distribuição uniforme de probabilidade ocorre quando uma variável aleatória pode assumir qualquer valor numa escala contínua entre dois pontos, de maneira tal que nenhum valor seja mais provável que outro. Uma característica do gráfico da distribuição uniforme é que ele tem a forma de um retângulo limitado por dois pontos  $a$  e  $b$ , os quais representam o intervalo de

resultados possíveis. A área do retângulo representa 100% e a área entre dois pontos quaisquer dentro do retângulo ( $c$  e  $d$ ) é igual à percentagem da área total compreendida entre esses dois pontos.

### 3.7.3 Distribuição Lognormal de Probabilidade

Diz-se que uma variável aleatória  $x$  tem a distribuição Lognormal de probabilidade quando seu logaritmo possuir a forma de uma distribuição normal. Uma das características mais importante desta distribuição é não admitir dados negativos. Outra característica é que a sua curva tradicional é assimétrica positiva, podendo assumir a forma de uma distribuição normal. A figura a seguir mostra um gráfico da curva da distribuição Lognormal e suas variações possíveis:

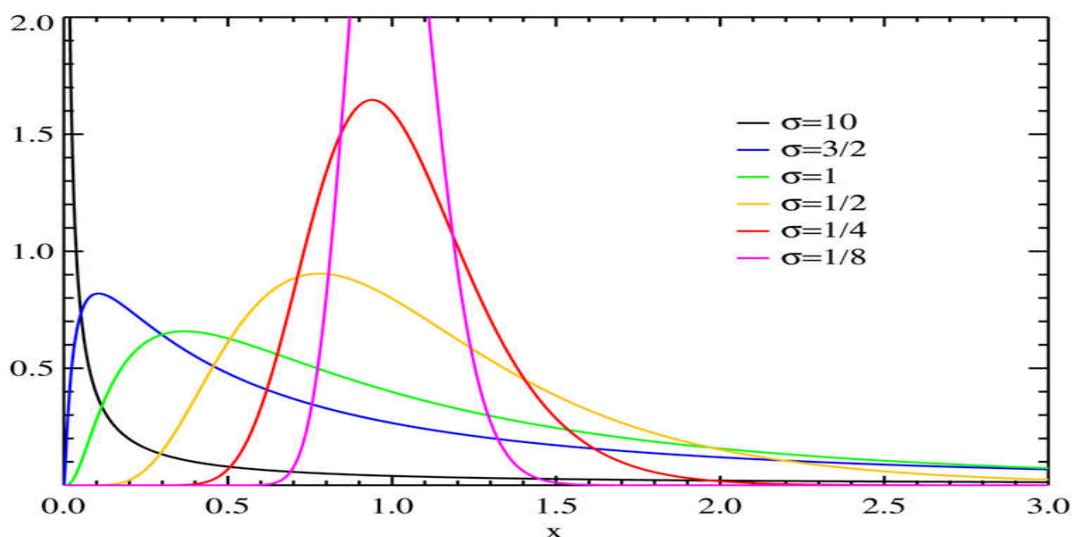


Figura 10 Curvas da Distribuição Lognormal  
(Fonte: Wikipédia)

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos com a aplicação da Simulação Monte Carlo, utilizando-se de modelos estatísticos de probabilidade produzidos com a ferramenta Crystal Ball™ da Oracle, descritos no item 3.4. Foram realizadas 1000 simulações com três modelos diferentes de probabilidade disponíveis no software, o modelo de Distribuição Normal, o modelo de Distribuição Uniforme e o modelo de Distribuição Lognormal, a fim de se observar o comportamento das variáveis em modelos diferentes e possibilitar uma análise comparativa entre eles.

Os resultados das simulações geradas são apresentados em forma de gráficos e tabelas, o que possibilita melhor visualização e entendimento.

### 4.1 Probabilidade com Distribuição Normal

As figuras a seguir apresentam os resultados das simulações relativas às variáveis de saída TIR, VPL, PBS (*payback simples*) e PBD (*payback descontado*) com a distribuição de probabilidade da amostra:

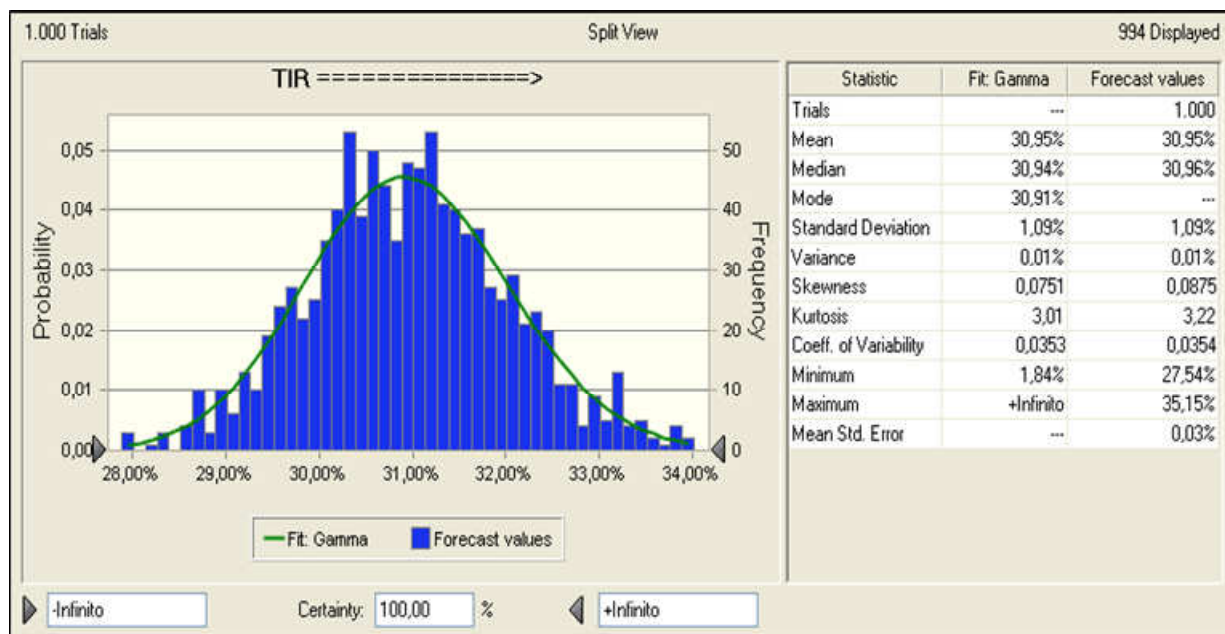


Figura 11 Histograma e Estatística da TIR

Como se pode observar no histograma e no resumo estatístico da Figura 11 acima, o resultado das 1000 simulações realizadas indica que:

- a) A menor Taxa Interna de Retorno (TIR) possível observada na distribuição é de 27,54%, superior em 12,57% à taxa de desconto de 15,0% e a maior é de 35,15%;
- b) A média (30,95%), a mediana (30,94%) e a moda (30,91%) bem próximas (quase idênticas) indicam uma forte correlação entre si, fato que é confirmado pela variância (0,01%) e a forma simétrica da distribuição as quais correspondem a mais de duas vezes a taxa de desconto de 15,0% considerada no projeto;
- c) O desvio padrão (1,09%) mostra um grau de variabilidade da distribuição muito pequeno.

A figura seguinte mostra o gráfico de sensibilidade das receitas em relação à TIR, em cinco períodos do fluxo de caixa projetado.

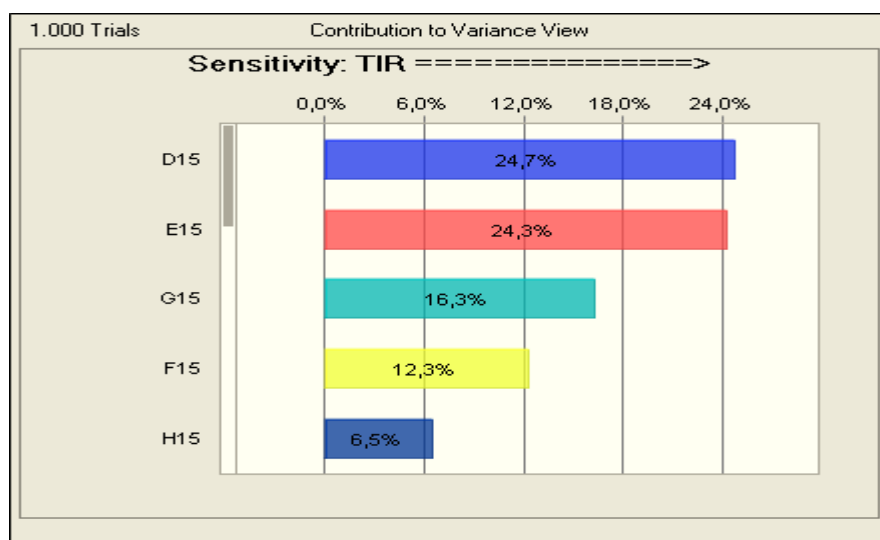


Figura 12 Gráfico de Sensibilidade da TIR

O gráfico de Sensibilidade mostra que a TIR é mais sensível às células da receita (células D a M, linha 15). Neste gráfico, verifica-se que o ano de maior sensibilidade é o ano de 2009 com 24,7% (D15), a seguir o ano de 2010 com 24,3% (E15) e fora da seqüência aparece o ano de 2012 (G15) com 16,3%.

A Figura 13 a seguir, mostra o gráfico do VPL gerado a partir das 1000 simulações realizadas pelo software:

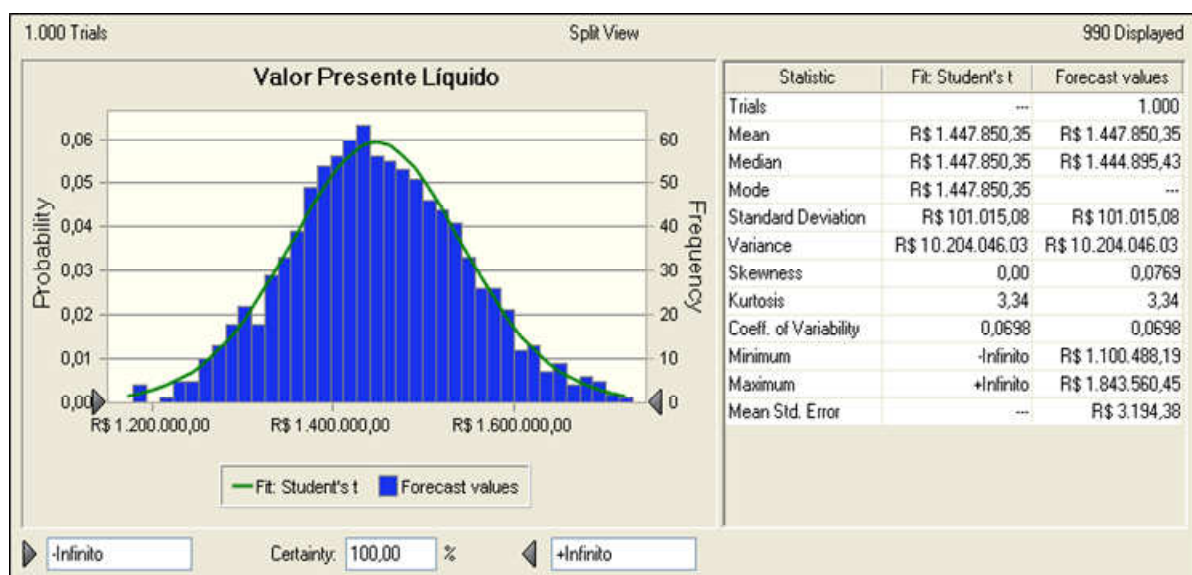


Figura 13 Histograma e Estatísticas do VPL

Como se pode observar no histograma e no resumo estatístico da Figura 13 acima, o resultado das 1000 simulações realizadas mostra que o menor VPL possível é igual a R\$ 1.100.488,19 e o maior é igual a R\$ 1.843.560,45. Para o VPL, as probabilidades do modelo se mostraram totalmente simétricas (*skewness* = 0,00) como se pode observar pela igualdade dos valores da média, da mediana e da moda (R\$ 1.447.850,35).

A figura a seguir mostra o gráfico de sensibilidade do VPL:

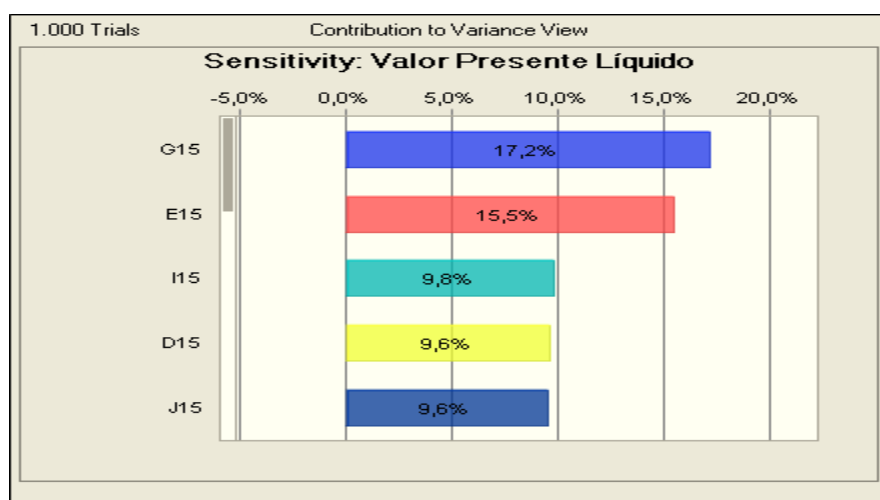


Figura 14 Gráfico de sensibilidade do VPL

O gráfico mostra que o VPL foi mais sensível aos anos 2012 (G15) e 2010 (E15) da receita, com 17,2% e 15,5% respectivamente.

A figura a seguir mostra o gráfico do PBS gerado a partir das 1000 simulações do software:

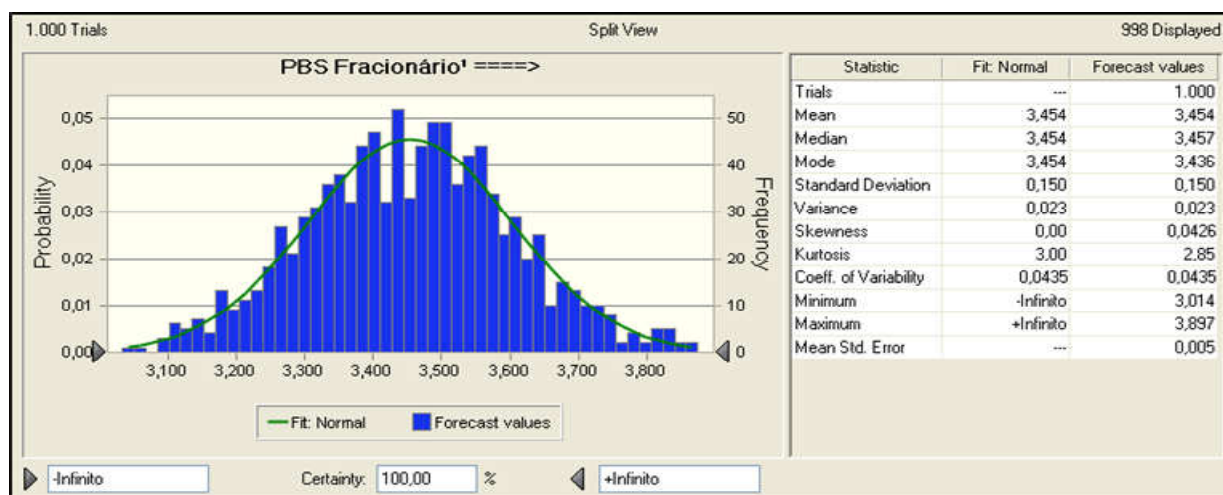


Figura 15 Histograma e Estatística do PBS

Como se pode observar no histograma e no resumo estatístico da Figura 15 acima, a qual apresenta o resultado das 1000 simulações realizadas, verifica-se que o prazo de retorno do investimento sem considerar o valor do dinheiro no tempo (*payback simples*), se comportou no intervalo de 1 ano, onde o menor prazo calculado foi de 3,014 anos e o maior prazo foi de 3,897 anos. Dessa forma, o desvio padrão das probabilidades do modelo com as 1000 simulações foi quase zero (0,15) e a distribuição normal ajustada (Fit:Normal) mostrou a igualdade dos prazos da média, da mediana e da moda (3,454 anos).

A figura a seguir mostra o gráfico de sensibilidade do PBS:

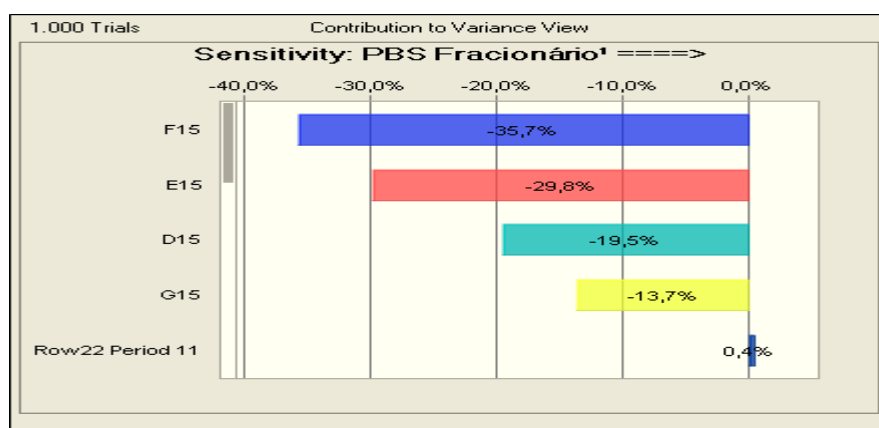


Figura 16 Gráfico de sensibilidade do PBS

Da mesma forma que os gráficos da TIR e do VPL, o gráfico mostra que as células da receita (células D a M, linha 15) tornam o PBS mais vulnerável. Entretanto, neste gráfico os percentuais se apresentam de maneira inversa, ou seja, negativos

crescentes (lado esquerdo do eixo y). Isso pode ser explicado pela própria razão do *payback* e sua relação inversa com a TIR e o VPL, ou seja, para a TIR e o VPL quanto maior, melhor e para o *payback* quanto maior, pior.

A figura a seguir mostra o gráfico do PBD gerado a partir das 1000 simulações do *software*:

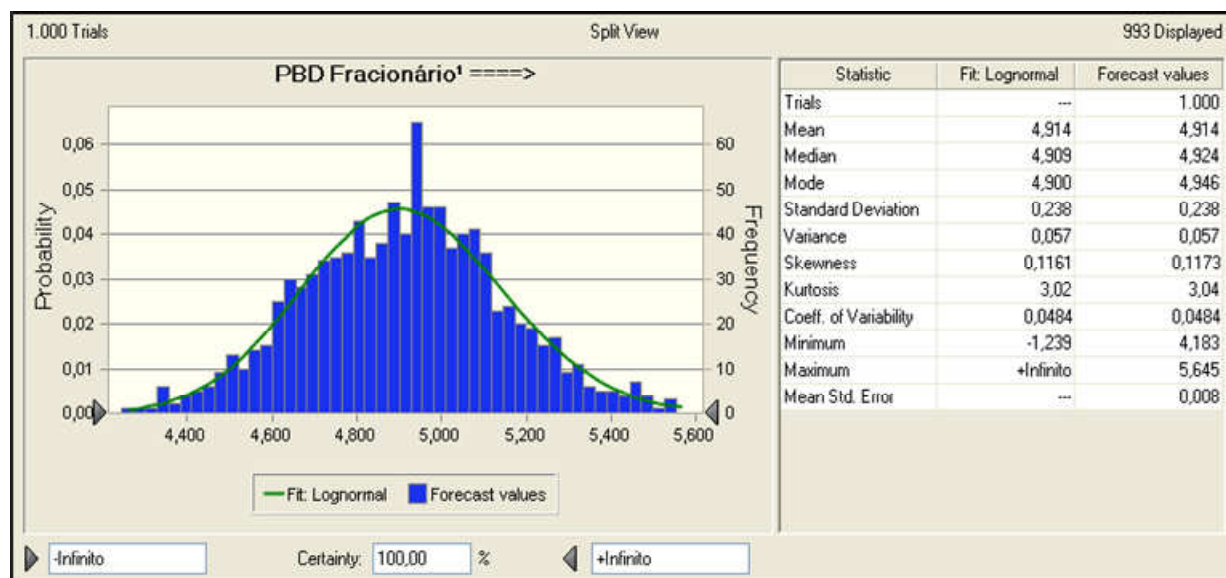


Figura 17 Histograma e Estatísticas do PBD

Como se pode observar no histograma e no resumo estatístico da Figura 17 acima, a qual apresenta o resultado das 1000 simulações realizadas, verifica-se que o prazo de retorno do investimento considerando o valor do dinheiro no tempo (*payback descontado*), apresentou comportamento diferente, como era de se esperar, por conta da atualização do dinheiro no tempo, ou seja, o fluxo de caixa foi descontado a uma taxa de 15,0% para o valor presente, fato que ocasionou o aumento do prazo de retorno do investimento. Neste caso, o prazo de retorno foi maior e ficou entre 4,183 anos e 5,645 anos, sendo que o intervalo ultrapassou o período de um ano. Verifica-se também, que o desvio padrão das probabilidades do modelo com as 1000 simulações, apesar de próximo a zero (0,23), foi maior que o do PBS (0,15) e a distribuição normal ajustada (Fit:Normal) não igualou os prazos da média, da mediana e da moda.

A figura a seguir mostra o gráfico de sensibilidade do PBD:



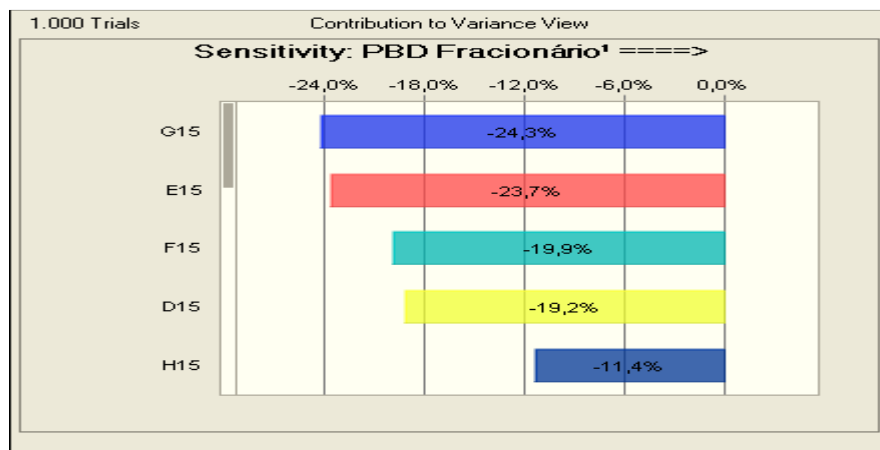


Figura 18 Gráfico de sensibilidade do PBD

Da mesma forma que o gráfico do PBS, este gráfico mostra que as células da receita (células D a M, linha 15) tornam o PBD mais vulnerável.

## 4.2 Probabilidade com Distribuição Uniforme

Segundo Stevenson (1981), a distribuição uniforme descreve a probabilidade associada a uma variável aleatória quando esta pode assumir qualquer valor entre dois pontos de uma escala contínua, de tal maneira que nenhum valor seja mais provável que outro. A sua representação gráfica é apresentada como um retângulo limitado por dois pontos  $a$  e  $b$  que representam o intervalo de resultados possíveis.

As figuras a seguir apresentam os resultados das simulações relativas às variáveis de saída TIR, VPL, PBS (*payback simples*) e PBD (*payback descontado*) com a distribuição uniforme de probabilidade da amostra:

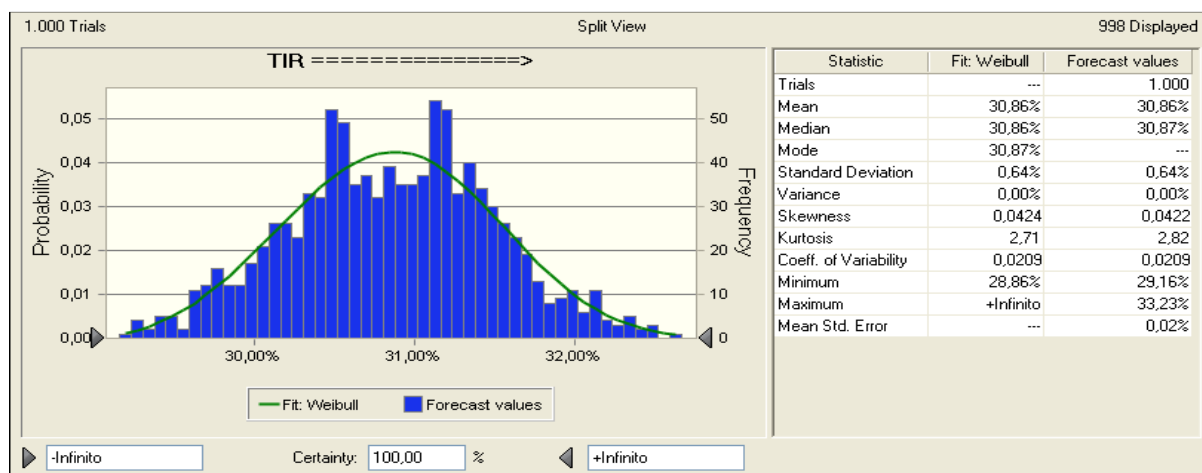


Figura 19 Histograma e Estatísticas da TIR

Como se pode observar no histograma e no resumo estatístico da Figura 19 acima, o resultado das 1000 simulações realizadas indica que:

- a) A menor Taxa Interna de Retorno (TIR) possível, observada na distribuição é de 29,16%, portanto superior em 14,16% à taxa de desconto de 15,0% e a maior é de 33,23%;
- b) A média (30,86%) e a mediana (30,87%) indicam uma correlação praticamente perfeita entre si, fato que é confirmado pela variância (0,00%) e a forma simétrica da distribuição as quais correspondem a mais de duas vezes a taxa de desconto de 15,0% considerada no projeto;
- c) O desvio padrão (0,64%) mostra um reduzido grau de variabilidade da distribuição.

A figura seguinte refere-se à sensibilidade da TIR às variações da receita em cada ano do período do fluxo de caixa projetado.

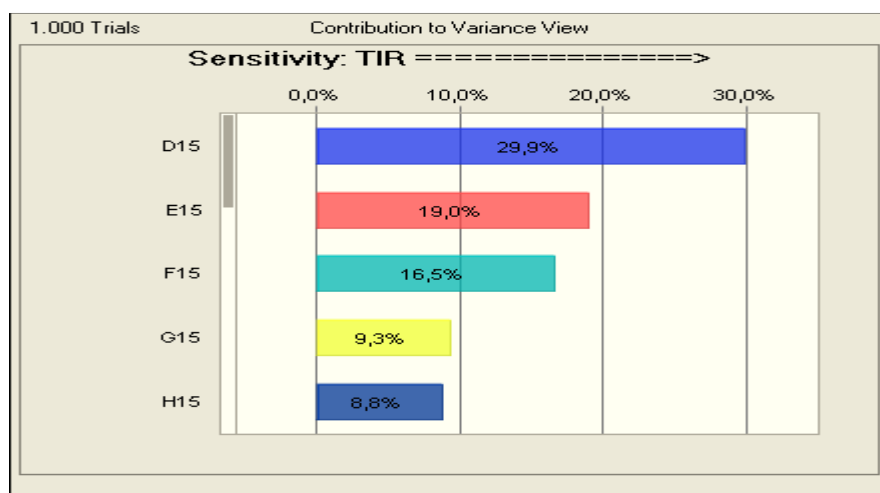


Figura 20 Gráfico de sensibilidade da TIR

O gráfico de sensibilidade mostra que a TIR é mais sensível às células da receita (células D a L, linha 15). Neste gráfico verifica-se que o ano de maior sensibilidade é o ano de 2009 com 29,9% (D15), a seguir o ano de 2010 com 19,0% (E15) e em terceiro lugar o ano de 2011 (F15) com 16,5%.

A figura a seguir, mostra o gráfico do VPL gerado a partir das 1000 simulações realizadas pelo *software*:

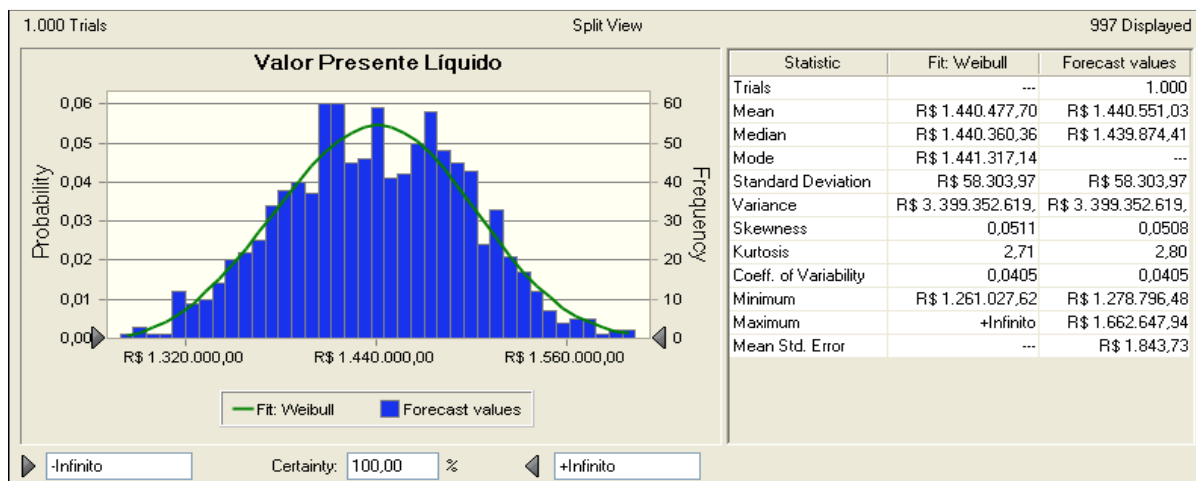


Figura 21 Histograma e Estatísticas do VPL

Como se pode observar no histograma e no resumo estatístico da Figura 21 acima, o resultado das 1000 simulações realizadas mostra que o menor VPL possível é igual a R\$ 1.278.796,48 e o maior é igual a R\$ 1.662.647,94. Para o VPL, as probabilidades do modelo se mostraram praticamente simétricas (*skewness* = 0,05) como se pode observar pelos valores da média, da mediana e da moda.

A figura a seguir mostra o gráfico de sensibilidade do VPL:

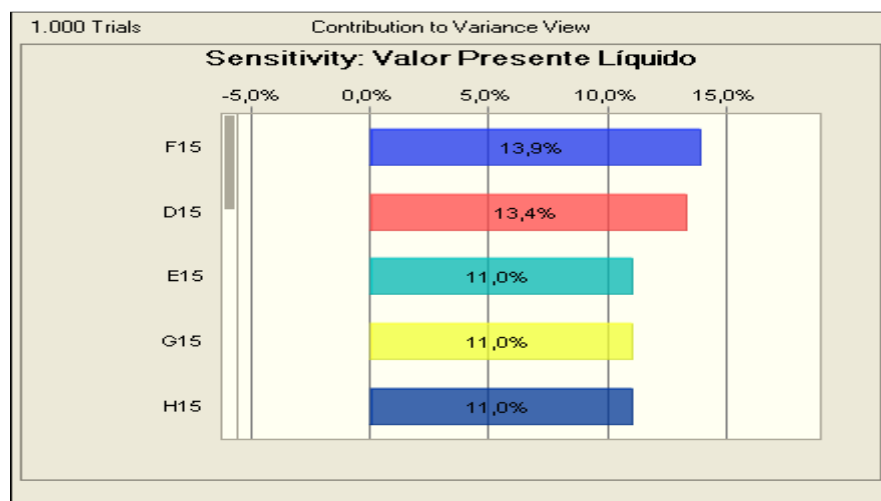


Figura 22 Gráfico de sensibilidade do VPL

O gráfico mostra que o VPL é mais sensível às células da receita (células D a M, linha 15). Neste gráfico verifica-se uma igualdade em termos de sensibilidade entre as células E, G e H com 11,0%.

A figura a seguir mostra o gráfico do PBS gerado a partir das 1000 simulações do software:

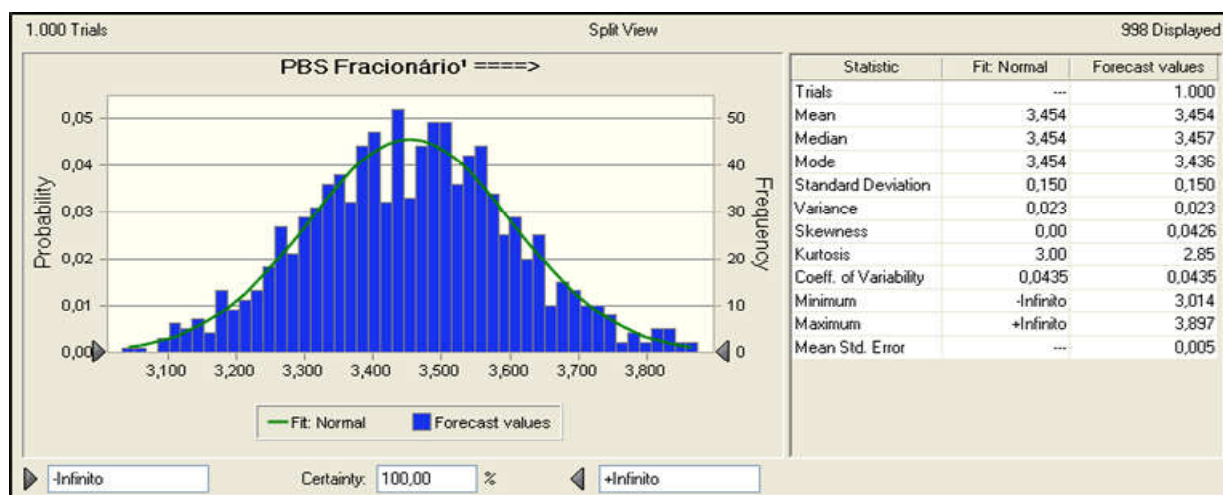


Figura 23 Histograma e Estatísticas do PBS

Como se pode observar no histograma e no resumo estatístico da Figura 23 acima, a qual apresenta o resultado das 1000 simulações realizadas, verifica-se que o prazo de retorno do investimento sem considerar o valor do dinheiro no tempo (*payback simples*), se comportou dentro de apenas 1 ano, onde o menor prazo calculado foi de 3,216 anos e o maior prazo foi de 3,736 anos. Dessa forma, o desvio padrão das probabilidades do modelo foi quase zero (0,08) e a distribuição normal ajustada (Fit:Normal) mostrou a igualdade dos prazos da média, da mediana e da moda (3,461 anos).

A figura a seguir mostra o gráfico de sensibilidade do PBS:

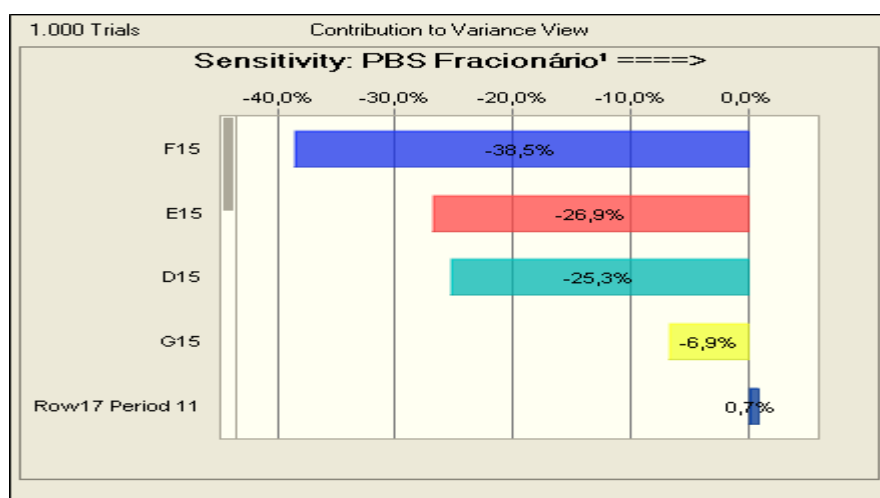


Figura 24 Gráfico de sensibilidade do PBS

Verifica-se neste gráfico o mesmo comportamento encontrado no gráfico da distribuição normal, ou seja, os percentuais se apresentam negativos crescentes (lado esquerdo do eixo y).

A figura a seguir mostra o gráfico do PBD gerado a partir das 1000 simulações do *software*:

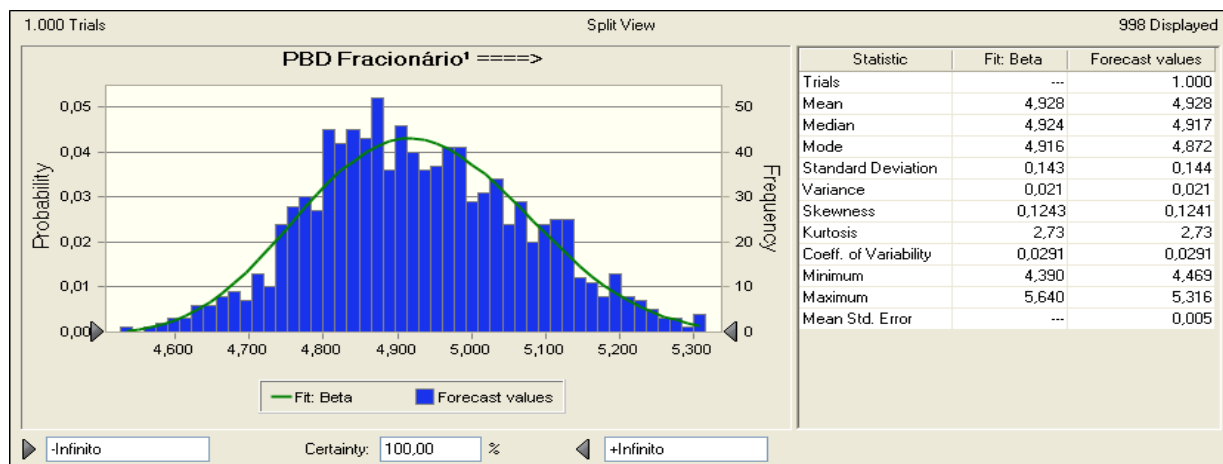


Figura 25 Histograma e Estatísticas do PBD

Como se pode observar no histograma e no resumo estatístico da Figura 25 acima, a qual apresenta o resultado das 1000 simulações realizadas, verifica-se que o prazo de retorno do investimento considerando o valor do dinheiro no tempo (*payback descontado*), apresentou comportamento diferente, como era de se esperar, por conta da atualização do dinheiro no tempo, ou seja, o fluxo de caixa foi descontado a uma taxa de 15,0% para o valor presente, fato que ocasionou o aumento do prazo de retorno do investimento. Neste caso, o prazo de retorno foi maior e ficou entre 4,469 anos e 5,316 anos. Verifica-se também, que o desvio padrão das probabilidades do modelo foi menor que o do modelo de distribuição normal.

A figura a seguir mostra o gráfico de sensibilidade do PBD:

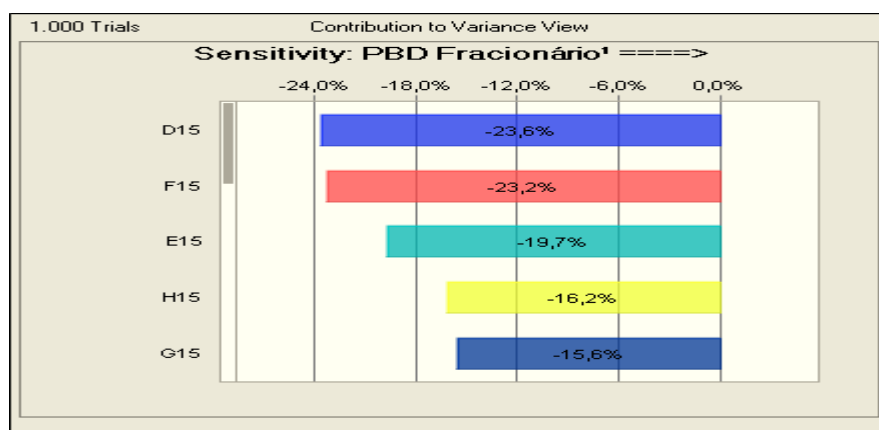


Figura 26 Gráfico de sensibilidade do PBD

Da mesma forma que o gráfico do modelo de distribuição normal, este gráfico mostra a vulnerabilidade do PBD às células da receita (células D a M, linha 15).

### 4.3 Probabilidade com Distribuição Lognormal

Diz-se que uma variável aleatória  $x$  tem a distribuição Lognormal de probabilidade quando seu logaritmo possuir a forma de uma distribuição normal. Uma das características mais importante desta distribuição é não admitir dados negativos. Outra característica é que a sua curva é assimétrica positiva. Em probabilidade e estatística, uma variável aleatória  $X$  tem a **distribuição log-normal** quando o seu logaritmo  $Y = \log(X)$  tem a distribuição normal (Wikipédia).

As figuras a seguir apresentam os resultados das simulações relativas às variáveis de saída TIR, VPL, PBS (*payback simples*) e PBD (*payback descontado*) gerados com a distribuição Lognormal de probabilidade da amostra:

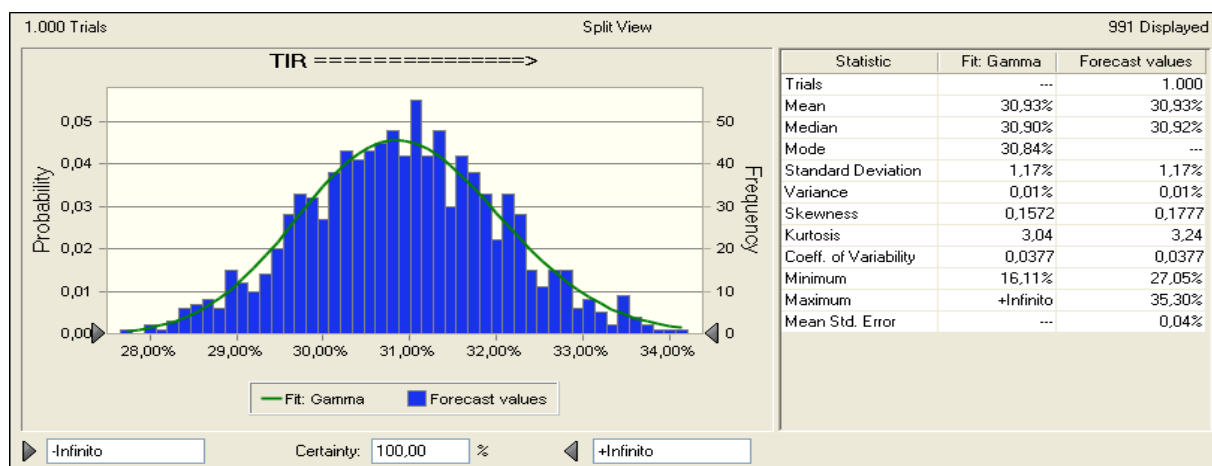


Figura 27 Histograma e Estatísticas da TIR

Como se pode observar no histograma e no resumo estatístico da Figura 27 acima, o resultado das 1000 simulações realizadas indica que:

- A menor Taxa Interna de Retorno (TIR) possível observada na distribuição é de 27,05%, superior em 12,05% à taxa de desconto de 15,0% e a maior é de 35,30%;
- A média (30,93%), a mediana (30,90%) e a moda (30,84%) bem próximas (quase idênticas) indicam uma forte correlação entre si, fato que é confirmado pela variância (0,01%) e a forma simétrica da distribuição;

- c) O desvio padrão (1,17%) mostra um baixo grau de variabilidade da distribuição.

A figura seguinte refere-se à sensibilidade da TIR às variações da receita em cada ano do período do fluxo de caixa projetado.

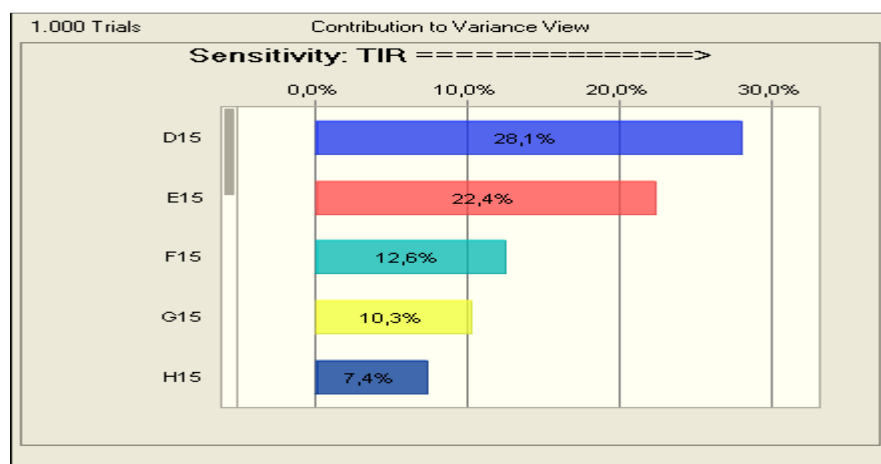


Figura 28 Gráfico de sensibilidade da TIR

O gráfico mostra que a TIR é mais sensível às células da receita (células D a L, linha 15)

A figura a seguir, mostra o gráfico do VPL gerado a partir das 1000 simulações realizadas pelo *software*:

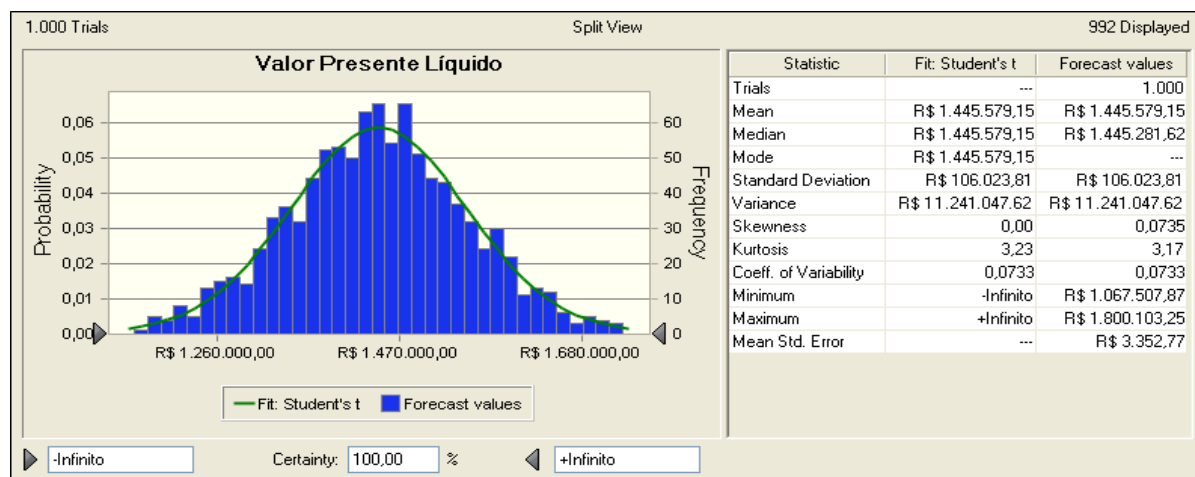


Figura 29 Histograma e Estatísticas do VPL

Como se pode observar no histograma e no resumo estatístico da Figura 29 acima, o resultado das 1000 simulações realizadas mostra que o menor VPL possível é igual a R\$ 1.067.507,87 e o maior é igual a R\$ 1.800.103,25. Para o VPL, as probabilidades do modelo se mostraram totalmente simétricas (*skewness* = 0,00)

como se pode observar pelos valores da média, da mediana e da moda ajustados de R\$ 1.445.579,15.

A figura a seguir mostra o gráfico de sensibilidade do VPL:

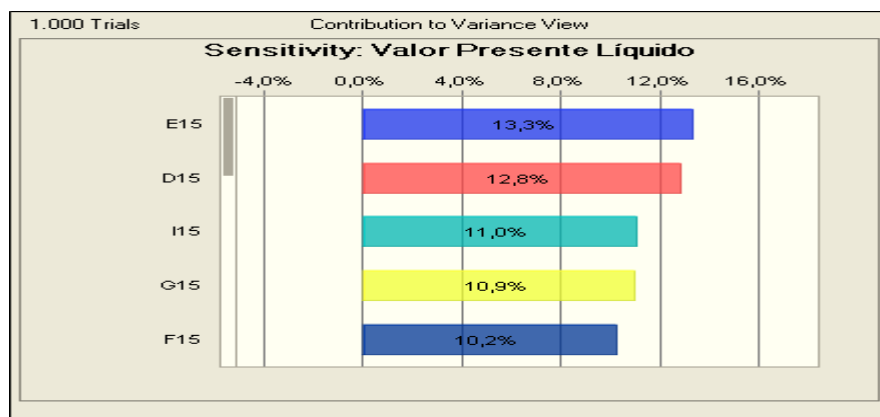


Figura 30 Gráfico de sensibilidade do VPL

O gráfico mostra que o VPL é mais sensível às células da receita (células D a M, linha 15). Neste gráfico verifica-se uma variação muito pequena (3,1%) entre o maior percentual de sensibilidade observado (13,3%, célula E15, ano 2010) e o menor percentual de sensibilidade observado (10,2%, célula F15, ano 2011).

A figura a seguir mostra o gráfico do PBS gerado a partir das 1000 simulações do software:

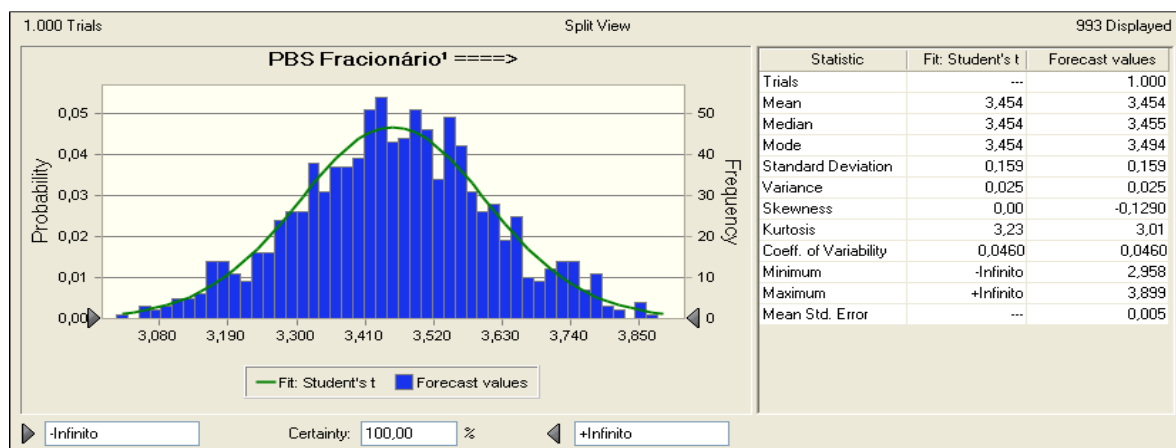


Figura 31 Histograma e Estatísticas do PBS

Como se pode observar no histograma e no resumo estatístico da Figura 31 acima, verifica-se que o prazo de retorno do investimento sem considerar o valor do dinheiro no tempo (*payback simples*), se comportou dentro de apenas 1 ano, como nas distribuições normal e uniforme, onde o menor prazo calculado foi de 2,958 anos e o maior prazo foi de 3,899 anos. Dessa forma, o desvio padrão das probabilidades



do modelo foi quase zero (0,15) e a distribuição normal ajustada (Fit:Normal) mostrou a igualdade dos prazos da média, da mediana e da moda (3,454 anos).

A figura a seguir mostra o gráfico de sensibilidade do PBS:

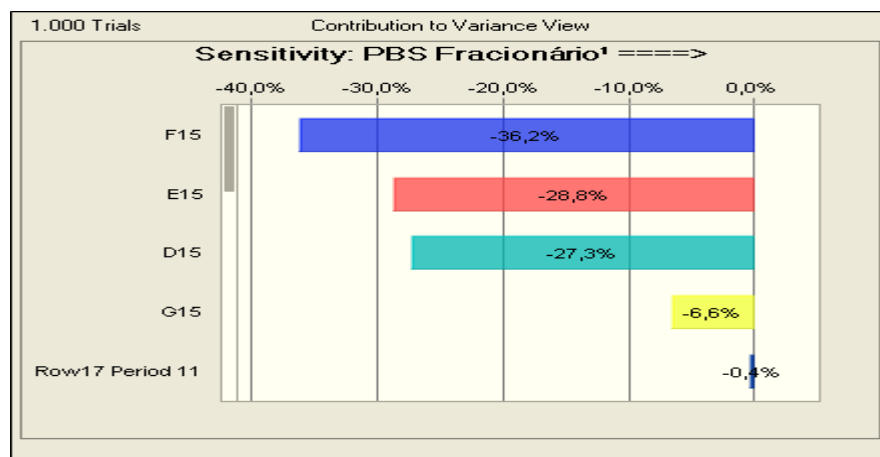


Figura 32 Gráfico de sensibilidade do PBS

Verifica-se neste gráfico o mesmo comportamento encontrado no gráfico das distribuições normal e uniforme, ou seja, os percentuais se apresentam negativos crescentes (lado esquerdo do eixo y).

A figura a seguir mostra o gráfico do PBD gerado a partir das 1000 simulações do software:

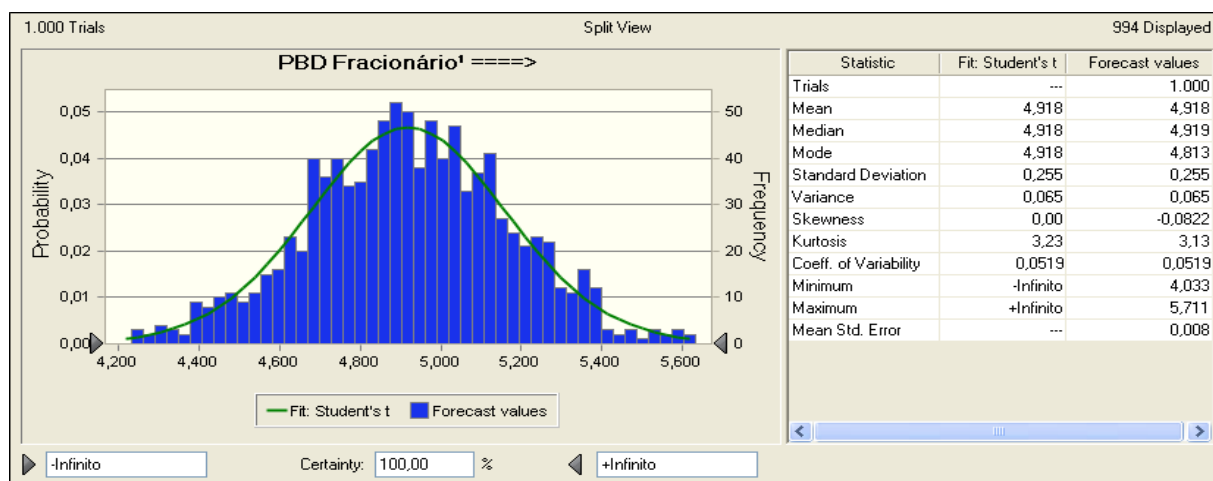


Figura 33 Histograma e Estatísticas do PBD

Como se pode observar no histograma e no resumo estatístico da Figura 33 acima, verifica-se que o prazo de retorno do investimento considerando o valor do dinheiro no tempo (*payback descontado*), apresentou comportamento semelhante aos demais modelos, como era de se esperar, com aumento do prazo de retorno do

investimento em relação ao PBS. Neste modelo, o prazo de retorno ficou entre 4,033 anos e 5,711 anos.

A figura a seguir mostra o gráfico de sensibilidade do PBD:

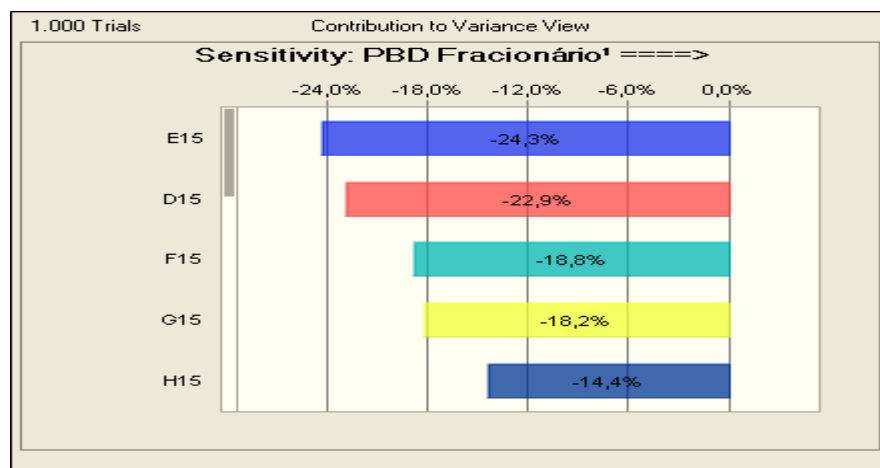


Figura 34 Gráfico de sensibilidade do PBD

Da mesma forma que o gráfico do modelo de distribuição normal, este gráfico mostra que as células da receita (células D a M, linha 15) tornam mais sensíveis ao PBD.

#### 4.4 Análise comparativa dos modelos

Nesta seção será apresentada uma análise comparativa dos resultados dos modelos de distribuição aplicados na Simulação Monte Carlo do projeto, relativos às variáveis de saída TIR, VPL e *Payback* (simples e descontado) mostrados na seção anterior. Para isso foi necessário modelar algumas tabelas com informações contidas nos dados estatísticos de cada modelo, apresentados em forma de figura na seção anterior. Ao final desta seção será apresentado o fluxo de caixa do Banco Alpha e os resultados obtidos na sua avaliação para fins de comparação com os resultados do método de Simulação Monte Carlo.

##### 4.4.1. Taxa Interna de Retorno

A tabela a seguir mostra os dados estatísticos das três distribuições utilizadas no presente estudo para análise da TIR:

Tabela 5 Estatísticas das distribuições

TAXA INTERNA DE RETORNO - TIR				%	
Estatística /Modelo	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Normal	30,95%	30,96%	1,09%	27,54%	35,15%
Uniforme	30,86%	30,87%	0,64%	29,16%	33,23%
Lognormal	30,93%	30,92%	1,17%	27,05%	35,30%

Fonte: Elaborado pelo autor

Verificam-se nos dados da tabela que o modelo Normal e Lognormal apresentaram resultados muito próximos, fato que poderia indicar um comportamento semelhante dos modelos na avaliação do fluxo de caixa do projeto. Neste caso, o uso de um ou outro poderia ocorrer sem comprometer os resultados a serem analisados pelos interessados. A Distribuição Normal apresentou intervalo de 7,61% entre o mínimo e o máximo possível encontrado na distribuição de probabilidades do modelo, enquanto na Distribuição Lognormal, esse intervalo foi de 8,25%. Já na Distribuição Uniforme, o intervalo encontrado foi menor e igual a 4,07%. Por estes resultados, poder-se-ia dizer que para análise da TIR, considerando as premissas utilizadas para o fluxo de caixa, o melhor modelo de distribuição seria o Lognormal por apresentar o maior intervalo entre a menor e maior taxa possível, oferecendo maior segurança para a decisão.

#### 4.4.2. Valor Presente Líquido

A tabela a seguir mostra os dados estatísticos das três distribuições utilizadas no presente estudo para análise do VPL:

Tabela 6 Estatísticas das Distribuições

VALOR PRESENTE LÍQUIDO - VPL				R\$ mil	
Estatística /Modelo	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Normal	1.447	1.444	101	1.100	1.843
Uniforme	1.440	1.439	58	1.278	1.662
Lognormal	1.445	1.445	106	1.067	1.800

Fonte: Elaborado pelo autor

De forma semelhante ao que ocorreu com a TIR, verificam-se nos dados da tabela que o modelo Normal e Lognormal apresentaram resultados muito próximos, se comparados com o modelo Uniforme. Isso poderia indicar um comportamento análogo dos modelos na avaliação do fluxo de caixa do projeto. Neste caso, o uso de um ou outro, a princípio, poderia ocorrer sem comprometer os resultados a serem analisados pelos interessados. A Distribuição Normal apresentou intervalo de R\$ 743 mil entre o mínimo e o máximo possível encontrado na distribuição de probabilidades do modelo, enquanto na Distribuição Lognormal, esse intervalo foi de R\$ 733 mil. Note-se a diferença de R\$ 10 mil entre os intervalos. Já na Distribuição Uniforme, o intervalo encontrado foi menor e igual a R\$ 384 mil. Por estes resultados, poder-se-ia dizer que para análise do VPL, considerando as premissas utilizadas para o fluxo de caixa, o modelo de distribuição mais adequado seria o Normal por apresentar o maior intervalo entre o menor e o maior VPL possível, oferecendo maior segurança para decisão.

#### 4.4.3. Payback Simples

A tabela a seguir mostra os dados estatísticos das três distribuições utilizadas no presente estudo para análise do *Payback simples*:

*Tabela 7 Estatísticas das Distribuições*

<b>PAYBACK SIMPLES</b>				<b>Anos</b>	
<b>Estatística /Modelo</b>	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Normal	3,454	3,457	0,150	3,014	3,837
Uniforme	3,461	3,459	0,088	3,216	3,736
Lognormal	3,454	3,455	0,159	2,958	3,899
<i>Fonte: Elaborado pelo autor</i>					

Relativamente ao prazo de retorno sem considerar o valor do dinheiro no tempo, verificam-se nos dados da tabela pouca diferença entre os prazos dos modelos. O modelo Normal apresenta intervalo de 0,823 o que corresponde a aproximadamente 10 meses. No modelo Uniforme a diferença entre o prazo mínimo e o prazo máximo encontrada é de 0,520, o que corresponde a aproximadamente 6 meses. Quanto ao modelo Lognormal essa diferença foi de 0,941 o que corresponde

a aproximadamente 11 meses. Por estes resultados, se observa que no caso do indicador *Payback Simples*, qualquer modelo utilizado iria produzir praticamente o mesmo resultado, vez que em todos eles o prazo calculado, considerando apenas o período “ano”, seria o mesmo.

#### 4.4.4. Payback Descontado

A tabela a seguir mostra os dados estatísticos das três distribuições utilizadas no presente estudo para análise do *Payback descontado*:

*Tabela 8 Estatísticas das Distribuições*

PAYBACK DESCONTADO				Anos	
Estatística /Modelo	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Normal	4,914	4,924	0,238	4,183	5,645
Uniforme	4,928	4,917	0,144	4,469	5,316
Lognormal	4,918	4,919	0,255	4,033	5,711
Fonte: Elaborado pelo autor					

Relativamente ao prazo de retorno considerando o valor do dinheiro no tempo, assim como no PBS, verificam-se nos dados da tabela pouca diferença entre os prazos dos modelos, exceto que todos eles são maiores que os prazos do PBS. Como já abordado anteriormente, o fato de que o prazo no *Payback descontado* é sempre maior que o prazo do *Payback simples*, se deve ao fato da atualização do fluxo de caixa no método do PBD. O modelo Normal apresenta intervalo de 1,462 o que corresponde a aproximadamente 1 ano e 6 meses.

No modelo Uniforme a diferença entre o prazo mínimo e o prazo máximo encontrada é de 0,847, o que corresponde a aproximadamente 10 meses. Quanto ao modelo Lognormal essa diferença foi de 1,678 o que corresponde a aproximadamente 1 ano e 8 meses. Diferentemente do PBS, este indicador apresenta um intervalo maior entre o prazo mínimo e o prazo máximo, ultrapassando 1 ano nos modelos Normal e Lognormal. Por estes resultados, se observa que no caso do indicador *Payback descontado*, o modelo Normal e Lognormal seriam mais adequados para uso no cálculo deste indicador por apresentar maior intervalo entre os prazos mínimo e máximo possíveis.

#### 4.4.5. Planilha do Banco Alpha

Nesta seção se apresenta a planilha do fluxo de caixa do projeto, conforme comentado no Capítulo 3 Métodos e Técnicas de Pesquisa, e como previsto, se procede a uma análise comparativa dos resultados obtidos pela Instituição Financeira com os resultados obtidos nos modelos de simulação utilizados neste estudo.

A Figura 35 a seguir mostra a planilha do Banco Alpha:

B	C	D	E	F	G	H	I
<b>EMPRESA X</b>							
<b>GERAÇÃO INTERNA DE RECURSOS</b>							
Data-base: junho de 2008							
DISCRIMINAÇÃO	Pré-existente	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>D. R. E.</b>							
1 Receitas Operacionais		3.137.842	3.263.956	3.410.207	3.563.666	3.741.850	3.928.942
2 Custos e despesas monetárias		2.440.529	2.538.150	2.652.367	2.771.724	2.910.310	3.055.825
3 Lucro Operacional (1-2)		697.313	725.206	757.840	791.943	831.540	873.117
4 Depreciação/Exatidão/Amortização		74.916	74.916	74.916	74.916	74.916	74.916
5 Juros sobre financiamentos		22.571	32.756	20.954	12.620	8.244	5.494
<b>6 Lucro Antes dos JSCP e CS</b>		<b>599.826</b>	<b>617.534</b>	<b>661.970</b>	<b>704.404</b>	<b>748.380</b>	<b>792.707</b>
7 Contribuição Social		53.984	55.578	59.577	63.396	67.354	71.344
<b>8 Lucro Antes do JCP e IR (6-7)</b>		<b>545.842</b>	<b>561.956</b>	<b>602.393</b>	<b>641.007</b>	<b>681.026</b>	<b>721.363</b>
9 Juros Sobre Capital Próprio		77.654	86.448	93.919	99.423	104.424	113.013
<b>10 Lucro Antes IR (6-9)</b>		<b>522.172</b>	<b>531.086</b>	<b>568.053</b>	<b>604.981</b>	<b>643.956</b>	<b>679.694</b>
11 Imposto de Renda		130.543	132.772	142.013	151.245	160.969	169.924
12 Reversão dos Juros s/Capital Próprio		77.654	86.448	93.919	99.423	104.424	113.013
<b>13 Lucro Contábil (10-11-7-12)</b>		<b>415.299</b>	<b>429.185</b>	<b>460.380</b>	<b>489.762</b>	<b>520.037</b>	<b>551.440</b>
<b>14 Geração Interna de Recursos (13-4)</b>		<b>490.215</b>	<b>504.101</b>	<b>535.296</b>	<b>564.678</b>	<b>594.953</b>	<b>626.356</b>
<b>15 Fluxo de Caixa Bruto (14-5)</b>		<b>512.786</b>	<b>536.856</b>	<b>556.249</b>	<b>577.301</b>	<b>603.197</b>	<b>631.850</b>
<b>FLUXO DE CAIXA OPERACIONAL</b>							
Data-base: junho de 2008							
15 Investimentos	1.778.266	0	0	0	0	0	0
- CAPEX							
- GIRO INCREMENTAL							
16 Lucro tributável (3-4)		622.397	650.290	682.924	717.027	756.624	798.201
17 Contribuição Social		56.016	58.526	61.463	64.532	68.096	71.838
18 Imposto de Renda		155.589	162.572	170.731	179.257	189.156	199.550
<b>19 Fluxo de Caixa Operacional (3-14)</b>	<b>-1.778.266</b>	<b>405.698</b>	<b>504.107</b>	<b>525.646</b>	<b>548.154</b>	<b>574.288</b>	<b>601.729</b>
<b>T. I. R. do Projeto</b>	<b>30%</b>						
<b>T. I. R. Alavancada</b>	<b>31%</b>						
<b>VPL (R\$ MIL)</b>	<b>1.335.591</b>						
<b>PAY BACK</b>	<b>4 ANOS</b>						
<b>MARGEM OPERACIONAL MÉDIA</b>	<b>22%</b>						

Figura 35 Planilha do Banco Alpha

Inicialmente se apresenta alguns comentários sobre aspectos relevantes da planilha do fluxo de caixa da Instituição Financeira, tais como:

- I. Período considerado: o período de análise compreendeu o prazo de 12 anos (2008 a 2019), mas por questões de espaço na página, é mostrado somente o período de 6 anos;
- II. Variáveis de decisão: as variáveis TIR, VPL e Payback foram calculadas com base na projeção de 12 períodos do fluxo de caixa;

- III. Cenário: o cenário considerado na planilha é o cenário básico ou mais provável;
- IV. Investimentos: o valor do investimento refere-se ao ativo total no mês base junho/2008;
- V. Custos: considerado um percentual fixo sobre as receitas;
- VI. IRPJ/CSSL: 25% e 9%, respectivamente, com bases diferentes.

A tabela a seguir mostra os resultados da análise do Banco Alpha e dos três modelos de distribuição de probabilidade utilizados na Simulação Monte Carlo neste estudo:

*Tabela 9 Indicadores de avaliação*

INDICADOR → (*)	VPL (R\$ mil)	TIR	PBS
MODELO ↓			
Distr. Normal	1.447	31%	3 anos
Distr. Uniforme	1.440	31%	3 anos
Distr. Lognormal	1.445	31%	3 anos
Banco Alpha	1.335	30%	4 anos
(*) Média dos modelos de distribuição			

O resultado dos indicadores do Banco Alpha se refere ao período de 12 anos, calculados com base em suas premissas. Independentemente de não haver coincidência nas premissas utilizadas pelo Banco e as utilizadas neste estudo, exceto o valor do investimento, os resultados não poderiam servir para análise comparativa em razão do prazo considerado nas duas análises (Banco e estudo) ser diferente em dois períodos, o que certamente criaria um viés na avaliação. Enquanto o fluxo de caixa do Banco foi projetado para um período de 12 anos, o fluxo de caixa do estudo foi projetado para um período de 10 anos. Ao contrário do *Payback* que não seria influenciado pela diferença de prazo entre as duas análises, haja vista que o prazo de retorno do projeto em todos os casos foi inferior ao menor prazo considerado na análise (10 anos), os indicadores VPL e TIR são diretamente influenciados pelo prazo do fluxo.

Como forma de se realizar uma comparação mais realista entre as duas metodologias de análise (cenário x simulação), efetuou-se ajuste na planilha do Banco Alpha, ou seja, procedeu-se a novo cálculo dos indicadores para o mesmo período considerado no estudo. Assim, com o ajuste efetuado para o período de 10



anos, construiu-se a tabela a seguir, a qual mostra os novos indicadores do Banco Alpha:

*Tabela 10 Indicadores de avaliação com ajuste*

INDICADOR ==> (*)	VPL (R\$ mil)	TIR	PBS
MODELO			
Distr. Normal	1.447	31%	3 anos
Distr. Uniforme	1.440	31%	3 anos
Distr. Lognormal	1.445	31%	3 anos
Banco Alpha	1.055	28%	4 anos
(*) Média dos modelos de distribuição			

Na Tabela 10 verifica-se que, com a redução do prazo de doze anos para dez anos, tanto a TIR quanto o VPL do fluxo de caixa no cenário mais provável do Banco Alpha sofreram alteração para menos, como era de se esperar, vez que ambos indicadores são bastante sensíveis ao período do fluxo de caixa de um projeto.

#### 4.5 Análise da Simulação Monte Carlo

Nesta seção acrescenta-se às informações disponibilizadas pela simulação já apresentadas no capítulo anterior e em sessões deste capítulo, outras informações e dados estatísticos que podem ser obtidos com a simulação.

O modelo determinístico de análise, como o mostrado na Figura 35, fornece dados estáticos e apenas um resultado para cada indicador. Neste modelo é aplicada a “análise de sensibilidade” e em seguida a modelagem de “cenários”, resultando, geralmente, em três cenários, assim definidos: I) Cenário Básico: o cenário em que o analista visualiza uma situação mais provável de ocorrer, considerando as premissas utilizadas na análise; II) Cenário Otimista: o cenário em que se vislumbram perspectivas superiores às esperadas para o Cenário Básico, neste caso, manipula-se alguns itens do fluxo de caixa no sentido de melhorar os resultados, como por exemplo, aumentar o percentual de crescimento das receitas, o percentual da margem operacional de lucro ou redução dos custos e despesas; III) Cenário Pessimista: Trata-se do caso inverso ao Cenário Otimista. Neste cenário, manipulam-se variáveis do fluxo de caixa com a finalidade de piorar o cenário básico, como forma de estimar resultados de ocorrências desfavoráveis que impactem negativamente o fluxo de caixa esperado do projeto. Com essa técnica de projeção de cenários, criam-



se três situações diferentes, entretanto cada situação projetada irá fornecer apenas dados estáticos e apresentar um único resultado para cada variável de decisão.

Diferentemente do modelo determinístico de análise, o qual realiza medições de maneira limitada, o uso de técnicas estatísticas de probabilidade que permitem gerar números aleatórios para atribuir valores a uma variável de interesse, possibilita realizar milhares de simulações e apresentar os resultados em gráficos e tabelas sobre uma distribuição de probabilidades. Dessa forma, a simulação como método aplicado à análise de viabilidade de projetos de investimento busca oferecer mais informações e confiabilidade aos resultados apresentados. Vale ressaltar que quanto maior o número de simulações realizadas, maior a probabilidade de acertos.

Nas seções 4.1 a 4.3 deste capítulo, se apresentou diversos indicadores estatísticos relacionados a cada variável de saída (VPL, TIR e *Payback*) gerados a partir das 1000 iterações realizadas com uso do Crystal Ball e o método de Simulação Monte Carlo, tais como: média, mediana, desvio padrão, mínimo e máximo. Esses indicadores respondem a algumas perguntas que poderiam ser feitas por executivos e gerentes de uma empresa, tais como: Qual o menor VPL possível? Qual o valor médio ou valor esperado do VPL? Da mesma forma esses questionamentos poderiam ser feitos com relação à TIR. A simulação foi realizada com três modelos diferentes de distribuição, o modelo de distribuição Normal de probabilidade, o modelo Uniforme de probabilidade e o modelo Lognormal de probabilidade. Entretanto, o fluxo de caixa da Empresa X utilizado para a simulação não permitiu que se mostrassem outros recursos e informações disponibilizadas por não ter ocorrido nenhum valor negativo na distribuição de probabilidade dos três modelos. Assim, como forma de explorar e demonstrar outros recursos oriundos da simulação procedeu-se alteração no fluxo de caixa da empresa, a qual é comentada em seguida.

A figura a seguir foi gerada a partir de mudança efetuada no valor do investimento inicial do fluxo de caixa do projeto, alterando de R\$ 1.778 mil para R\$ 3.100 mil, como forma de se obter valores negativos para o VPL e assim mostrar outras informações estatísticas que o método de Simulação Monte Carlo pode disponibilizar.

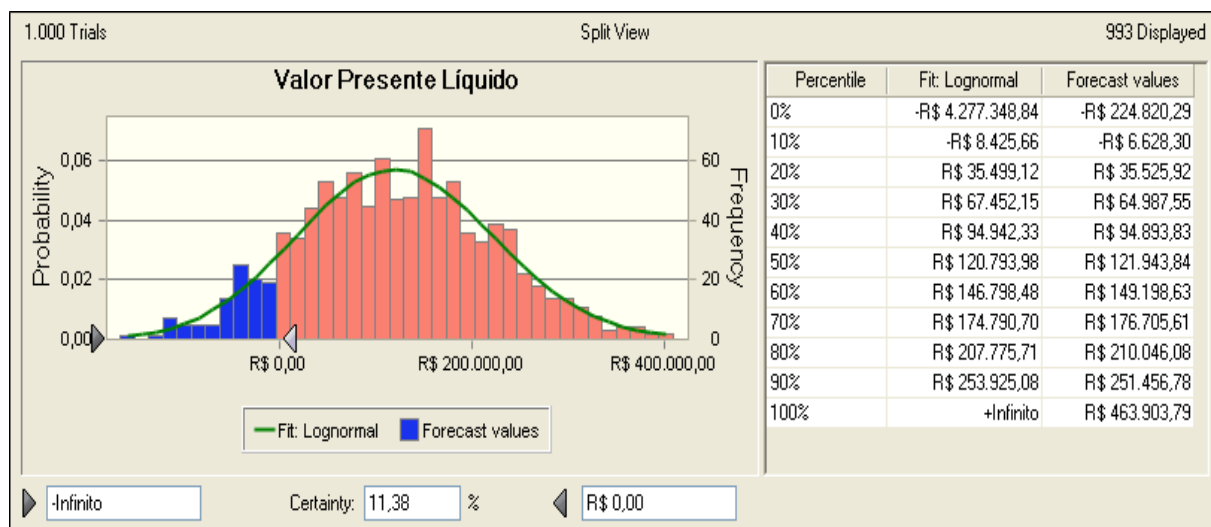


Figura 36 Percentil do VPL

A Figura 36 mostra o resultado de um questionamento sobre o VPL de um projeto. Para saber qual a probabilidade, por exemplo, do VPL ser menor que zero nesta simulação, verifica-se, com base no resultado apresentado na Figura 36, que esta probabilidade é de 11,38%. Esse percentual indica que 11,38% dos valores observados na distribuição do VPL foram menores ou iguais a zero. Esse resultado é obtido inserindo-se o valor zero na célula ◀ exibida no canto inferior direito da Figura 36 e em seguida pressionando-se a tecla <enter>. Com este procedimento o *software* exibe o percentual equivalente aos valores observados para o VPL inferiores a zero. Os valores mostrados nas linhas da tabela exibida no lado esquerdo do gráfico mostram o percentil da distribuição, onde -R\$ 224.820,29 (0%) corresponde ao menor VPL (valor mínimo) e R\$ 463.903,79 (100%) corresponde ao maior VPL (valor máximo).

A Simulação Monte Carlo, como se pôde observar, pode fornecer diversas informações úteis sobre a distribuição de resultados além de permitir a realização de milhares de ensaios sobre variáveis especificadas. Tais informações, de grande valor para análise de risco de projeto, não poderiam ter sido fornecidas utilizando-se de modelo determinístico de análise de cenário.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os termos “Investimento” e “Projeto” para as empresas de grande porte são parte integrante dos objetivos estratégicos e, geralmente, se acham formalizados na política de investimento e no planejamento estratégico anual da empresa. Os investimentos como parte do planejamento estratégico das empresas, são necessários, não só para manter a empresa funcionando, mas também para criar valor e dessa forma crescer, expandir, diversificar os negócios e aumentar os lucros dos acionistas/proprietários. Os “Projetos de Investimento” incluídos no orçamento de capital da empresa são elaborados para subsidiar as decisões de investimento e passam por avaliação de viabilidade econômico-financeira antes de serem submetidos à aprovação.

Na avaliação tradicional de projetos de investimento utilizam-se métodos e modelos determinísticos para apurar o resultado de indicadores predefinidos como o VPL, a TIR e o *Payback*. Com base nestes modelos constroem-se cenários, geralmente três, aplicando-se a análise de sensibilidade sobre um ou mais componentes do fluxo de caixa do projeto. Entretanto, considerando a incerteza sobre o futuro e a complexidade do mercado, pode-se dizer que as chances de acerto das projeções com apenas três cenários são muito reduzidas. Por outro lado, técnica baseada em simulação permite obter resultados mais próximos da realidade uma vez que utiliza modelo probabilístico. A simulação é realizada sobre uma variável aleatória e tem seu comportamento descrito por uma distribuição de probabilidade dentro de um intervalo.

O objetivo central deste trabalho foi mostrar a contribuição do método de Simulação Monte Carlo como ferramenta auxiliar na análise de viabilidade econômico-financeira em projetos de investimento. Além disso, alguns objetivos específicos foram definidos para se atingir o objetivo principal do estudo. I. Aplicar três modelos probabilísticos da “Simulação Monte Carlo” no Fluxo de Caixa de uma empresa de grande porte para avaliação das variáveis de risco VPL, TIR e *Payback*; II. Realizar 1000 simulações em cada modelo e gerar relatórios dos resultados (gráficos, tabelas e quadros) para análise; III. Analisar e interpretar os dados gerados com as simulações; IV. Apontar a utilidade do modelo em análise de viabilidade econômico-financeira de projetos de investimento.

Para se atingir os objetivos foi realizado uma revisão da bibliografia existente sobre o assunto em livros, artigos, trabalhos e estudos publicados. O material que serviu de consulta e fonte para o trabalho está relacionado no Capítulo 6 Referencias Bibliográficas.

Utilizou-se de dados da planilha do fluxo de caixa da Empresa X, objeto do estudo, fornecida pelo Banco Alpha (Figura 35) e dos demonstrativos financeiros da empresa para modelar o fluxo de caixa projetado. No fluxo de caixa projetado foram aplicados os três modelos probabilísticos para avaliação das variáveis de interesse, com 1000 simulações realizadas em cada modelo, os quais produziram relatórios em gráficos e tabelas para análise. Os resultados obtidos, apresentados no Capítulo 4 e utilizados na análise da simulação, demonstraram que:

1. Em relação à Taxa Interna de Retorno e o Valor Presente Líquido, o modelo Normal de Distribuição e o modelo Lognormal apresentaram comportamento semelhante com os resultados muito próximos, se comparados ao modelo Uniforme (Tabelas 5 e 6);
2. A média dos modelos de simulação em relação ao cenário básico da planilha do Banco Alpha se mostraram superiores nos dois indicadores acima mencionados;
3. Enquanto no modelo determinístico, o resultado é apresentado de forma estática e com um único valor para o indicador de saída em cada cenário, o modelo probabilístico (simulação) fornece vários resultados dentro de uma distribuição de probabilidades e medidas estatísticas relacionadas a esses resultados, como por exemplo, a média, a mediana, o desvio padrão, o valor mínimo e o valor máximo provável do intervalo calculado na amostra.
4. O menor valor de VPL encontrado nas distribuições de probabilidade, foi de R\$ 1.067 mil na distribuição Lognormal e o maior foi de R\$ 1.843 mil na distribuição Normal. Com relação à TIR, a menor taxa encontrada foi 27,05% na distribuição Lognormal e a maior foi 35,30%, também na distribuição Lognormal. Sendo assim, a distribuição Lognormal apresentou o maior intervalo na distribuição de probabilidades para a TIR.

Neste trabalho foram utilizadas unicamente como variável incerta de entrada para o modelo, as receitas projetadas para o período. As receitas foram tomadas como variável sensível do fluxo de caixa e sobre elas aplicada a aleatoriedade do modelo para fins de produzir os infinitos valores para as variáveis de saída, ou

variáveis de interesse (TIR, VPL e *Payback*) e, posteriormente gerar os relatórios de resultados. Entretanto, sabe-se que em projetos vultosos, principalmente onde existem obras civis e o prazo para sua realização é longo, dificilmente o orçamento efetivamente realizado se iguala ao orçamento projetado. Vários são os motivos que podem interferir e impactar no valor do orçamento. Variação de preços dos insumos, reajuste de salários da categoria, desperdício de material, indenizações por acidentes etc. Geralmente, muitos destes motivos são previstos e incorporados no orçamento projetado, com base em um percentual estimado pelos seus elaboradores, mas como dito antes, dificilmente o valor orçado é igual ao valor realizado.

Assim, o fator “investimento ou custo inicial” também poderia ser considerado como incerto e, neste caso transformado em uma variável aleatória. Neste ponto, se entende que o valor do investimento inicial poderia ser analisado como mais um parâmetro a ser considerado como variável incerta e, dessa forma, usado como variável aleatória em conjunto com as receitas na modelagem da simulação em estudos futuros. Além disso, sabendo-se que a variável aleatória no método de simulação se refere ao fator que não é conhecido com certeza e que o seu comportamento é descrito por uma **distribuição de probabilidade** (MOORE, 2005), pode-se dizer que qualquer outro componente **independente** e incerto do fluxo de caixa pode ser atribuído como variável aleatória, a critério do escalão decisor.

Considerando a variabilidade de informações e dados estatísticos relevantes disponibilizados pelos modelos de distribuição, os resultados da Simulação Monte Carlo permitem inferir que a utilização de um modelo de simulação poderia ser considerada como uma ferramenta valiosa a ser utilizada em análise de projetos de investimento. No entanto, o estudo realizado possui limitações e não apresentou todas as possibilidades possíveis do método de Simulação Monte Carlo, desse modo, entende-se que certamente ficaram espaços a ser preenchido por estudiosos que pretendam aprofundar os conhecimentos sobre a utilização do método de Simulação Monte Carlo na análise de viabilidade de projetos de investimento das empresas.

Por outro lado, acredita-se que o presente trabalho apresentou contribuições relevantes para discussão do assunto e para despertar o interesse na realização de estudos similares sobre o método de Simulação Monte Carlo.

Por fim, pode-se concluir que o uso de modelos probabilísticos, como o método de Simulação Monte Carlo, em razão do que foi exposto neste estudo, podem ser de

grande utilidade em análise de viabilidade econômico-financeira de projetos de investimento.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO, Claudia R.; NOHARA, Jouliana J. **Monografia no curso de Administração**. São Paulo: Ed. Atlas, 2007.

BRIGHAM, Eugene F.; HOUSTON, Joel F. **Fundamentos da Moderna Administração Financeira**. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1999.

BRUNI, A. L.; **Análise do Risco na Avaliação de Projetos de Investimento: Uma Aplicação do Método de Monte Carlo**. Artigo publicado no Caderno de Pesquisa em Administração, São Paulo, REGE-USP, 1998, v1, nr. 6, 1º.tri/98. Disponível em <<http://www.regeusp.com.br/arquivos/c6-Art7.pdf>>, acesso em 08/06/09.

BURATTO, Marco Vales. **Construção e Avaliação de um Modelo de Simulação para Analisar a Capacidade de Pagamento das Empresas em Financiamentos de Longo Prazo**. 2005. 142 f. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em <[http://volpi.ea.ufrgs.br/teses\\_e\\_dissertacoes/td/004044.pdf](http://volpi.ea.ufrgs.br/teses_e_dissertacoes/td/004044.pdf)>, acesso em 28/04/2009.

CARDOSO, Douglas; AMARAL, Hudson F. **O Uso da Simulação de Monte Carlo na Elaboração do Fluxo de Caixa Empresarial: Uma Proposta para Quantificação das Incertezas Ambientais**. Minas Gerais, UFMG/FACIG, 2000, Disponível em <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENECEP2000\\_E0159.PDF](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENECEP2000_E0159.PDF)>, acesso em 24/04/09.

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITTKKE, Bruno H. **Análise de Investimentos**. São Paulo, 7ª. Ed., Editora Atlas, 1996

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração Financeira**. São Paulo, 7ª. Ed., Editora Harbra, 2002.

JUNQUEIRA, K.C.; PAMPLONA, E.O. **Utilização da simulação de Monte Carlo em estudo de viabilidade econômica para a instalação de um conjunto de rebeneficiamento de café na Cocarive**. Minas Gerais, UNIFEI, 2002, disponível em <<http://www.iepg.unifei.edu.br/edson/download/Artkleberenegep02.pdf>>, acesso em 28/04/09.

LAPPONI, Juan Carlos. **Projetos de Investimento – Construção e Avaliação do Fluxo de Caixa**. São Paulo, Lapponi Treinamento e Editora, 2000.

\_\_\_\_\_. **Projetos de Investimento na Empresa**. Rio de Janeiro, Elsevier Editora/Campus, 2007.

LOESCH, Cláudio; HEIN, Nelson. **Pesquisa Operacional – Fundamentos e Modelos**. São Paulo, Editora Saraiva, 2009.

MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de Pesquisa**. São Paulo, 4ª. Ed., Editora Atlas, 1999.

MARTINS, Gilberto de Andrade. **Estudo de Caso – Uma estratégia de Pesquisa**. São Paulo, 2ª. Ed., Editora Atlas, 2008.

MEDEIROS, João Bosco. **Redação Científica** – A Prática de Fichamentos, Resumos, Resenhas. S. Paulo, 7ª. Ed., Editora Atlas, 2005.

MOORE, Jeffrey H.; WEATHERFORD, Larry R. **Tomada de Decisão em Administração com Planilhas Eletrônicas**. São Paulo, 6ª. Ed., Bookman Editora, 2005, reimpressão 2008.

MOTTA, Regis da Rocha; CALÔBA, Guilherme M. **Análise de Investimentos** – Tomada de Decisão em Projetos Industriais. São Paulo, Editora Atlas, 2009.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa Social** – Métodos e Técnicas. São Paulo, 3ª. Ed., Editora Atlas. 1999.

SANTOS, J.C. dos; CAMPOS, R.T. **Metodologia para análise de rentabilidade e riscos de sistemas asgroflorestais**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 16 p. (Embrapa Acre. Documentos, 47).

SILVA, José Pereira da. **Gestão e Análise de Risco de Crédito**. São Paulo, 2ª. Ed., Editora Atlas, 1998.

\_\_\_\_\_. **Análise Financeira das Empresas**. São Paulo, 5ª. Ed., Editora Atlas, 2001.

SOUZA, Acilon B. de, **Projetos de Investimentos de Capital** – Elaboração, Análise e Tomada de Decisão. São Paulo, Editora Atlas, 2003.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso** – Planejamento e Métodos. São Paulo, 3ª. Ed., Bookman Editora, 2005.

WOILER, Sansão; MATHIAS, Washington F. **Projetos** – Planejamento, Elaboração e Análise. São Paulo, Editora Atlas, 1989.



## APÊNDICES

### Apêndice A: Balanço Patrimonial – Ativo

#### Balanço Patrimonial Consolidado - Ativo

R\$ mil

	Código da Conta:	Descrição da Conta:	31/12/2008
1	1	<b>Ativo Total</b>	<b>2.115.907</b>
2	1.01	<b>Ativo Circulante</b>	<b>1.463.168</b>
3	1.01.01	Disponibilidades	350.497
4	1.01.01.01	Disponível	54.123
5	1.01.01.02	Aplicações financeiras	296.374
6	1.01.02	Créditos	470.401
7	1.01.02.01	Clientes	470.401
8	1.01.03	Estoques	333.632
9	1.01.04	Outros	308.638
10	1.01.04.02	IR e CSLL diferidos	77.024
11	1.01.04.03	Impostos a Recuperar	122.364
12	1.01.04.04	Adiantamento a Colaboradores	6.941
13	1.01.04.05	Ganhos não realizados com derivativos	38.062
14	1.01.04.06	Outros créditos	64.247
15	1.02	<b>Ativo Não Circulante</b>	<b>652.739</b>
16	1.02.01	Ativo Realizável a Longo Prazo	106.119
17	1.02.01.01	Créditos Diversos	106.119
18	1.02.01.01.02	Impostos a Recuperar	20.823
19	1.02.01.01.03	IR e CS diferidos	36.958
20	1.02.01.01.04	Depósitos Judiciais	41.017
21	1.02.01.01.05	Aplicações Financeiras	5.250
22	1.02.01.01.06	Adiantamento a Fornecedores	2.071
23	1.02.02	Ativo Permanente	546.620
24	1.02.02.02	Imobilizado	494.008
25	1.02.02.03	Intangível	52.612

Fonte: Balanço Patrimonial da Empresa X

## Apêndice B: Balanço Patrimonial – Passivo

### Balanço Patrimonial Consolidado - Passivo

R\$ MIL

	Código da Conta:	Descrição da Conta:	31/12/2008
1	2	Passivo Total	2.115.907
2	2.01	Passivo Circulante	1.067.536
3	2.01.01	Empréstimos e Financiamentos	190.550
4	2.01.03	Fornecedores	186.188
5	2.01.04	Impostos, Taxas e Contribuições	177.802
6	2.01.05	Dividendos a Pagar	311.854
7	2.01.08	Outros	201.142
8	2.01.08.01	Salários	130.706
9	2.01.08.02	Fretes a pagar	25.560
10	2.01.08.04	Outras contas a pagar	29.085
11	2.01.08.05	Prov. riscos tributários, cíveis e trab.	15.791
12	2.02	Passivo Não Circulante	349.948
13	2.02.01	Passivo Exigível a Longo Prazo	349.948
14	2.02.01.01	Empréstimos e Financiamentos	289.480
15	2.02.01.03	Provisões	51.144
16	2.02.01.03.01	Prov. riscos tributários, cíveis e trab.	51.144
17	2.02.01.06	Outros	9.324
18	2.05	Patrimônio Líquido	698.422
19	2.05.01	Capital Social Realizado	391.423
20	2.05.02	Reservas de Capital	140.102
21	2.05.04	Reservas de Lucro	161.736
22	2.05.04.01	Legal	18.650
23	2.05.04.05	Retenção de Lucros	143.086
24	2.05.05	Ajustes de Avaliação Patrimonial	5.161
25	2.05.07	Adiantamento para Futuro Aumento Capital	0

Fonte: Balanço Patrimonial da Empresa X

## Apêndice C: Demonstração de Resultados do Exercício

### Demonstração de Resultado do Exercício - Consolidado

R\$ mil

	Código da Conta:	Descrição da Conta:	31/12/2008
1	<b>3.01</b>	<b>Receita Bruta de Vendas e/ou Serviços</b>	<b>4.912.233</b>
2	3.02	Deduções da Receita Bruta	-1.294.214
3	<b>3.03</b>	<b>Receita Líquida de Vendas e/ou Serviços</b>	<b>3.618.019</b>
4	3.04	Custo de Bens e/ou Serviços Vendidos	-1.154.669
5	3.05	Resultado Bruto	2.463.350
6	3.06	Despesas/Receitas Operacionais	-1.715.671
7	3.06.01	Com Vendas	-1.259.273
8	3.06.02	Gerais e Administrativas	-475.309
9	3.06.02.01	Gerais e Administrativas	-404.529
10	3.06.02.02	Remuneração dos administradores	-56.927
11	3.06.02.03	Participação dos colab. e adm. no lucro	-13.853
12	3.06.03	Financeiras	-9.442
13	3.06.03.01	Receitas Financeiras	109.707
14	3.06.03.02	Despesas Financeiras	-119.149
15	3.06.04	Outras Receitas Operacionais	28.353
16	3.06.05	Outras Despesas Operacionais	0
17	3.06.06	Resultado da Equivalência Patrimonial	0
18	<b>3.07</b>	<b>Resultado Operacional</b>	<b>747.679</b>
19	3.08	Resultado Não Operacional	0
20	3.08.01	Receitas	0
21	3.08.02	Despesas	0
22	<b>3.09</b>	<b>Resultado Antes Tributação/Participações</b>	<b>747.679</b>
23	3.10	Provisão para IR e Contribuição Social	-229.568
24	3.11	IR Diferido	0
25	<b>3.15</b>	<b>Lucro/Prejuízo do Período</b>	<b>518.111</b>

Fonte: Demonstrativo da Empresa X

## Apêndice D: Demonstração de cálculo dos índices

1. Margem Operacional de Lucro (MOL) da Empresa X:

Fórmula:

$$\text{MOL} = \frac{\text{LOL}}{\text{ROL}} \times 100$$

A Margem Operacional de Lucro da Empresa X no exercício de 2008, calculada com base nos dados financeiros constantes da DRE (Apêndice C) foi:

$$(747.679 / 3.618.019) \times 100 = 20,67\%$$

2. Retorno Sobre Vendas (RSL) da Empresa X:

Fórmula:

$$\text{RSV} = \frac{\text{LL}}{\text{VL}} \times 100$$

O índice de Retorno Sobre Vendas da Empresa X no exercício de 2008, calculado com base nos dados financeiros constantes da DRE (Apêndice C) foi:

$$(518.111 / 3.618.019) \times 100 = 14,32\%$$

3. Retorno Sobre Investimento (RSV) ou Retorno Sobre Ativos (RSA) da Empresa X:

Fórmula:

$$\text{RSA} = \frac{\text{LL}}{\text{At}} \times 100$$

O Retorno Sobre Ativo (RSA) da Empresa X no exercício de 2008, calculado com base nos dados financeiros constantes da DRE (Apêndice C) e BP (Apêndice A) foi

$$(518.111 / 2.115.907) \times 100 = 24,49\%$$

4. O Retorno Sobre Patrimônio Líquido (RSPL) da Empresa X:

Fórmula:

$$\text{RSPL} = \frac{\text{LL}}{\text{PL} - \text{LL}} \times 100$$

O Retorno Sobre Patrimônio Líquido (RSPL) da Empresa X no exercício de 2008, calculado com base nos dados financeiros constantes da DRE (Apêndice C) e BP (Apêndices A e B) foi:

$$(518.111 / 698.422 - 518.111) \times 100 = 287,34\%$$

5. O Endividamento Geral (EG) da Empresa X:

Fórmula:

$$EG = \frac{ET}{At} \times 100$$

O Endividamento Geral (EG) da Empresa X no exercício de 2008, calculado com base nos dados financeiros do BP (Apêndices A e B) é:

$$(1.417.884 / 2.115.907) \times 100 = 66,99\%$$

6. O índice de Liquidez Corrente (LC) da Empresa X:

Fórmula:

$$LC = \frac{AC}{PC}$$

O índice de Liquidez Corrente (LC) da Empresa X no exercício de 2008, calculado com base nos dados financeiros do BP (Apêndices A e B) foi:

$$1.463.168 / 1.067.536 = 1,37$$

7. O índice de Liquidez Seca (LS) da Empresa X:

Fórmula:

$$LS = \frac{AC - ET}{PC}$$

O índice de Liquidez Seca (LS) da Empresa X no exercício 2008, calculado com base nos dados financeiros do BP (Apêndices A e B) foi:

$$(1.463.168 - 333.632) / 1.067.536 = 1,06$$

8. O índice de Liquidez Geral (LG) da Empresa X:

Fórmula:

$$LG = \frac{AC + RLP}{PC + ELP}$$

O índice de Liquidez Geral (LG) da Empresa X no exercício de 2008, calculado com base nos dados financeiros do BP (Apêndices A e B) foi:

$$(1.463.168 + 546.620) / (1.067.536 + 349.948) = 1,42$$

