

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

JOSÉ ARNALDO RIBEIRO SOARES

A ANÁLISE DE RISCO, SEGUNDO O MÉTODO DE MONTE CARLO, APLICADA À
MODELAGEM FINANCEIRA DAS EMPRESAS

Porto Alegre

2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

A ANÁLISE DE RISCO, SEGUNDO O MÉTODO DE MONTE CARLO, APLICADA À
MODELAGEM FINANCEIRA DAS EMPRESAS

JOSÉ ARNALDO RIBEIRO SOARES

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Savino Portugal

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia, modalidade profissionalizante, com ênfase em Economia Aplicada.

Porto Alegre

2006

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
Responsável: Biblioteca Gládis W. do Amaral, Faculdade de Ciências Econômicas da
UFRGS

S676a

Soares, José Arnaldo Ribeiro

A análise de risco, segundo o método de Monte Carlo, aplicada à modelagem financeira das empresas / José Arnaldo Ribeiro Soares. – Porto Alegre, 2006.

95 f.

Ênfase em Economia Aplicada.

Orientador: Marcelo Savino Portugal.

Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Programa de Pós-Graduação em Economia, Porto Alegre, 2006.

1. Análise de risco : Risco financeiro. 2. Simulação : Método de Monte Carlo. 3. Empresa : Valor. 3. Sistema de apoio à decisão : Informação : Indústria petroquímica. I. Portugal, Marcelo Savino. II. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Ciências Econômicas. Programa de Pós-Graduação em Economia. III. Título.

CDU 336.76
657.1

JOSÉ ARNALDO RIBEIRO SOARES
A ANÁLISE DE RISCO, SEGUNDO O MÉTODO DE MONTE CARLO, APLICADA À
MODELAGEM FINANCEIRA DAS EMPRESAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia, modalidade profissionalizante, com ênfase em Economia Aplicada.

Aprovada em: Porto Alegre, 05 de Fevereiro de 2007.

Prof. Dr. Marcelo Savino Portugal – Orientador
UFRGS

Prof. Dr. Stefano Florissi
UFRGS

Prof. Dr. Paulo Schmidt
UFRGS

Prof. Dr. Paulo Terra
UFRGS

DEDICATÓRIA

À minha esposa Rosely e às minhas filhas Mariana e Júlia, por aceitarem meus muitos momentos de ausência, e pelo estímulo que me deram nos momentos de fraqueza.

AGRADECIMENTOS

Ao amigo Luiz Guilherme Aboim Costa, que primeiro apresentou-me os conceitos da simulação de Monte Carlo, tornando possível chegar onde cheguei.

RESUMO

Num mundo onde a competitividade ultrapassa as fronteiras nacionais, onde perturbações políticas e económicas têm uma repercussão imediata em todo o globo, as empresas precisam cada vez estar preparadas para reagir rapidamente. A dinâmica dos movimentos globais não mais permite que as empresas e organizações possam esperar muito tempo para tomar medidas adaptativas. As respostas devem ser rápidas. O nível de incertezas onde a empresa opera deve ser melhor entendido, de forma que os riscos de uma tomada de decisão inadequada possam ser mitigados. Contudo, melhor que reagir aos fatos é buscar se antecipar aos mesmos. Mas a antecipação requer que os eventos possíveis sejam analisados, não apenas quanto aos seus possíveis impactos, mas também quanto à sua probabilidade de ocorrência. Este trabalho tem como objetivo maior propor um modelo de projeção e análise das demonstrações financeiras das empresas, segundo uma visão não apenas determinística, mas empregando técnicas probabilísticas, que permitam aos gestores das empresas passarem pelo processo de tomada de decisão com um nível de informação que permita a eles terem uma ideia muito clara do nível de risco que envolve as suas decisões. E este modelo torna isto possível ao se utilizar da metodologia de Monte Carlo. Esta metodologia permite que as variáveis críticas de uma empresa sejam tratadas a partir das suas distribuições de probabilidades de ocorrência. Assim, preços de produtos e insumos, variáveis externas tais como a taxa de juros, a taxa câmbio e a taxa da inflação podem ser avaliadas dentro de uma expectativa de ocorrência, como variáveis estocásticas, e não mais como constantes no problema. Com isto, podemos simular os resultados de uma empresa, que serão disponibilizados ao gestor segundo sua distribuição de probabilidade. Este processo permitirá que o gestor possa tomar quaisquer decisões, sejam de investimentos, de política de preços, de endividamento, etc., com um nível de informação muito mais adequado do que quando ele dispõe apenas de informações determinísticas com análise de sensibilidade, visto que esta última nada informa quanto à probabilidade de ocorrência do evento.

Palavras-chave: Simulação. Monte Carlo. Projeções Financeiras. Risco. Análise de Risco. Fluxo de Caixa. Valor de Empresa.

ABSTRACT

In a world where the competitiveness crosses the national borders, where political and economical instabilities have an immediate impact in the whole globe, the companies need to be prepared to give a fast response. The dynamics of the global movements no more allows that the companies and organizations take a long time to implement new alternatives. The answers should be fast. The uncertainties about company environment should be better understood, so the risks of a wrong decision can be mitigated. However, better than to react to the facts, is to anticipate them. The anticipation requests that the possible events must be deeply understood, not just as for their possible impacts, but also for its probability of occurrence. This work has as objective to propose a simulation and analysis financial model of companies, considering probabilistic techniques to allow managers go through decision process with a level of information sufficient enough to permit them to have a clear understanding about the risks involved in their decision. This model turns this possible through the utilization of Monte Carlo's methodology. This methodology allows the critical variables of a company to be treated as random variables. Prices of products and macroeconomics variables such as interest rate, rate exchange and rate of inflation can be considered as random variables and not as constants in the model. The results of a company will be available to the managers with a statistic treatment and a probabilistic analysis. This process will facilitate the managers decisions process about investments, price policies, loans and others critical subjects to the future of the company with a much more appropriate level of information.

Keywords: Simulation, Monte Carlo. Financial Projections. Risk. Risk Analysis. Cash Flow. Enterprise Value.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

QUADROS

Quadro 1 - Características dos Modelos Matemáticos.....	14
---	----

GRÁFICOS

Gráfico 1 – Curva Normal Padrão	18
Gráfico 2 – Função de Distribuição Cumulativa da Distribuição Normal	18
Gráfico 3 – Função Densidade de Probabilidade Exponencial	20
Gráfico 4 – Função Cumulativa da Distribuição Exponencial	21
Gráfico 5 – Função Densidade de Probabilidade Uniforme	22
Gráfico 6 – Função Cumulativa da Distribuição Uniforme Padrão	23
Gráfico 7 – Função de Densidade de Probabilidade Padrão de Cauchy	25
Gráfico 8 – Função Cumulativa da Distribuição Padrão de Cauchy	25
Gráfico 9 – Função de Densidade de Probabilidade Triangular	27

FIGURAS

Figura 1 – Outras Funções de Distribuição	28
Figura 2 – Fluxograma de Análise de Investimento	36
Figura 3 – Modelo de Projeção	37
Figura 4 – Ciclos da Empresa	42
Figura 5 – Diagrama das Projeções Financeiras.....	47
Figura 6 – DRE – Demonstrativo de Resultado do Exercício	49
Figura 7 – BP – Balanço Patrimonial - 31/12/2006.....	50
Figura 8 – Demonstrativo de Fluxo de Caixa – (Método Indireto)	51
Figura 9 – BP – Balanço Patrimonial.....	60

Figura 10 – Balanço Patrimonial	62
Figura 11 – BP – Balanço Patrimonial.....	69
Figura 12 – Entrada dos Saldos Iniciais de Estoques	72
Figura 13 – Faturamento Bruto e Resumo dos Impostos sobre Vendas.....	73
Figura 14 – Movimentação Física e Financeira dos Produtos.....	74
Figura 15 – Movimentações das Contas do Ativo	75
Figura 16 – Acompanhamento do Endividamento.....	76
Figura 17 – Demonstrativo de Resultado do Exercício	77
Figura 18 – Cálculo do Custo Médio Ponderado de Capital.....	78
Figura 19 – Cálculo do Valor da Empresa.....	79
Figura 20 – Indicadores.....	80
Figura 21 – Variáveis Estocásticas	82
Figura 22 – Simulações.....	83
Figura 23 – Estabilização das Variáveis de Saída	84
Figura 24 – Histogramas das Variáveis de Saída	85
Figura 25 – Balanço Patrimonial – Previsto x Realizado	86

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 METODOLOGIA.....	13
2.1 DISTRIBUIÇÃO NORMAL.....	17
2.2 DISTRIBUIÇÃO EXPONENCIAL	20
2.3 DISTRIBUIÇÃO UNIFORME.....	22
2.4 DISTRIBUIÇÃO DE CAUCHY	24
2.5 DISTRIBUIÇÃO TRIANGULAR.....	26
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	35
4 A MODELAGEM FINANCEIRA DAS EMPRESAS.....	41
4.1 CICLOS ECONÔMICOS E FINANCEIROS DA EMPRESA.....	41
4.2 DEMONSTRAÇÕES FINANCEIRAS FUNDAMENTAIS	46
4.3 INDICADORES ANALÍTICOS DE EMPRESAS	52
4.4 OUTRAS INFORMAÇÕES RELEVANTES	64
5 APLICAÇÃO PRÁTICA DO MODELO	65
5.1 INDÚSTRIA PETROQUÍMICA	66
5.2 O MODELO DE PROJEÇÕES FINANCEIRAS – CARACTERÍSTICAS GERAIS	69
5.3 ENTRADA DE DADOS DO MODELO.....	70
5.4 PROJEÇÕES DO MODELO	72
5.5 VARIÁVEIS ESTOCÁSTICAS.....	80
5.6 SIMULAÇÕES.....	82
6 CONCLUSÃO.....	87
REFERÊNCIAS	90

1 INTRODUÇÃO

Num mundo cada vez mais competitivo, com conexões globais em vez de locais e regionais, onde vantagens competitivas devem ser cultivadas incessantemente, as empresas têm por obrigação analisar constantemente o ambiente em que estão expostas. Com isso, podem antecipar, tanto quanto possível, todas as suas ações, sejam de curto ou longo prazo. Tal fato permite a redução da exposição de seus negócios aos diferentes tipos de riscos.

Uma grande parte das empresas ainda planeja suas ações através de modelos econômicos tradicionais, onde as incertezas e os riscos associados ao processo não são tratadas de forma paramétrica, ou o são apenas de uma forma muito embrionária.

Em alguns casos são aplicadas apenas técnicas determinísticas tradicionais à modelagem das empresas, com o emprego de análise de cenários, sem que estes possam esclarecer aos tomadores de decisão quais as chances dos mesmos virem a acontecer. Porém, isso não implica na ausência de técnicas estatísticas na literatura que podem auxiliar nessa modelagem do risco.

Bernstein (1997, p. 1) disse:

A idéia revolucionária que define a fronteira entre os tempos modernos e o passado é o domínio do risco: a noção de que o futuro é mais do que um capricho dos deuses e de que homens e mulheres não são passivos ante a natureza. Até os seres humanos descobrirem como transpor essa fronteira, o futuro era um espelho do passado ou o domínio obscuro de oráculos e adivinhos que detinham o monopólio sobre o conhecimento dos eventos previstos.

Assim, é propósito deste trabalho usar um modelo integrado, que permita a projeção do Balanço Patrimonial, do Demonstrativo de Resultados do Exercício e do Fluxo de Caixa de uma empresa, baseado em um cenário de incertezas, permitindo ao gestor uma melhor qualificação no seu processo decisório. Neste caso, as variáveis críticas de entrada do modelo serão estocásticas, o que deverá resultar também em resultados estocásticos para as variáveis de saída.

Especificamente, será utilizado o Método de Monte Carlo, que permitirá tratarmos as variáveis de entrada relevantes ao problema como estocásticas, com diferentes distribuições de probabilidades.

Dados que os preços não são fixos, e as variáveis macroeconômicas também não são constantes, as eficiências no processo produtivo podem variar. Então, a análise de empresas com base em modelos determinísticos peca por não permitir a modelagem do risco. A análise de cenários alternativos, sem uma indicação de sua probabilidade de ocorrência não traz ao gestor qualquer qualificação ao seu processo de tomada de decisão.

Assim, a utilização de uma metodologia que utilize cenários probabilísticos permitirá que os administradores de uma empresa possam tomar suas decisões com um melhor embasamento técnico, tendo uma perspectiva muito mais clara dos riscos envolvidos com as mesmas, tanto no curto quanto no médio prazo.

Apesar da boa aplicabilidade da técnica de Monte Carlo a esses problemas, os executivos continuarão não tendo respostas firmes a respeito de suas indagações, mas é possível gerar mais informações que possam auxiliar na tomada de decisão. Sendo assim, o que se procura é estreitar o leque das incertezas, não eliminá-las, pois isto é impossível.

Dentre vários tópicos presentes no dia-a-dia dos gestores que poderão ser respondidos com maior percepção dos riscos associados, podemos citar o impacto da taxa de juros ou da taxa de câmbio nos resultados da empresa, a definição do nível adequado de estoques para atendimento de um percentual mínimo dos pedidos de compra e o impacto do grau de endividamento na capacidade de pagamento de encargos sobre a dívida.

Esse trabalho está estruturado a partir de quatro capítulos além dessa introdução. No 1º capítulo será feita uma abordagem da metodologia de Monte Carlo, onde são especificadas as características desse processo e os fenômenos estatísticos envolvidos. No 2º capítulo é feita uma revisão bibliográfica da aplicação da técnica. No capítulo 3 é feito um arcabouço técnico das contas administrativas e contábeis que deverão contemplar o modelo final. E, por fim, no capítulo 4, é utilizada a técnica de Monte Carlo com aplicação específica a uma indústria petroquímica básica, visando proporcionar aos seus administradores uma visão clara da extensão dos seus riscos, proporcionando à empresa uma ferramenta que

poderá ser usada com o propósito de definir que ações deverão ser tomadas visando levar a empresa em busca do atendimento de seus objetivos estratégicos.

2 METODOLOGIA

A metodologia a ser utilizada nesse trabalho será basicamente teórica, em toda a sua concepção fundamental. Serão abordados os modelos fundamentais de projeções financeiras fundamentais, baseadas no Balanço Patrimonial, Demonstrativo de Resultados do Exercício e Fluxo de Caixa. A seguir serão aplicados conceitos estocásticos, com base no método de Monte Carlo, tendo como foco uma ou mais funções objetivo.

Vale ressaltar que diversas técnicas quantitativas, conforme pode ser visto no Quadro 1, podem ser aplicadas na solução de problemas relacionados à gestão das empresas. Em algumas situações, esta gestão passa por avaliar situações onde as variáveis associadas estão carregadas de incertezas, tais como:

- Qual a probabilidade de que um novo produto seja lucrativo?
- Qual o impacto das variáveis econômicas no resultado do meu negócio?
- Como definir o nível adequado de estoques de forma a garantir o atendimento de pelo menos 98% dos pedidos de compra?

Todas as respostas a perguntas dessa natureza não são fáceis de serem encontradas, pois dependem de variáveis cujo comportamento é, muitas vezes, difícil de ser previsto ou envolve diversas possibilidades. Assim, a modelagem e simulação matemática surgem como uma forma de abordagem para problemas desta natureza.

A idéia do uso de modelos matemáticos e estatísticos na análise e solução de problemas não é nova, mas seu uso se intensificou imensamente a partir da revolução provocada pela aplicação dos computadores. E várias categorias de modelos foram desenvolvidas, cada uma abordando problemas de natureza diversa.

O Quadro 1 mostra, segundo Ragsdale (1998), as principais características dos modelos matemáticos desenvolvidos para a solução de problemas:

Quadro 1 - Características dos Modelos Matemáticos

Categoria	Forma da função objetivo	Valores das variáveis independentes	Exemplos de técnicas matemáticas associadas
Modelos prescritivos	Conhecida e bem definida	Conhecidas ou sob controle dos analistas	Programação linear, Redes, Programação inteira, Lote econômico de compras, Programação não linear, Método do caminho crítico
Modelos preditivos	Desconhecida ou mal definidas	Conhecidas ou sob controle dos analistas	Análises de regressão; Análise de séries temporais, Análise discriminante;
Modelos descritivos	Conhecidas e bem definidas	Desconhecidas ou incertas	Simulação, Problemas de filas, Modelos de inventário;

Fonte: Ragsdale, 1998, p. 7.

Os modelos com funções-objetivo e variáveis independentes bem definidas são chamados de Prescritivos porque as soluções apontadas por eles dizem aos tomadores da decisão que ações devem escolher. Este é o caso, por exemplo, do problema de alocação de recursos em diversos investimentos, de forma a maximizar o retorno dos mesmos, sem ultrapassar um determinado nível de risco.

Já os modelos preditivos são assim chamados porque a função-objetivo que liga as variáveis independentes à variável dependente não é bem definida. Neste caso, ela deverá ser estimada, de forma a permitir que se possa prever o valor da variável dependente, em função de determinados valores das variáveis independentes. Este é o caso, por exemplo, de se tentar determinar o valor de um imóvel a partir da sua área e idade. A forma da função que correlaciona o valor do imóvel a estas variáveis não é conhecida a priori, e deve primeiro ser estimada, para, a seguir, se prever o valor do imóvel.

Finalmente temos os modelos descritivos. Nesta categoria a função-objetivo que liga as variáveis independentes à variável dependente é bem conhecida. Entretanto, os valores das variáveis independentes não são conhecidos ou apresentam incerteza em seu comportamento. Nesta categoria estão os problemas de simulação, que podem incluir, por exemplo, problemas de filas, como na simulação de *overbook* na venda de passagens de avião, conforme abordagem dada por Ragsdale (1998).

Ainda segundo Ragsdale (1998), os elementos chaves que devem ser seguidos para que se obtenha sucesso em qualquer processo de solução de problemas, como a modelagem, são:

- identificar o problema;
- formular e implementar o modelo;
- analisar o modelo;
- testar os resultados;
- reformular o modelo caso os testes não sejam satisfatórios;
- implementar a solução quando o modelo estiver satisfatório.

A modelagem e simulação financeira de empresas é um problema que tem uma função-objetivo específica e bem determinada, como, por exemplo, a estimativa de lucros ou o valor da empresa. Contudo, o mesmo não se pode dizer das principais variáveis que são fundamentais para a determinação do modelo. Preços de matérias-primas, preços de venda dos produtos e custos de outros insumos, são exemplos de variáveis indeterminadas, sob as quais o administrador não tem certeza do seu valor futuro.

Assim, o processo de modelagem e simulação financeira de empresas que estamos buscando construir está associado aos modelos descritivos, conforme classificação dada no Quadro 1. Especificamente será utilizado o método de Simulação de Monte Carlo.

É importante lembrar que o método tem seu nome associado à cidade de Monte Carlo, em função do jogo de roleta, que é um gerador simples para números aleatórios. Este nome, e o desenvolvimento sistemático do método, têm sua origem

ao redor de 1944. Há contudo, situações isoladas de instâncias de desenvolvimento do mesmo em ocasiões anteriores a esta.¹

Este é o caso, por exemplo, de experimentos desenvolvidos ainda no século XVIII, onde se buscou inferir o valor do número π , através do lançamento casual de agulhas contra um quadro marcado com retas paralelas. Este problema ficou conhecido como “O problema das agulhas de Buffon”. Pode-se mostrar, através de alguns cálculos, que a probabilidade da agulha cair sobre uma das linhas paralelas é de $2/\pi$. E, pela composição do problema, é possível mostrar que depois de muitos lançamentos, o número de vezes que a agulha cruza uma das linhas paralelas dividido pelo número total de lançamentos aproxima-se deste valor. Daí tira-se o valor do número π .²

Entretanto, o uso real do método de Monte Carlo, como ferramenta de pesquisa emerge durante o desenvolvimento da bomba atômica, na Segunda Guerra Mundial. O trabalho envolvia a simulação direta de problemas probabilísticos relacionados com a difusão aleatória de nêutrons em material físsil, conforme pode ser visto em Metropolis (1987).

Ao redor de 1970, o desenvolvimento da teoria da complexidade computacional começou a fornecer razões precisas e persuasivas para o emprego do método de Monte Carlo. Esta teoria identificou uma classe de problemas para os quais o tempo de avaliar a solução exata cresce exponencialmente com o espaço dimensional associado. A questão a ser resolvida era se o método de Monte Carlo seria capaz ou não de estimar a solução de problemas desta natureza, dentro de uma acuracidade estatística, num tempo menor que aquele definido pela solução exata do problema. Numerosos exemplos agora suportam esta condição. Referências para estes exemplos podem ser vistas em Pillana ([200-?]).

Um modelo de simulação Monte Carlo nada mais é que o processo de se gerar várias amostras (podendo chegar a milhares) de saída de uma função objetivo, a partir de várias amostras aleatórias das variáveis de entrada. As saídas de um processo de modelagem e simulação de Monte Carlo tipicamente incluem itens tais como: - uma distribuição para cada variável de saída, uma listagem de sensibilidade das variáveis chaves ordenadas segundo sua correlação com a variável de saída e vários gráficos e resumos estatísticos que caracterizam os resultados simulados.

¹ Para uma discussão histórica do método de Monte Carlo ver Metropolis (1987) e Pillana ([200-?]).

² Para uma discussão deste problema ver Siegrist ([200-?]) ou Weisstein (2005).

É importante ressaltar que a simulação de Monte Carlo não fornece como resultado uma recomendação explícita para se tomar uma decisão. O que ela fornece é um detalhamento para as possibilidades de resultado, através de uma distribuição de frequência.

Dependendo da natureza de cada problema, diversas distribuições de probabilidades diferentes podem ser utilizadas para as variáveis independentes, com base no comportamento esperado de cada uma. Dada a possibilidade de se usar diversas distribuições, a seguir são discutidas algumas das principais distribuições disponíveis.

2.1 DISTRIBUIÇÃO NORMAL

A função densidade de probabilidade da distribuição normal, conforme pode ser visto em Lane (2006), é dada por:

$$f(x) = \frac{e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}}{\sigma\sqrt{2\pi}} \quad (1.1)$$

Onde μ é o parâmetro de localização (média) e σ (desvio padrão) é o parâmetro de escala. Quando $\mu = 0$ e $\sigma = 1$ temos a chamada Distribuição Normal Padrão. Neste caso, a equação (1.1) fica:

$$f(x) = \frac{e^{-x^2/2}}{\sqrt{2\pi}} \quad (1.2)$$

O Gráfico 1 representa a função densidade de probabilidade normal padrão:

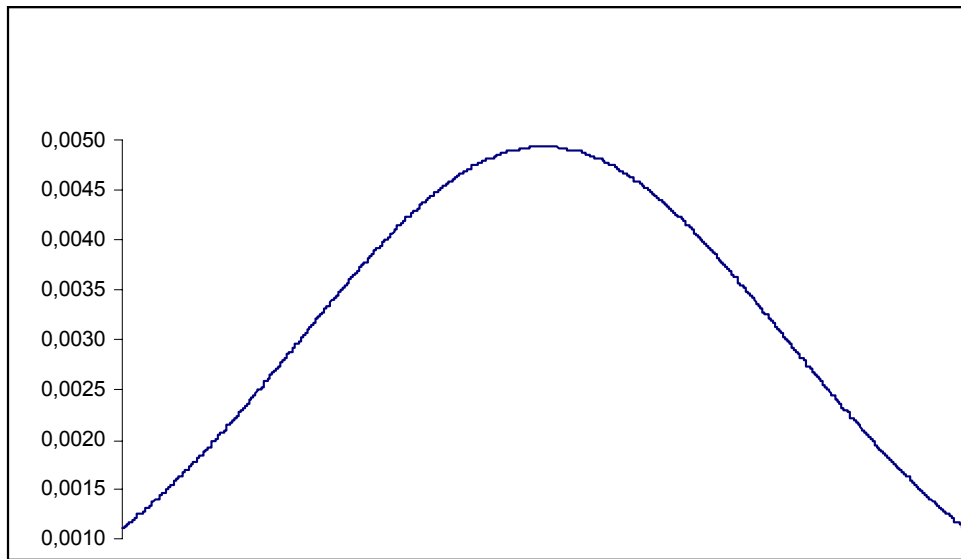


Gráfico 1 – Curva Normal Padrão

Fonte: Elaborado pelo autor

Vale destacar que não existe uma fórmula para a função de distribuição acumulada da Distribuição Normal Padrão. Ela é calculada numericamente, e o seu gráfico pode ser visto no Gráfico 2:

Ressalte-se que uma função de distribuição acumulada de uma variável aleatória X representa a probabilidade de que esta variável tenha um valor menor ou igual a x .

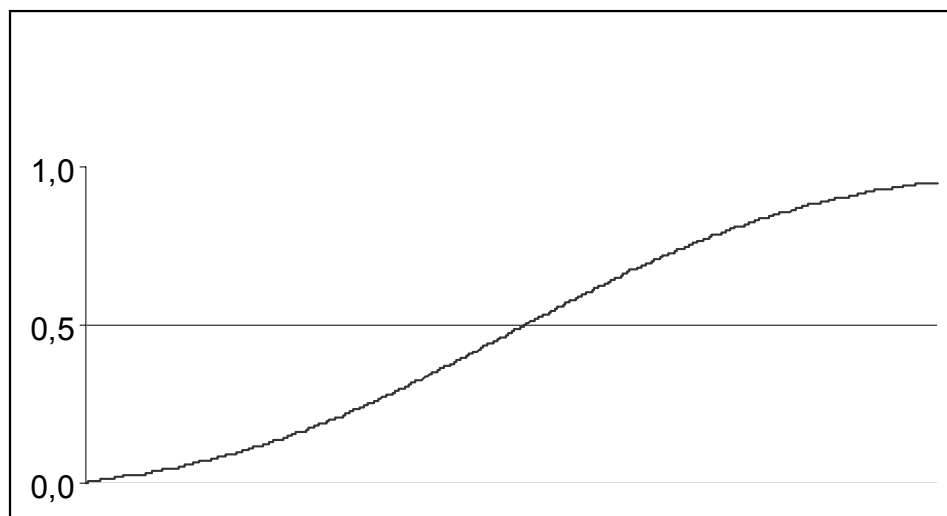


Gráfico 2 – Função de Distribuição Cumulativa da Distribuição Normal

Fonte: elaborado pelo autor

Além da média, a curva normal possui outras estatísticas que podem ser calculadas, como a moda, mediana, o desvio-padrão, a assimetria e a curtose. No caso da Distribuição Normal Padrão, a média é igual à moda, que é igual à mediana. Além disso, tem-se que a assimetria tem valor zero e a curtose o valor 3.

Vale destacar que os parâmetros de localização e de escala da distribuição normal podem ser estimados através da média e do desvio padrão da amostra respectivamente.

A distribuição normal é, provavelmente, a mais importante distribuição estatística existente, conforme pode ser visto em NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY – NIST e Sematech (2003):

For both theoretical and practical reasons, the normal distribution is probably the most important distribution in statistics. For example,

- Many classical statistical tests are based on the assumption that the data follow a normal distribution. This assumption should be tested before applying these tests.
- In modeling applications, such as linear and non-linear regression, the error term is often assumed to follow a normal distribution with fixed location and scale.
- The normal distribution is used to find significance levels in many hypothesis tests and confidence intervals.

Adicionalmente, ela é uma distribuição ‘bem comportada’ e matematicamente tratável, e o Teorema do Limite Central dá suporte ao seu uso ao mostrar que, à medida que o tamanho da amostra cresce, a distribuição da mesma se torna normal, independente da distribuição da variável original ³.

³ Para uma discussão mais detalhada da curva normal, sua aplicabilidade e sobre o teorema do limite central, consultar NIST e Sematech (2003) e Lane (2006)

2.2 DISTRIBUIÇÃO EXPONENCIAL

Uma segunda função de distribuição muito utilizada é a exponencial. A fórmula geral para a função densidade de probabilidade desta distribuição é dada por:

$$f(x) = \frac{1}{\beta} * e^{-(x-\mu)/\beta} \quad x \geq \mu; \beta > 0 \quad (1.3)$$

onde μ é o parâmetro de localização e β é o parâmetro de escala (que é frequentemente referido como λ , igual a $1/\beta$). No caso onde temos $\mu = 0$ e $\beta = 1$ temos a Distribuição Exponencial Padrão, cuja fórmula então fica dada por:

$$f(x) = e^{-x} \text{ para } x \geq 0 \quad (1.4)$$

O gráfico da função densidade de probabilidade da distribuição exponencial, para 3 diferentes valores de λ ($\lambda=1$, $\lambda=2$ e $\lambda=3$) está representado no Gráfico 3, a seguir:

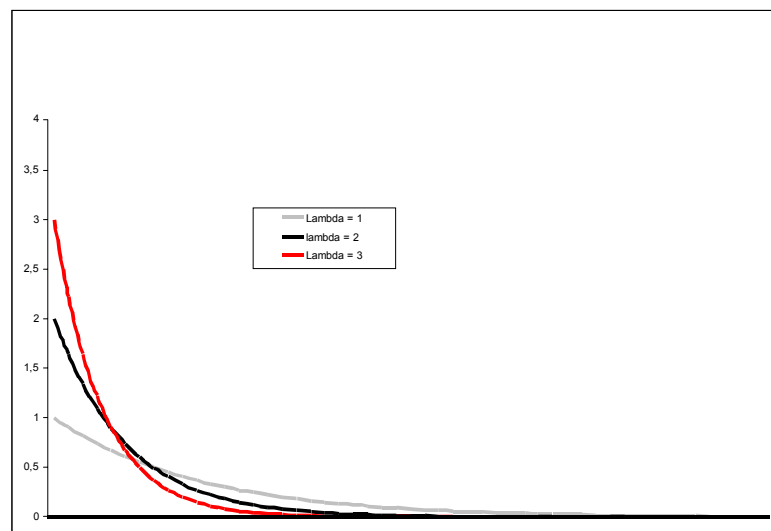


Gráfico 3 – Função Densidade de Probabilidade Exponencial

Fonte: Elaborado pelo autor

Por outro lado, a fórmula da função de distribuição cumulativa é dada por:

$$f(x) = 1 - e^{-x/\beta} \quad x \geq 0; \beta > 0 \quad (1.5)$$

O gráfico desta função é apresentado no Gráfico 4, a seguir.

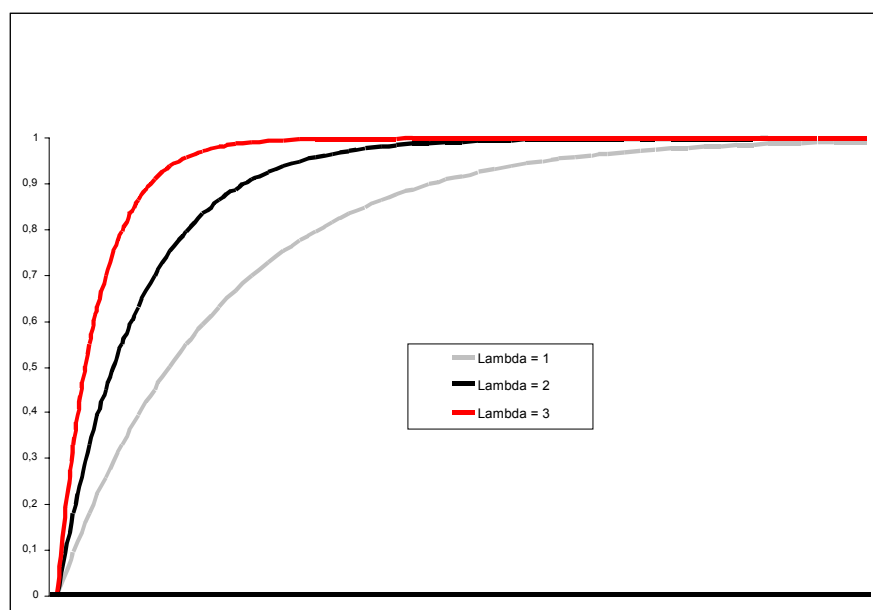


Gráfico 4 – Função Cumulativa da Distribuição Exponencial

Fonte: Elaborado pelo autor

Da mesma forma que verificado para a Função de Distribuição Normal, a Função Exponencial possui diversas estatísticas associadas. No caso da Distribuição Exponencial Padrão a média é igual a β , a mediana é igual a $\beta \ln 2$ e a moda é igual a zero. O desvio padrão é dado por β , a assimetria tem valor igual a 2 e curtose igual a 9.

É importante notar que esta distribuição é usada principalmente em aplicações envolvendo testes de confiabilidade, onde seu uso se dá na modelagem de dados com uma taxa de falha constante.

2.3 DISTRIBUIÇÃO UNIFORME

Uma terceira função de distribuição muito útil é a uniforme. A fórmula geral para a função densidade de probabilidade para essa distribuição uniforme é dada por:

$$f(x) = \frac{1}{B - A} \quad \text{para } A \leq x \leq B \quad (1.6)$$

Onde A é o parâmetro de localização e $(B - A)$ é o parâmetro de escala. Quando $A = 0$ e $B = 1$ temos a assim chamada Distribuição Uniforme Padrão, cuja equação ficaria então:

$$f(x) = 1 \quad \text{para } 0 \leq x \leq 1 \quad (1.7)$$

O Gráfico 5 mostra a função densidade de probabilidade uniforme:

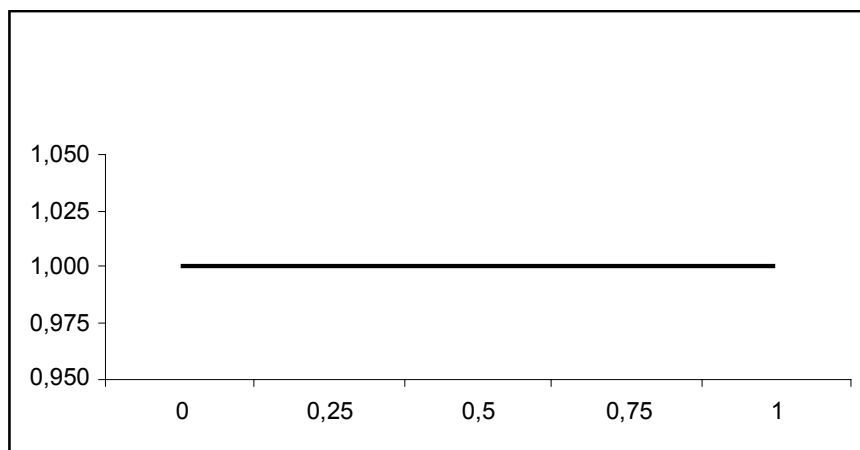


Gráfico 5 – Função Densidade de Probabilidade Uniforme

Fonte: Elaborado pelo autor

A fórmula para a função de distribuição cumulativa da distribuição uniforme padrão é dada por:

$$F(x) = x \quad \text{para } 0 \leq x \leq 1 \quad (1.8)$$

A função cumulativa é dada no Gráfico 6:

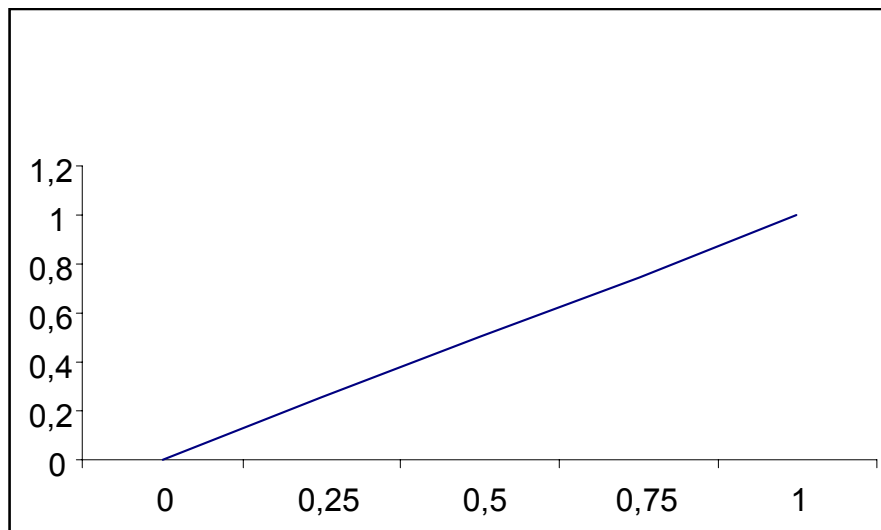


Gráfico 6 – Função Cumulativa da Distribuição Uniforme Padrão

Fonte: Elaborado pelo autor

As estatísticas associadas à Distribuição Uniforme Padrão apresentam uma média igual à mediana, com valor dado por $(A+B)/2$, o intervalo é dado por $B-A$, a assimetria tem valor zero e a curtose tem valor igual a $9/5$. Os valores para o desvio padrão e coeficiente de variação são mostrados abaixo:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(B-A)^2}{12}} \quad (1.9)$$

$$CV = \frac{(B-A)}{\sqrt{3}(B+A)} \quad (1.10)$$

Vale destacar que a distribuição uniforme define probabilidades iguais sobre um dado intervalo para uma distribuição contínua. Por esta razão, ela é importante como uma distribuição de referência. Uma das mais importantes aplicações da distribuição uniforme está na geração de números aleatórios. Para uma investigação a respeito dos geradores de números aleatórios, consulte Haahr (1998).

2.4 DISTRIBUIÇÃO DE CAUCHY

A fórmula geral para a função densidade de distribuição para a distribuição de Cauchy é dada por:

$$f(x) = \frac{1}{s\pi(1 + ((x-t)/s)^2)} \quad (1.11)$$

Onde t é o parâmetro de localização e s é o parâmetro de escala. No caso em que $t = 0$ e $s = 1$, temos a Distribuição de Cauchy Padrão, cuja equação então ficará:

$$f(x) = \frac{1}{\pi(1 + x^2)} \quad (1.12)$$

O Gráfico 7 mostra a função densidade de probabilidade padrão de Cauchy:

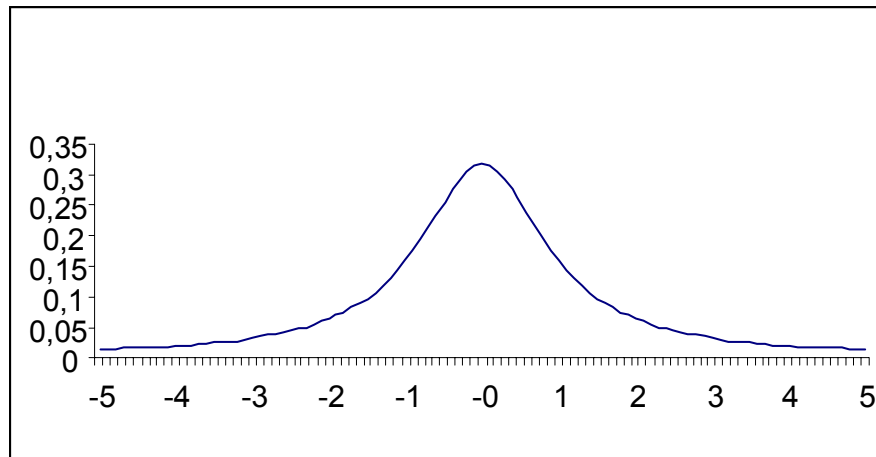


Gráfico 7 – Função de Densidade de Probabilidade Padrão de Cauchy

Fonte: Elaborado pelo autor

A fórmula para a função de distribuição cumulativa para a distribuição de Cauchy é dada por:

$$F(x) = 0,5 + \frac{\arctan(x)}{\pi} \quad (1.13)$$

Essa função cumulativa está representada no Gráfico 8.

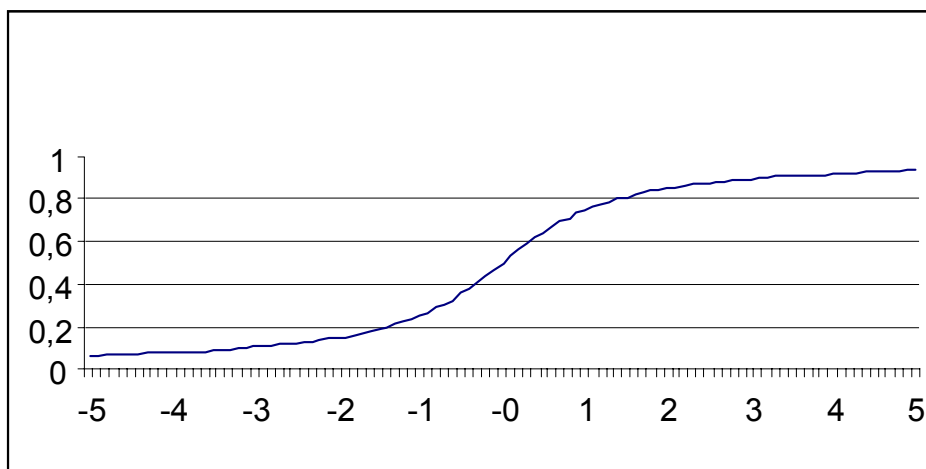


Gráfico 8 – Função Cumulativa da Distribuição Padrão de Cauchy

Fonte: Elaborado pelo autor

Dentre as estatísticas associadas à distribuição de Cauchy, a média é indefinida, a mediana é igual à moda = t , o desvio-padrão é indefinido, assim como o coeficiente de variação e a curtose.

A distribuição de Cauchy é importante como um exemplo patológico, parecendo-se com a distribuição normal. Entretanto, ela apresenta caudas muito mais pesadas.

Como esta distribuição tem a média e o desvio padrão indefinidos, isto significa que uma amostra com 1.000 dados, por exemplo, não fornecerá uma estimativa melhor para estas estatísticas do que apenas um dado.

2.5 DISTRIBUIÇÃO TRIANGULAR

A distribuição triangular é usada tipicamente como descrição subjetiva de uma população da qual se tem conhecimento apenas limitado da sua distribuição. Ela fundamenta-se a partir da utilização de valores mínimo e máximo conhecidos para a variável e da arbitragem de um valor modal para a distribuição.

A despeito de sua simplicidade para a descrição de uma população, esta é uma distribuição bastante utilizada na modelagem de processos onde a relação entre as variáveis é conhecida. Exemplo prático de aplicação desta distribuição pode ser visto em Assis et al. (2006).

Margueron (2003) também cita sua aplicação na determinação do espectro de possibilidades de volumes de óleo a serem recuperados a partir de um campo de petróleo.

A fórmula geral para a função densidade de probabilidade para essa distribuição triangular é dada por:

$$f(x) = \frac{2}{Max - Min} \quad \text{para } x = Moda \quad (1.14)$$

$$f(x) = \frac{2 * (x - Min)}{(Max - Min) * (Moda - Min)} \quad \text{para } x < Moda \quad (1.15)$$

$$f(x) = \frac{2 * (Max - x)}{(Max - Min) * (Max - Moda)} \text{ para } x > Moda \quad (1.16)$$

O Gráfico 9 mostra a função densidade de probabilidade triangular:

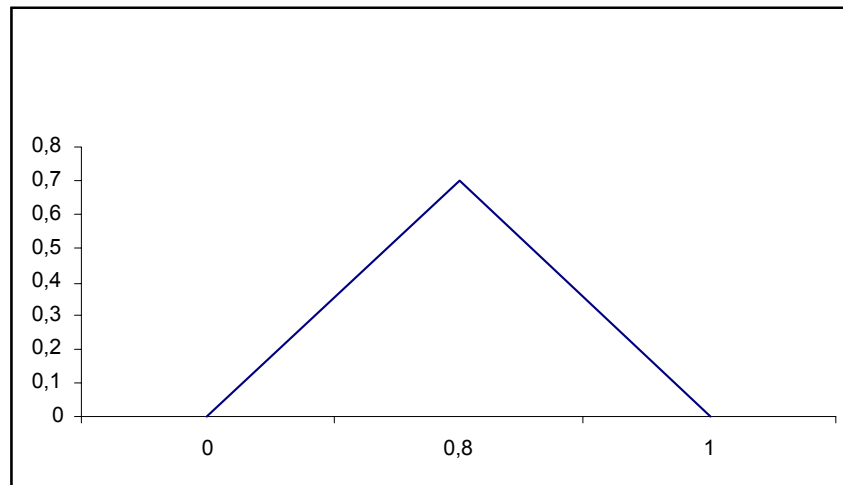


Gráfico 9 – Função de Densidade de Probabilidade Triangular

Fonte: Elaborado pelo autor

As estatísticas associadas à Distribuição Triangular são:

$$Média = \frac{(Min + Moda + Max)}{3} \quad (1.17)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{Min^2 + Moda^2 + Max^2 - Min * Moda - Min * Max - Moda * Max}{18}} \quad (1.18)$$

Quando a moda não é conhecida mas se tem uma perspectiva de que ela esteja situada mais à esquerda ou à direita da distribuição, então estas estatísticas são assim definidas:

Assimétrica à esquerda:

$$Média = \frac{2 * Min + Max}{3} \quad (1.19)$$

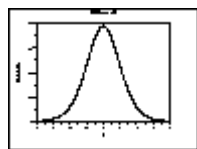
$$\sigma = \sqrt{\frac{Min^2 - 2 * Min * Max - Max^2}{18}} \quad (1.20)$$

Assimetria à direita:

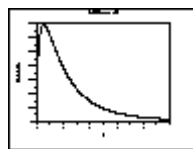
$$Média = \frac{Min + 2 * Max}{3} \quad (1.21)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{Min^2 - 2 * Min * Max - Max^2}{18}} \quad (1.22)$$

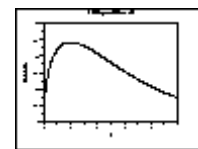
Além destas funções de distribuição aqui mostradas, existem várias outras distribuições que têm aplicações diferenciadas, como indicadas na Figura 1⁴.



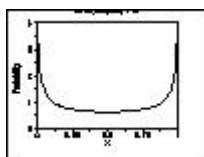
Distribuição t



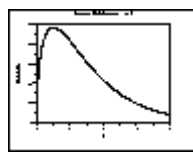
Distribuição F



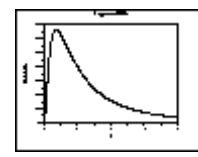
Distribuição
Chi-quadrado



Distribuição Beta



Distribuição Gama



Distribuição
Log-normal

Figura 1 – Outras Funções de Distribuição

Fonte: Nist; Sematech (2003)

⁴ Uma abordagem completa sobre cada uma das distribuições citadas acima poderá ser vista em NIST e Sematech (2003).

Neste trabalho, construiremos primeiro um modelo determinístico das projeções financeiras de uma empresa. A seguir este modelo é transformado num modelo de projeções estocásticas, a partir do tratamento dado às variáveis relevantes para o problema. A partir de então, são feitas diversas simulações de tal forma a se projetar vários cenários financeiros para a empresa.

Savvides (1994) estabelece que, de um modo geral, as seguintes etapas devem ser desenvolvidas no processo de simulação de Monte Carlo:

- 1 – elaborar o modelo matemático para a predição da realidade;
- 2 – Selecionar as variáveis chaves do modelo
- 3 – Definir os limites para os valores possíveis das variáveis independentes;
- 4 – Definir as distribuições de probabilidades das variáveis independentes;
- 5 – Calcular o modelo matemático para obtenção das variáveis dependentes;
- 6 – Repetir o processo várias vezes
- 7 – Efetuar uma análise estatística dos resultados das simulações.

Segundo Ehrlich (1985), o processo de geração de números aleatórios deverá atender alguns critérios de aceitação para sua geração nos computadores:

- Independência estatística.
- Reprodutibilidade, a fim de permitir comparação entre programas.
- Não repetibilidade da série no intervalo de interesse.
- Velocidade de geração.
- Baixa utilização de memória dos computadores.

O procedimento acima mostrado será utilizado nas projeções financeiras de empresas. Para tanto, na etapa 1, acima definida, construiremos um modelo determinístico para as principais demonstrações financeiras: - Demonstrativo de Resultados do Exercício, Balanço Patrimonial e Fluxo de Caixa. A seguir, nas etapas 2, 3 e 4, serão definidas as variáveis estocásticas do problema, seus limites de variabilidade e a cada uma será associada uma distribuição de probabilidades de ocorrência. As etapas seguintes irão compor os resultados de saída do modelo proposto.

Para o completo desenvolvimento da etapa 1, será necessário que se determine e se detalhe cada uma das premissas necessárias à construção do modelo, tais como:

- Estimativas de produção e vendas.
- Preços unitários para cada um dos produtos
- Informações gerais sobre impostos associados às vendas.
- Detalhamento geral dos custos fixos e custos variáveis unitários.
- Investimentos previstos no ativo imobilizado e possível impacto na capacidade produtiva ou nos custos operacionais.
- Critérios de depreciação do ativo imobilizado, com definição da parcela alocada a custo de produção.
- Venda de ativo imobilizado (seu valor de venda e valor contábil residual).
- Prazos médios de recebimento das vendas de produtos, dos pagamentos a fornecedores e de recolhimento das obrigações fiscais.
- Movimentação física e financeira dos estoques de produtos e insumos de produção.
- Participações em companhias controladas e coligadas.
- Financiamentos de curto prazo com prazos de amortização e taxas de juro associadas.
- Financiamentos de longo prazo, com prazos de carência, amortizações e taxas de juro associadas.
- Integralizações de capital programadas.
- Alíquotas de imposto de renda e contribuição social.
- Aquisição e venda de investimentos.
- Política de distribuição de dividendos.
- Taxas para amortização de diferidos, com definição de parcela alocada a custo de produção.

Uma vez que a relação entre estas variáveis esteja bem definida e os modelos determinísticos estejam definidos, deve-se fazer uma avaliação crítica das variáveis de entrada para os modelos. Algumas destas variáveis serão mais críticas que outras, significando que os resultados da empresa podem ser fortemente impactados em função de variações nas mesmas. Estas serão as variáveis que receberão um tratamento estocástico. Os limites de variação possíveis para estas variáveis, bem como sua distribuição de probabilidades de ocorrência poderão ser definidos por exame de séries históricas da mesma ou através da percepção dos especialistas da empresa, que conhecem o comportamento esperado para a variável.

A seguir, o modelo é estimado por centenas ou até milhares de vezes, fornecendo uma amostragem para as variáveis de saída. Entre as saídas do modelo podemos citar o resultado projetado para o período, o EBITDA, o valor da empresa, faturamentos, dividendos a pagar, e uma vasta gama de indicadores, conforme será discutido no item 4.3 – INDICADORES ANALÍTICOS DE EMPRESAS.

É importante lembrar que não existe uma regra estabelecida para o número de vezes que devemos rodar o modelo. Entretanto, uma forma prática de definir se o número de simulações está adequado é analisar seus resultados estatísticos, como a média aritmética e o desvio padrão da variável de saída, por exemplo. Se estes valores estiverem dentro de um intervalo de precisão desejado, então o número de vezes que se roda o modelo é considerado satisfatório. Ou seja, o número oportuno de vezes que o modelo deverá ser rodado está associado ao alcance de uma variância máxima desejada para a variável.

Todas estas informações darão aos administradores da empresa uma visão do risco associado a quaisquer decisões que queiram tomar, melhorando assim o processo decisório baseado em modelos determinísticos, com suas análises de caso e sensibilidades pontuais, que embora úteis, são limitados.

A aplicação da metodologia, contudo, poderá produzir resultados dissociados da realidade, se alguns cuidados básicos não forem tomados durante a modelagem do sistema a ser analisado.

Em primeiro lugar, é importante, mas não essencial, que a distribuição de frequência das variáveis de entrada do modelo seja estabelecida com base num comportamento verificado. Alternativamente, esta distribuição pode ser elaborada a partir da experiência e do julgamento do administrador especialista no negócio,

conforme sugerido por Savvides (1994, p. 8), ao analisar riscos em projetos de investimentos:

It is seldom possible to have, or to afford the cost of purchasing, quantitative information which will enable the definition of range values and the allocation of probability weights for a risk variable on totally objective criteria. It is usually necessary to rely on judgement and subjective factors for determining the most likely values of a project appraisal variable. In such a situation the method suggested is to survey the opinion of experts (or in the absence of experts of people who can have some intelligible feel of the subject).

Outro ponto fundamental a ser observado se refere às possíveis correlações existentes entre as variáveis do modelo. O problema da correlação existe quando duas ou mais variáveis tendem a variarem juntas, de forma sistemática. Não é incomum existir tais correlações entre variáveis. Por exemplo, o nível dos custos operacionais pode, em alguns casos, definir o preço de venda dos produtos ou, em outros casos, o preço de venda dos produtos pode ser uma função inversa do volume de vendas. A natureza exata de tais relações freqüentemente é desconhecida e não pode ser especificada com exatidão.

A existência destas variáveis correlacionadas pode, entretanto, distorcer os resultados de uma análise de risco, já que a seleção dos valores das variáveis, a partir de suas distribuições de probabilidades é puramente aleatória. Poderá acontecer, nestes casos, que sejam selecionados valores que violem estas correlações, provocando resultados indesejáveis e não aderentes à realidade do modelo em análise, conforme conclui Rode, Fischbeck e Dean (2001, p.41):

These correlation methods help to model the income streams of a project more realistically. More importantly, correlations can serve to either moderate (e.g., the benefit of diversification) or exacerbate (e.g., selling into a falling market) uncertainty. Thus, failure to attend correlation can result in lost risk-reduction opportunities or potentially devastating hidden risks.

Assim, se por exemplo, a quantidade e o preço de mercado estiverem incluídos como variáveis de risco, em uma dada análise, é razoável supor que haja uma covariância negativa entre as duas (para uma quantidade pequena espera-se

preço mais alto e vice-versa). Se isto não for considerado, é altamente provável que os valores gerados a partir das distribuições de frequência de cada variável não sigam esta expectativa, gerando cenários não realistas. Mantendo-se esta situação, a análise de risco estará sujeita a algum viés.

Portanto, antes de se partir para o estágio de geração das estimativas, é imperativo considerar se existem tais correlações entre as variáveis do problema em questão e, caso positivo, providenciar restrições no modelo que impeçam ou minimizem a possibilidade de geração de cenários que violem estas correlações.

Segundo Savvides (1994), uma das maneiras mais fáceis de se lidar com o problema da correlação na análise de risco é usar o coeficiente de correlação como uma *proxi* da relação entre duas variáveis. Para isto é preciso que se defina a direção da relação entre as variáveis (se positiva ou negativa) e uma estimativa razoável da força desta relação. O objetivo maior é evitar que o modelo possa gerar cenários inconsistentes com a realidade, em vez de buscar alta exatidão estatística. É portanto, suficiente que uma relação linear possa ser adotada, expressa pela seguinte fórmula:

$$Y = a + b * X + e \quad (1.23)$$

onde:

Y = variável dependente

X = variável independente

a = intercepto (valor mínimo de Y, se a relação for positiva, ou máximo, se a relação for negativa)

b = inclinação = (Variação de Y) / (Variação de X)

e = fator de erro, com distribuição normal independente

Savvides (1994) ressalta que é importante ter em mente que o uso sugerido do coeficiente de correlação exerce o papel do mecanismo pelo qual o analista pode expressar uma relação presumida entre duas variáveis de risco.

O objeto da análise de correlação é controlar os valores da variável dependente, de tal forma que a consistência seja mantida com os valores da variável independente. Vale destacar que a equação de regressão, como a proposta em 1.23, parte das premissas que regulam esta relação durante o processo de

simulação. Como visto na equação 1.23, o intercepto e a inclinação são implicitamente definidos quando escolhidos os valores mínimos e máximos das variáveis correlacionadas. A partir daí o analista do problema tem apenas que definir a polaridade da relação (positiva ou negativa) e o coeficiente de correlação, cujo valor pode variar de 0 a 1.

Já Figueiredo (1991 apud COSTA, 1999), apresenta a seguinte equação de correlação entre duas variáveis parcialmente independentes:

$$y = \mu_x + \delta_y * (\rho_{x,y} * ((x - \mu_x) / \delta_x) + \sqrt{1 - \rho_{x,y}^2} * ((Y_{prov} - \mu_y) / \delta_y)) \quad (1.24)$$

Assim, quando encontrarmos variáveis correlacionadas deveremos utilizar ou a abordagem proposta em 1.23 ou 1.24 para a estimativa da variável dependente, conhecendo-se o valor da independente.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O método de Monte Carlo pode ser utilizado em diversas áreas da ciência, como a física, engenharia, finanças, administração, economia e etc. É importante ressaltar que seu uso vem se disseminando cada vez mais, dada a facilidade hoje disponível de computadores com grande capacidade de processamento.

Corrar e Theóphilo (2004, p. 243, grifo do autor) assim descrevem um pouco da história da origem da Simulação de Monte Carlo:

Durante a Segunda Guerra Mundial, o matemático húngaro-americano John Von Neumann, em seu trabalho no Projeto Manhattan (bomba atômica), criou um novo conceito, denominado **Simulação de Monte Carlo**. O trabalho consistia na simulação direta de problemas probabilísticos relacionados com a difusão aleatória das partículas de nêutrons quando submetidas a um processo de fissão nuclear. O nome Monte Carlo foi cunhado pelo cientista Metropolis, inspirado no interesse por pôquer de seu colega Ulam. Baseou-se na similaridade que a simulação estatística desenvolvida por eles tinha com os jogos de azar, simbolizados nas roletas do cassino de Monte Carlo, na capital do principado de Mônaco.

O próprio Metropolis (1987) escreveu um artigo relatando o desenvolvimento do método desde seu nascimento em 1945 e especulando sobre seu futuro, a partir do desenvolvimento cada vez maior do poder de cálculo dos novos computadores.

A partir de então, diversas aplicações foram feitas. A utilização da simulação de Monte Carlo em finanças aparece associada, sobretudo, a Hertz (1979, p. 169),

Of all decisions that business executives must make, none is more challenging – and none has received more attention – than choosing among alternative capital investment opportunities. What makes this kind of decision so demanding, of course, is not the problem of projecting return on investment under any given set of assumptions. The difficulty is in the assumptions and in their impact. Each assumption involves its own degree – often a high degree – of uncertainty; and, taken together, these combined uncertainties can multiply into a total uncertainty of critical proportions. This is where the element of risk enters, and it is in the evaluation of risk that the executive has been able to get little help from currently available tools and techniques. There is a way to help the executives sharpen key capital investment decisions by providing him or her with a realistic measurement of the risks involved. Armed with this gauge, which evaluates the risk at each

possible level of return he or she is then in position to measure more knowledgeably alternative courses of action against corporate objectives

Aqui Hertz (1979) aborda a questão central que sempre esteve e estará presente em toda a decisão que os administradores de empresa enfrentaram ou virão a enfrentar: - qual o curso de ação a tomar, dado que as incertezas estão sempre presentes, em maior ou menor grau? Como fazer para delimitá-la mais claramente, permitindo que as decisões sejam tomadas com mais consciência dos riscos envolvidos? Esta é a abordagem de Hertz (1979), que permitiu aos gestores enfrentarem estes dilemas com muito mais conhecimento de causa.

Siegrist ([200-?]) apresenta aplicações práticas em linguagem de programação java onde ele explora três problemas clássicos de aplicação da metodologia de Monte Carlo, sendo dois deles modelos discretos e o outro um modelo contínuo.

Casarotto Filho e Kopittke (1996) apresentam um fluxograma simplificado para um processo de análise de investimento, sob condições de risco, através de modelos probabilísticos, conforme a Figura 2.

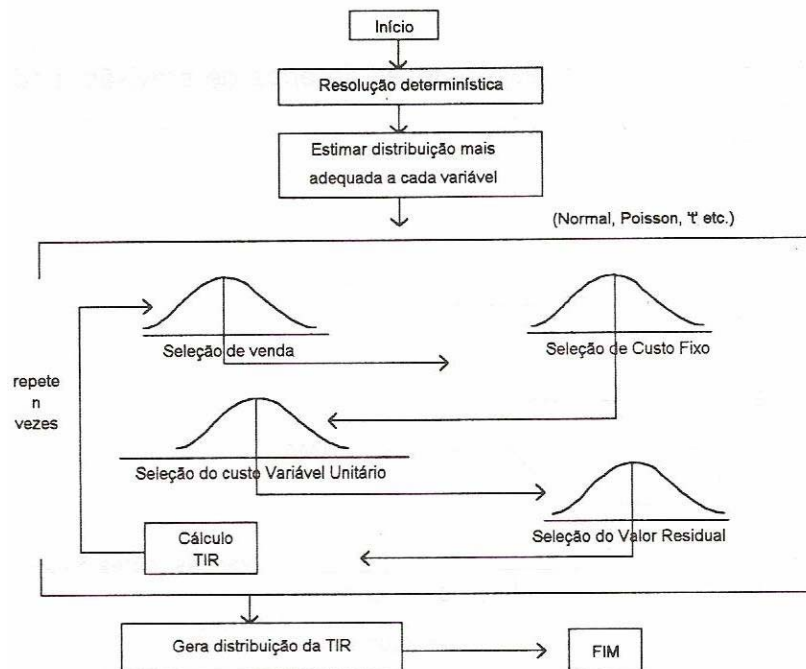


Figura 2 – Fluxograma de Análise de Investimento

Fonte: Casarotto Filho; Kopittke, 1996, p. 344.

Como se nota, no diagrama acima, os autores mostram, de forma simplificada, o processo de atribuição de uma distribuição de probabilidade para as variáveis relevantes do problema e, a partir daí o modelo determinístico, agora transformado em estocástico, deverá ser estimado n vezes, gerando em sua saída, a função objetivo, neste caso, a TIR, com sua respectiva distribuição de probabilidade.

Savvides (1994), abordando o processo de análise de risco em avaliação de investimento, propôs um roteiro genérico, conforme representado na Figura 3, adequado ao desenvolvimento de qualquer problema onde a incerteza e o risco estejam presentes:

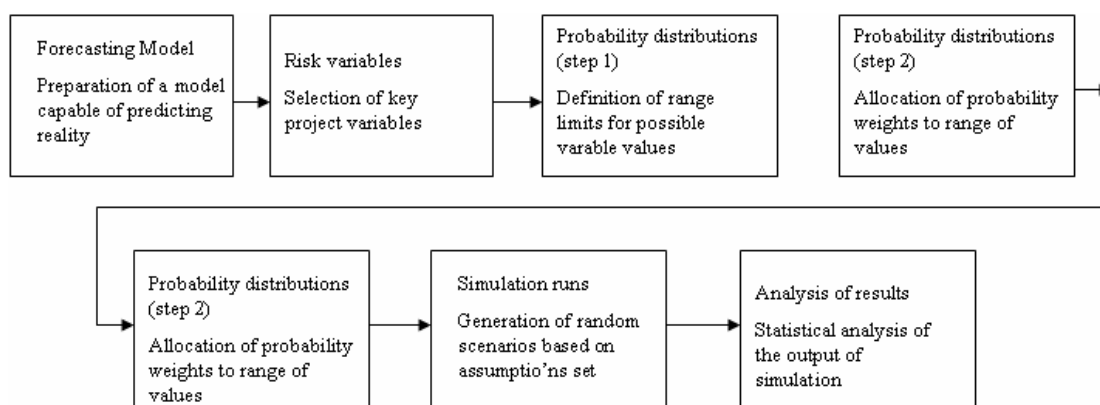


Figura 3 – Modelo de Projeção

Fonte: Savvides, 1994, p.3.

Murtha (2000) apresenta um guia completo de análise de risco para a indústria do petróleo, utilizando os critérios de simulação de Monte Carlo. Neste artigo ele comenta um pouco sobre as dificuldades iniciais que existiam há cerca de 20 anos para que os gerentes das empresas petrolíferas aceitassem a abordagem de risco na análise de investimentos em poços de petróleo. Mostra também que hoje, cada vez mais, há inúmeros trabalhos sendo apresentados em encontros da SPE – Society of Petroleum Engineers e da AAPG – American Association of Petroleum Geologists, que incorporam o método de Monte Carlo.

Ele também ressalta a importância de se avaliar a presença de correlação entre as variáveis do problema, dado que sua não consideração tenderá a produzir resultados mais dispersos que o esperado.

Corrar (1993, p. 9) já analisava o modelo econômico da empresa em condições de incerteza, com a aplicação do método de Monte Carlo, afirmando:

O modelo econômico tradicional ainda tem sido muito útil como instrumento gerencial, ajudando a administração da empresa a tomar decisões como por exemplo: na determinação do nível ótimo de produção para uma empresa de um único produto; no cálculo do melhor “mix” de produção para uma empresa com multiprodutos, etc.; Entretanto, o modelo tradicional considera que as variáveis são conhecidas com certeza, ignorando dessa forma o fator incerteza que é inerente ao processo de tomada de decisões. Porém, para a construção de modelos mais adaptáveis à realidade é necessário considerar que as variáveis componentes podem assumir um comportamento aleatório.

Corrar e Theophilo (2004, p. 268) chamam a atenção para a facilidade de uso e os benefícios das técnicas de simulação:

As técnicas de simulação podem ser facilmente automatizadas em planilhas eletrônicas, e a análise da distribuição dos resultados obtidos fornece conclusões consistentes sobre o comportamento futuro esperado de uma variável decisória. Constituem-se, por isso, em uma poderosa ferramenta de planejamento de ações à disposição das empresas.

Entre os diversos campos de atuação possíveis de aplicação do método, os autores mencionam a gestão de estoques, fluxos de produção, filas de espera, definição de políticas de manutenção de máquinas e outros processos onde a incerteza esteja presente.

Rodrigues (2003) demonstra a utilidade da aplicação do método de Monte Carlo para avaliação de empresas:

Os modelos de avaliação normalmente escolhidos pelos investidores para serem utilizados nos processos de aquisição de grandes empresas são aqueles que aplicam técnicas baseadas no desconto de fluxo futuro de benefícios. A premissa básica é que a empresa tem valor quando possui capacidade de geração de riqueza ao longo do horizonte estabelecido no processo de avaliação. Como se tratam de fluxos futuros de caixa, deve-se buscar superar, na medida do possível, as dificuldades relacionadas às projeções, através da utilização de uma adequada técnica estatística. Este artigo se propõe a aplicar a técnica de Simulação de monte

Carlo como auxílio para o cálculo do valor de uma empresa hipotética, de tal forma a disponibilizar informações sobre o Valor Presente Líquido mais provável, os riscos correspondentes e o grau de confiança presente na estimativa realizada. (RODRIGUES, 2003, p. 4).

Rode, Fischbeck e Dean (2001) aplicaram a metodologia de Monte Carlo na avaliação de uma usina nuclear. Segundo os autores:

Appraisals typically are conducted using four standard methods approved by the American Society of Appraisers. For large-scale, technically unique projects, such as chemical and power plants, and old industrial practices, these standard methods are insufficient. These type of projects contain political, technical and economic risks that are not accounted for in standard valuation methods. To include these risks in an appraisal, a Monte Carlo simulation method can be used. Probability distributions are used to model the appropriate uncertainty. Modeling future decisions that may have to be made concerning the project can also be included to add insight to the risk involved. A case study of a nuclear power plant is presented. The use of Monte Carlo methods and the modeling of future decisions decreased the worth of the plant by 28% as compared to a standard income capitalization method.

Já Moore e Weatherford (2001) apresentam diversas alternativas de aplicação do método de Monte Carlo, incluindo estudos de viabilidade técnico-econômica para adição de nova linha de produção, modelos para controle de estoque, modelo para células de trabalho numa manufatura, otimização de carteira de ações e seleção de projetos.

Motta et al. (2000) apresentaram um trabalho relacionado à análise de riscos associados à indústria de petróleo, num momento onde a ANP – Agência Nacional de Petróleo estava leiloando blocos exploratórios na costa brasileira. A aplicação do modelo desenvolvido neste trabalho poderia ser aplicada por todas as empresas petrolíferas interessadas em fazer suas próprias avaliações das possibilidades e riscos associados ao leilão.

Araújo (1999) aplicou a metodologia de Monte Carlo no estudo do Ponto de Equilíbrio para projetos a partir da investigação das relações entre custo, volume e lucro, de forma a propiciar informações aos administradores, reduzindo desta forma as incertezas associadas aos projetos.

Thanh (2002) discorre sobre a estimação de reservas de petróleo em campos produtores, visando proporcionar bases consistentes para o planejamento do

desenvolvimento da exploração no campo. Ele desenvolve um método de regressão não-linear superior aos métodos convencionais, que não conseguem captar toda a heterogeneidade e complexidade dos diversos campos produtores de petróleo.

Olafsen, Derva e Pullen (2001) apresentam uma abordagem completa sobre a análise de risco nas corporações, a partir da técnica de Monte Carlo, concluindo pela importância da aplicação dos conceitos quando se busca fazer uma análise da avaliação de investimentos numa empresa bem como sobre a futura necessidade de capital para a manutenção das operações.

No próximo capítulo serão apresentadas as bases para o desenvolvimento do modelo determinístico de projeções financeiras de uma central petroquímica. Serão apresentados os modelos desenvolvidos, considerando todas as contas tanto de resultado quanto patrimoniais que compõem uma central petroquímica típica. Será feita uma ampla abordagem dos principais indicadores analíticos da central petroquímica, que permitirão ao gestor acompanhar a evolução dos valores projetados e tomar suas decisões em função dos mesmos.

4 A MODELAGEM FINANCEIRA DAS EMPRESAS

Este capítulo tem como objetivo desenvolver o modelo determinístico que relaciona as variáveis relevantes para a análise de projeções financeiras da Central Petroquímica. Para tanto, diversos demonstrativos bem como indicadores serão a seguir descritos.

Antes, porém, é importante que a dinâmica da empresa através dos seus ciclos operacional (ou de produção), econômico e financeiro seja entendida para que possamos então fazer uma abordagem específica de cada tópico relevante para as análises desejadas.

Vale ressaltar que quando falamos em dinâmica estamos falando de tempo. O tempo, segundo Brasil e Brasil (2005), é o insumo mais importante de uma empresa nos tempos de hoje, num mundo cada vez mais competitivo e internacionalizado. Além disso, segundo o autor, a abordagem dos ciclos de uma empresa é o que melhor expressa a influência do tempo em suas operações.

4.1 CICLOS ECONÔMICOS E FINANCEIROS DA EMPRESA

A Figura 4, a seguir, apresenta um diagrama com os diversos ciclos aos quais está exposta uma empresa.

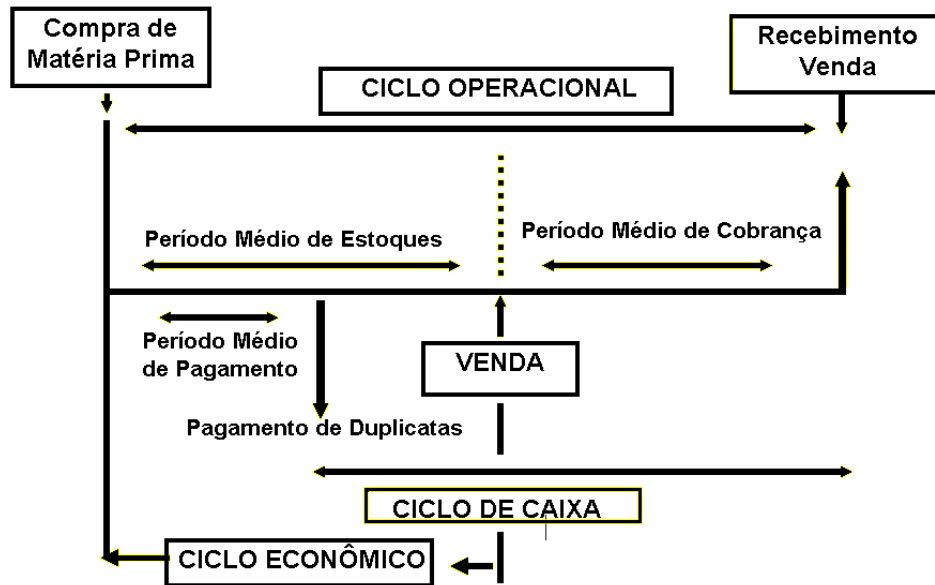


Figura 4 – Ciclos da Empresa

Fonte: Elaborado pelo autor

Podemos observar que para manter o fluxo contínuo de produção, a empresa faz a compra dos seus insumos para a produção, normalmente adquiridas a prazo, mediante crédito dos fornecedores, gerando as “contas a pagar”. Estas contas normalmente são pagas dentro de um Prazo Médio de Pagamento – PMP. Entre o recebimento destes insumos e as vendas dos produtos ocorrerem, temos um lapso de tempo que chamamos de Período Médio de Estocagem – PME. No período de tempo decorrido entre as vendas dos produtos e o recebimento das faturas associadas, temos o Período Médio de Recebimento – PMR.

Dadas estas definições, fica muito fácil perceber que o Ciclo Operacional de uma empresa é caracterizado pelo tempo decorrido entre a compra dos insumos de produção e a venda dos seus produtos finais.

O Ciclo Financeiro ou de Caixa, por sua vez, caracteriza-se pelo tempo decorrido entre o pagamento dos insumos e o recebimento das vendas de produtos finais. Já o Ciclo Econômico, por sua vez, é definido pelo tempo decorrido entre a compra dos insumos e a venda dos produtos finais

A correta compreensão destes conceitos facilitará bastante o processo de elaboração das projeções financeiras das empresas. Para uma análise mais detalhada sobre esses ciclos, ver Fleuriot, Kehdy e Blanc (2003).

4.1.1 PMR - Prazo Médio de Recebimento das Vendas

É o número médio de dias compreendidos entre a venda das mercadorias e o seu efetivo recebimento. Seu cálculo se dá através da equação 3.1, a seguir:

$$PMR = \frac{\text{Duplicatas}_a_receber}{\text{Venda}_médias_diárias} \quad (3.1)$$

Observe-se que quanto maior for o prazo médio de recebimento das vendas de uma empresa, maior será o comprometimento de recursos no financiamento dos seus clientes, elevando a necessidade de capital de giro.

Este é um item de crucial importância na análise de risco de qualquer empresa, visto que uma política de crédito a clientes, feita de forma inadequada, poderá ser ruínoza para a empresa. Maiores informações sobre a gestão do crédito aos clientes podem ser vistas em Ross, Westerfield e Jaffe (1995).

4.1.2 PME - Prazo Médio de Estocagem

É o número médio de dias decorrentes entre as compras dos insumos e as vendas de produtos de uma empresa. Seu cálculo se dá através da equação 3.2, a seguir:

$$PME = \frac{\text{Saldo}_médio_Estoques}{\text{Custo}_Pr oduto_Vendido_diário} \quad (3.2)$$

O cálculo do custo da mercadoria vendida, numa empresa comercial, é determinado diretamente através do custo de aquisição das mesmas, através da equação 3.3., a seguir:

$$CMV = \textit{Estoque_Inicial} + \textit{Compras} - \textit{Estoque_Final} \quad (3.3)$$

No caso de uma empresa industrial, seu cálculo é mais complexo, visto que há uma efetiva adição de valor aos insumos adquiridos para o processo produtivo. Assim. O Custo dos Produtos Vendidos – CPV, é dado pela equação 3.4, a seguir:

$$CPV = EI + CP - EF \quad (3.4)$$

Sendo:

EI = Valor dos produtos acabados em estoque no início do período

EF = Valor dos produtos acabados em estoque no final do período

CP = Custo de produção do período

Por sua vez, o custo de produção do período é dado pela equação 3.5:

$$CP = MP + \textit{Depreciação} + \textit{MDO} + \textit{Manutenção} + \textit{Energia} + \textit{Outros} \quad (3.5)$$

Onde:

MP = Valor dos insumos consumidos no processo produtivo

MDO = Mão de obra empregada na produção

Vale destacar que a correta gestão dos estoques de produtos acabados e dos insumos é fator determinante para os negócios de uma empresa, que deve compreender as possíveis sazonalidades a que suas vendas poderão estar expostas, bem como as compras dos seus insumos. Para uma descrição mais detalhada do tema, ver Hansen e Mowen (2000). Para uma aplicação do controle de estoques através da simulação de Monte Carlo, ver Ragsdale (1998).

4.1.3 PMP - Prazo Médio de Pagamento dos Fornecedores

Este indicador nos mostra o tempo médio decorrido entre a compra dos insumos para a produção e o efetivo pagamento dos mesmos. Seu cálculo se dá através da relação expressa na equação 3.6:

$$PMP = \frac{\text{Saldo}_\text{Médio}_\text{Fornecedores}}{\text{Compra}_\text{Médias}_\text{Diárias}} \quad (3.6)$$

As empresas devem buscar o maior prazo médio de pagamento possível, visto que assim elas estarão reduzindo a sua necessidade de capital de giro. Cálculos semelhantes a estes podem ser feitos para prazos médios de pagamentos de obrigações fiscais, conforme podemos ver a seguir.

4.1.4 PMPOF - Prazo Médio de Pagamento das Obrigações Fiscais

Este indicador nos mostra o tempo médio decorrido entre as vendas dos produtos e o efetivo pagamento dos impostos sobre as mesmas. Seu cálculo se dá através da seguinte relação conforme expressão 3.7, a seguir:

$$PMPOF = \frac{\text{Saldo}_\text{Médio}_\text{Obrigações}_\text{Fiscais}}{\text{Im}_\text{postos}_\text{sobre}_\text{Vendas}_\text{diárias}} \quad (3.7)$$

Quanto maior for este prazo, maior será o financiamento que a empresa estará obtendo junto ao governo, através dos impostos sobre vendas, reduzindo assim, sua necessidade de capital de giro.

Destaca-se que estes impostos devem ser geridos corretamente, pois o não recolhimento nos prazos adequados irá gerar passivos elevados para a empresa, que poderão colocar em risco sua própria sobrevivência.

4.2 DEMONSTRAÇÕES FINANCEIRAS FUNDAMENTAIS

A modelagem financeira das empresas, a partir de métodos quantitativos, busca identificar as relações entre os itens pesquisados, tendo por objetivo principal permitir aos gestores observarem as tendências futuras do seu negócio. Não podemos nos esquecer, nas palavras de Moore e Weatherford (2001, p.11), que “*A model is a carefully selected abstraction of reality reflecting your beliefs about causality.*” Assim, estes métodos embutem um risco de replicar para o futuro os acontecimentos passados. Os autores abordam detalhadamente estes conceitos.

Contudo, estes métodos de projeções financeiras para as empresas já estão consolidados há bastante tempo e se baseiam fundamentalmente nos três demonstrativos financeiros tradicionais: - Balanço Patrimonial - BP, Demonstrativo de Resultados do Exercício – DRE e Fluxo de Caixa – FC.

A projeção destes demonstrativos para os exercícios seguintes permite aos administradores uma visão da perspectiva de sucesso ou não do negócio que estão gerindo.

Assim, mostraremos como projetar estas demonstrações, a partir de um modelo básico conforme o descrito na Figura 5 – Diagrama das Projeções Financeiras.

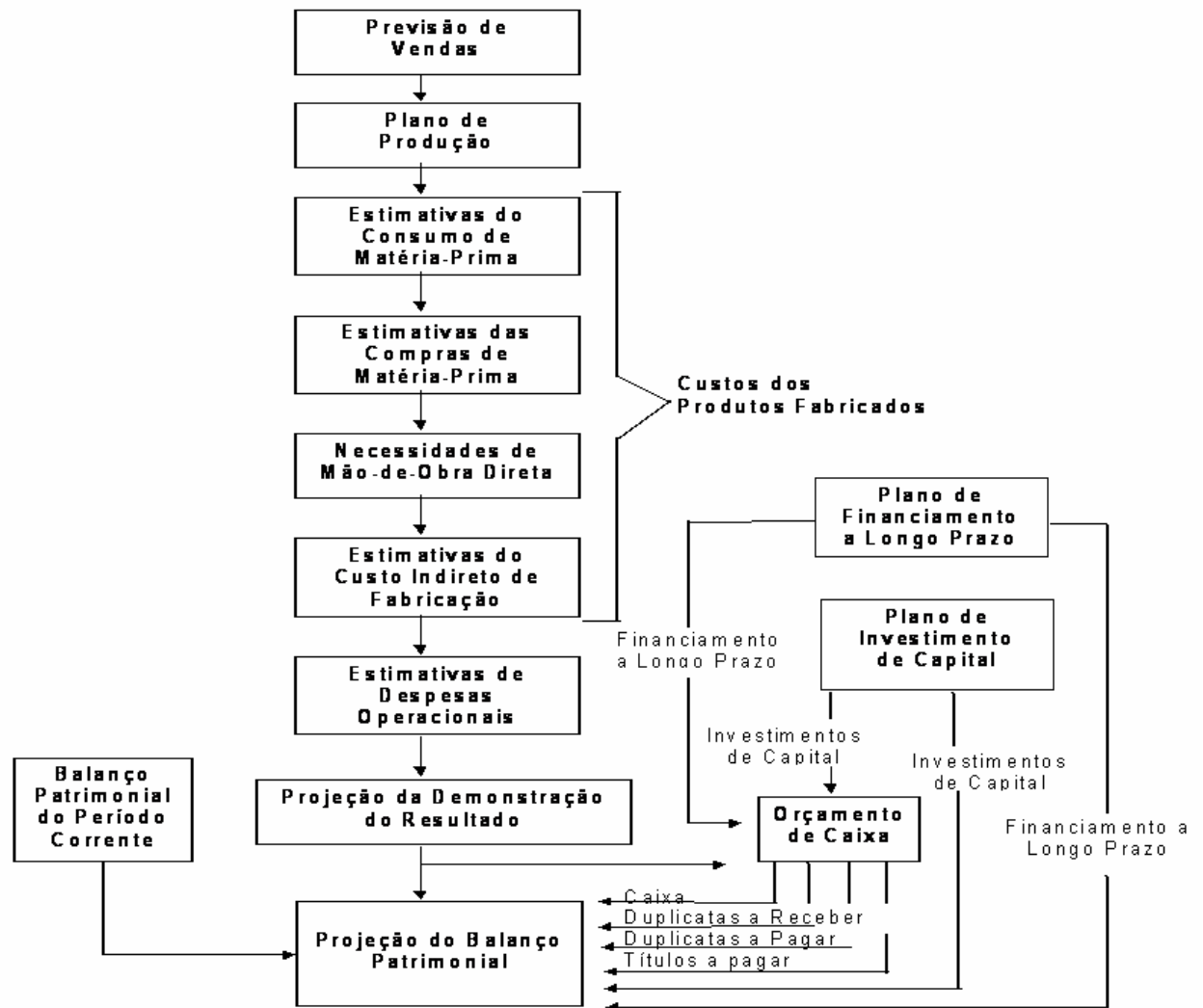


Figura 5 – Diagrama das Projeções Financeiras

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.1 Previsão de Vendas

A previsão de vendas é um dado exógeno ao problema e é fornecido a partir da área encarregada das vendas na empresa. Para cada produto deve ser dada uma projeção de vendas, dentro do horizonte a ser modelado.

4.2.2 Plano de Produção

A partir do plano de vendas, a área encarregada do planejamento da produção deve estabelecer a produção necessária para atendimento da demanda. Neste ponto deverão ser estabelecidos os custos com consumo de matérias-primas, bem como todos os demais custos de fabricação associados aos produtos, tais como mão-de-obra direta, custos indiretos de fabricação e outras despesas associadas.

4.2.3 Projeção da Demonstração de Resultados

A Demonstração do Resultado é a demonstração financeira fundamental onde se demonstra o desempenho econômico-financeiro da empresa durante determinado período. Tal resultado deve seguir padrões estabelecidos por normas brasileiras de contabilidade. Este demonstrativo estabelece os resultados da empresa, sejam lucros ou prejuízos, dos quais participarão todos os acionistas da empresa.

Uma estrutura típica deste demonstrativo, aplicada a uma empresa industrial, pode ser vista na Figura 6, a seguir:

DEMONSTRATIVO DE RESULTADO DO EXERCÍCIO - 31/12/2006
Receita Operacional Bruta
Mercado interno
Mercado externo
Impostos e deduções sobre vendas
Receita Operacional Líquida
Custos dos produtos químicos e utilidades
Lucro Bruto
Despesas comerciais
Despesas gerais e administrativas
Outras despesas (receitas) operacionais
Resultado da atividade
Receitas financeiras
Despesas financeiras
Variação monetária
Variação cambial sobre passivos no exterior
Resultado de equivalência patrimonial
Lucro (Prejuízo) Operacional
Receita(despesas) não operacionais
Lucro (prejuízo) antes do IR
Contribuição social
Imposto de renda
Participação nos lucros
Lucro (Prejuízos) do Exercício

Figura 6 – DRE – Demonstrativo de Resultado do Exercício

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.4 Projeção do Balanço Patrimonial

Dada a demonstração financeira projetada, o próximo passo é a projeção do Balanço Patrimonial da empresa, que nos dará um retrato, ao final de cada período desejado, da posição patrimonial da empresa, classificando seus ativos e passivos segundo critérios de liquidez. A estrutura deste demonstrativo, também já estabelecida de longo tempo, pode ser vista na Figura 7, a seguir:

ATIVO	PASSIVO
<p>Circulante</p> <p>Caixa e bancos Títulos e valores mobiliários Contas a receber Clientes - mercado interno Clientes - mercado externo Partes relacionadas operacional Partes relacionadas outros Outras contas a receber</p> <p>Estoques Estoques de matéria-prima Estoques de produtos em processo Estoques de produtos acabados Estoques de produtos químicos Outros estoques</p> <p>Impostos e taxas a recuperar no curto prazo Despesas pagas antecipadamente no curto prazo Outros ativos circulantes</p>	<p>Circulante</p> <p>Fornecedores Fornecedores nacionais Fornecedores partes relacionadas</p> <p>Financiamento para a cobertura do caixa Financiamentos de curto prazo Saques de exportação a faturar de curto prazo Impostos e taxas Encargos sociais e trabalhistas Participações a pagar Dividendos a pagar Imposto de renda e contribuição social Provisão para passivo contingente Outras contas a pagar de curto prazo</p>
<p>Realizável a longo prazo</p> <p>Partes relacionadas Impostos e taxas a recuperar no longo prazo Despesas pagas antecipadamente no longo prazo Mutuos com terceiros Outros ativos realizáveis a longo prazo</p>	<p>Exigível a longo prazo</p> <p>Financiamentos de longo prazo Partes relacionadas a pagar Provisão para passivo contingente l.p. Imposto de renda diferido Saques de exportação a faturar de longo prazo Outras contas a pagar de longo prazo</p>
<p>Permanente</p> <p>Investimentos Participação em controladas e coligadas Outros investimentos</p> <p>Imobilizado Imobilizado - custo Imobilizado - depreciação acumulada Imobilizado - obras em andamento</p> <p>Diferido Diferido - custo Amortização acumulada</p>	<p>Patrimônio líquido</p> <p>Capital social Reservas de capital Reservas de reavaliação Reservas de lucros Lucros (prejuízos) acumulados Resultado do período</p>
TOTAL DO ATIVO	TOTAL DO PASSIVO

Figura 7 – BP – Balanço Patrimonial - 31/12/2006

Fonte: Elaborado pelo autor

Importante observar que a natureza e classificação de cada uma das contas que compõem o referido balanço patrimonial variam segundo a natureza das operações de cada empresa em particular. Mas, o objetivo fundamental do mesmo é mostrar a posição financeira da empresa numa determinada data, mostrando todas as fontes de recursos da empresa bem como as aplicações associadas.

4.2.5 Projeção do Fluxo de Caixa

A Figura 8 a seguir, mostra o terceiro demonstrativo financeiro fundamental para as empresas: o Fluxo de Caixa – Método Indireto, que demonstra toda a geração e aplicação do caixa da empresa ao longo de determinado período.

Sua adequada gestão é de extrema importância, visto que, dados os descasamentos normais que existem entre entradas e saídas de caixa de uma empresa, esta é uma forma comum das organizações entrarem numa condição de alto risco, incapacitando-as de prosseguirem com o negócio. Para uma discussão mais detalhada sobre o tema, ver Ross, Westerfield e Jaffe (1995) e Ludícibus, Martins e Gelbcke (2003).

1 - Fluxo Operacional	3 - Fluxo Financeiro
Resultado da atividade (+) Depreciação e amortização (+) Provisões (-) Variação de caixa (-) Variação de contas a receber (-) Variação de estoques (-) Variação de imp. a recuperar de curto e longo prazo (-) Variação de despesas antecipadas e dep. Judiciais (+) Variação de impostos e taxas (+) Variação de encargos sociais e trabalhistas (+) Variação de fornecedores Fluxo de caixa operacional	(+)Receb. de juros e v.m. sobre aplicações financeiras (-) CPMF (-)Variação de outros ativos de curto e longo prazo (+)Variação de outros passivos de curto e longo prazo Aplicações vinculadas (-) Novas vinculações (+) Resgate de aplicações (+) Recebimento de juros Financiamentos para cobertuta do caixa - capital de giro (-) Amortização de principal (-) Pagamento de juros e/ou variação monetária Financiamentos em moeda nacional ou estrangeira (+) Novos financiamentos de curto e longo prazo (-) Amortização de curto e longo prazo (-) Pagamento de juros de curto e longo prazo Companhias ligadas a receber (-) Adições em contas correntes (+) Recebimentos de contas correntes (+) Recebimento de juros e/ou variação monetária Companhias ligadas a pagar (+) Adições em contas correntes (-) Pagamento de contas correntes (-) Pagamento de juros e/ou V.Monetária (-) Pagamento de participações (-) Pagamento de dividendos (+) Subscrição de capital
2 - Fluxo de Investimentos	4 - Geração de caixa no período
(-) Aquisição de imobilizado (+) Venda de imobilizado (-) Aquisição de participações em outras empresas (+) Venda de participações em outras empresas (-) Aumento do ativo diferido	(+) Baixa nas aplicações financeiras em R\$ (+) Baixa nas aplicações financeiras em US\$ (+) Novos contratos de mútuo (+) Novos financiamentos para capital de giro
	5 - Geração de caixa ajustada

Figura 8 – Demonstrativo de Fluxo de Caixa – (Método Indireto)

Fonte: Elaborado pelo autor

Alternativamente ao método indireto para a obtenção do fluxo de caixa, podemos também utilizar o método direto, que parte dos recebimentos das vendas até chegar no caixa gerado.

4.3 INDICADORES ANALÍTICOS DE EMPRESAS

A análise econômico-financeira das empresas tem por objetivo fundamental interpretar quantitativamente seus demonstrativos financeiros, buscando correlacionar os efeitos das decisões estratégicas e políticas adotadas pelas mesmas aos resultados que vêm sendo obtidos. Adicionalmente, e não menos valioso, esta análise servirá de suporte para estimativas das perspectivas econômica e financeira da empresa

Esta análise permitirá uma avaliação sobre a adequação das políticas de crédito, de estoques, compras, produção, investimentos, etc. É importante ressaltar que esta análise se baseará num conjunto de indicadores que permitirão uma visão geral da empresa. Não é razoável esperar que tenhamos valores certos ou errados para os indicadores, que variarão no tempo, de empresa para empresa, de setor para setor, tudo dependendo do ambiente onde está inserida a empresa. Assim, apresentaremos a seguir uma série de indicadores que servirão de suporte para a análise das demonstrações financeiras.

Estes indicadores podem ser classificados segundo sua natureza, nos seguintes tipos:

- Indicadores Estruturais
- Indicadores de Desempenho econômico
- Indicadores Dinâmicos

Para um aprofundamento na discussão dos indicadores, ver Marion (1998).

4.3.1 Indicadores Estruturais

Estes indicadores estão relacionados à estrutura de financiamento das empresas, distinguindo a participação de capital próprio e de terceiros.

4.3.1.1 Endividamento total - ET

Mostra a proporção da participação dos recursos de terceiros no financiamento das aplicações totais da empresa. Estes recursos poderão ser de vencimento no curto prazo e/ou no longo prazo. Seu cálculo pode ser feito pela equação 3.8, a seguir:

$$ET = \frac{(PC+ELP)}{AT} \quad (3.8)$$

Onde:

PC = Passivo circulante

ELP = Exigível de longo prazo

AT = Ativo total

4.3.1.2 Relação “dívida/patrimônio líquido” – D/PL

Esta é uma outra forma de mostrar a composição do capital que financia as atividades de uma empresa. Seu cálculo é dado pela equação 3.9:

$$D / PL = \frac{(PC+ELP)}{PL} \quad (3.9)$$

Onde PC e ELP como definido anteriormente e:

PL = Patrimônio Líquido (ou Capital próprio)

A comparação entre D/PL e ET é evidente pelo fato de que o Ativo total (AT) utilizado na equação 3.8 é igual ao patrimônio líquido (PL) somado ao passivo circulante (PC) e exigível de longo prazo (ELP).

Vale lembrar que é comum a associação de risco a que uma empresa está exposta ao seu índice de endividamento. Sem dúvidas, quanto maior o endividamento, mais difícil será o pagamento das dívidas. Entretanto, análises desta natureza, que apenas comparam números apresentados num balanço patrimonial têm limitações e dão uma visão estática das organizações. Porém, estas não são estáticas, e devem ser analisadas num contexto de perpetuidade. A capacidade de uma empresa honrar suas dívidas deve ser avaliada a partir da sua capacidade de gerar recursos, em comparação às características do endividamento, tais como taxas de juros associadas e prazos de amortização.

4.3.1.3 Concentração do endividamento - CE

Este indicador mostra o grau de concentração do endividamento da empresa no curto prazo. Seu cálculo é dado pela equação 3.10:

$$CE = \frac{PC}{PC+ELP} \quad (3.10)$$

4.3.1.4 Imobilização de recursos permanentes - IRP

Este indicador mostra quanto dos recursos permanentes de uma empresa (Patrimônio Líquido + Exigível de longo prazo) foi aplicado no ativo permanente (AP) da empresa. Seu cálculo é dado pela equação 3.11:

$$IRP = \frac{AP}{PL+ELP} \quad (3.11)$$

É importante salientar que quanto maior for a imobilização dos recursos permanentes de uma empresa em ativos permanentes (prédios, instalações, equipamentos, veículos, etc.), menor será a quantidade de recursos que sobrarão para fazer frente aos investimentos necessários ao giro do negócio, tais como estoques e financiamentos de clientes.

Isto, por si só, poderá não ser problema se a empresa não tiver uma grande necessidade capital de giro. Por outro lado, se esta necessidade for alta, isto poderá ser muito arriscado.

4.3.1.5 Índice de liquidez corrente - ILC

Este indicador faz uma comparação entre o ativo circulante e o passivo circulante, objetivando avaliar a capacidade da empresa em honrar seus compromissos de curto prazo utilizando seus recursos de curto prazo. Seu cálculo é dado pela equação 3.12:

$$ILC = \frac{AC}{PC} \quad (3.12)$$

Na verdade, este indicador deve ser analisado a partir da limitação que o mesmo apresenta, visto que se detalharmos a composição do ativo circulante de uma empresa veremos que uma parte do mesmo está aplicada em estoques de matérias-primas e produtos, bem como em duplicatas a receber de clientes. Há uma correlação muito forte entre as atividades operacionais de uma empresa e os recursos colocados nestas contas. Assim, não faz sentido imaginar que a empresa utilizará estes recursos para saldar dívidas. As dívidas sempre serão pagas com os recursos gerados pelas atividades operacionais.

Mais uma vez se verifica que as informações contidas no balanço patrimonial dão apenas uma visão estática da empresa, por isto mesmo devem ser olhadas com

esta perspectiva em mente. Informações detalhadas sobre o tema podem ser pesquisadas em Ludícibus, Martins e Gelbcke (2003).

4.3.2 Indicadores de Desempenho Econômico

A seguir veremos alguns indicadores que mostram o desempenho econômico da empresa. Utilizaremos informações provenientes do DRE – Demonstrativo de resultados do exercício e também dados constantes do BP – Balanço patrimonial, que nos permitirão avaliar a lucratividade da empresa.

4.3.2.1 Margem Líquida - ML

Este indicador tem capacidade de qualificar as vendas da empresa, indicando quanto cada real de venda pode ser transformado em lucro líquido. Seu cálculo é dado pela equação 3.13:

$$ML = \frac{LL}{RL} * 100 \quad (3.13)$$

Onde temos:

LL = Lucro líquido

RL = Receita líquida de vendas

As empresas devem qualificar este indicador ao longo do tempo, procurando adotar ações que o elevem. Entre as ações capazes de fazer este indicador aumentar está a elevação dos preços de venda (quando possível), redução dos custos de produção, seja pelo uso de insumos com menores preços ou seja pelo aumento na ocupação da capacidade produtiva, que tem o poder de reduzir os custos fixos de produção.

Da mesma forma, a empresa deve estar sempre atenta às quedas na margem líquida. Entre as causas prováveis da queda nessa margem podemos citar o aumento da concorrência, alteração nas condições ambientais, tais como queda generalizada do poder de compra da população e mesmo a perda da eficiência no processo produtivo.

4.3.2.2 Margem EBITDA - ME

Este indicador mostra o quanto restou de cada real de venda após a dedução de todos os custos desembolsáveis associados ao processo produtivo. Não estão incluídos os custos de depreciação e amortização nem os pagamentos de juros por conta de empréstimos. Seu cálculo é dado pela equação 3.14:

$$ME = \frac{EBITDA}{RL} \quad (3.14)$$

EBITDA quer dizer “*Earnings before interest, taxes, depreciation and amortization*”. Em português seu nome é LAJIDA – Lucros antes dos juros, impostos, depreciação e amortização. O EBITDA pode ser visto como um fluxo de caixa máximo potencial, associado estritamente às atividades operacionais da empresa. Para uma descrição detalhada a respeito, consultar Stumpp et al. (2000) e outros.

Assim, a margem EBITDA nada mais é que um indicador da qualidade da venda de uma empresa, mostrando quanto sobra de cada real de venda após a dedução dos custos desembolsáveis da empresa (associados ao CPV). Outras informações também estão disponíveis em McClure (2006).

4.3.2.3 Retorno sobre o capital empregado - ROCE

Este é um indicador bastante qualificado, pois nos permite avaliar o retorno que se está obtendo sobre todo o capital operacional empregado no negócio, antes

de considerarmos quaisquer impactos dos financiamentos. Sua fórmula de cálculo é dada pela equação 3.15:

$$ROCE = \frac{\text{Lucro}_{operacional}}{\text{Ativo}_{econômico}} \quad (3.15)$$

Onde:

Ativo_{econômico} = todo o capital utilizado para gerar o lucro operacional

4.3.2.4 Valor econômico agregado (Economic Value Added) - EVA[®]

Este indicador foi desenvolvido pela Stern & Stewart Company, uma companhia de consultoria dos Estados Unidos, com o objetivo de verificar se o capital investido por uma empresa, em determinado negócio, está remunerando adequadamente aos proprietários. Caso a remuneração esteja acima do custo do capital empregado no negócio, então estará havendo criação de valor para os acionistas; caso contrário, estará havendo destruição de valor.

O cálculo do EVA[®] é dada pela equação 3.16:

$$EVA = \text{Ativo}_{econômico} * (ROCE - CMPC) \quad (3.16)$$

Onde:

CMPC = Custo médio ponderado de capital, que leva em conta o custo de todos os capitais empregados no negócio, ou seja, o custo do capital próprio dos acionistas e o custo do capital de terceiros, associados às dívidas da empresa.

Conforme Ehrbar (2000, p. 1), “Em seu nível mais básico, o EVA, uma sigla para *valor econômico agregado*, é uma medida de desempenho empresarial que difere da maioria das demais ao incluir uma cobrança sobre o lucro pelo custo de todo o capital que uma empresa utiliza.”

4.3.3 Indicadores Dinâmicos

Para melhor entendimento da análise financeira de uma empresa, suas contas do ativo e passivo devem ser compreendidas à luz da dinâmica associada às mesmas, ou seja, o tempo que elas levam para realizar uma rotação ou um ciclo.

Algumas contas apresentam uma movimentação mais lenta que outras, quando fazemos uma análise de curto prazo. Assim, dentro desta perspectiva, são chamadas de contas permanentes ou não cíclicas. São as contas de realizável a longo prazo, investimentos, reservas de lucros, etc.

Outras contas, relacionadas diretamente com o ciclo operacional da empresa apresentam um movimento contínuo e cíclico, sendo por isso mesmo chamadas de contas cíclicas. São as contas de estoques, clientes e fornecedores.

Adicionalmente, existem contas cujo comportamento não está associado ao ciclo operacional da empresa, apresentando comportamento errático. Entre estas temos as aplicações financeiras, duplicatas descontadas, etc. Esta abordagem das contas de uma empresa segundo sua dinâmica foi desenvolvida por Fleuriet, Kehdy, Blanc (2003) na década de 1970, junto à Fundação dom Cabral.

A Figura 9 a seguir resume as contas do balanço patrimonial da empresa segundo a classificação dada acima.

		ATIVO	PASSIVO		
Ativo Circulante	Contas Erráticas	Caixa e bancos	Duplicatas descontadas	Contas Erráticas	Passivo Circulante
		Títulos e valores mobiliários	Empréstimos bancários de curto prazo		
		Contas a receber			
	Contas Cíclicas	Estoques	Fornecedores	Contas Cíclicas	
Contas a receber	Obrigações Fiscais				
Despesas antecipadas	Obrigações Trabalhistas				
		Exigível a longo prazo			
Ativo Não circulante	Contas Não Cíclicas	Realizável a longo prazo	Financiamentos de longo prazo	Contas Não Cíclica	Passivo não circulante
		Empréstimos a terceiros			
		Títulos a receber			
	Permanente	Patrimônio Líquido			
	Investimentos	Capital social			
	Imobilizado	Reservas em geral			
	Diferido				

Figura 9 – BP – Balanço Patrimonial

Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.3.1 Necessidade de capital de giro - NCG

No Ciclo financeiro da empresa, conforme definido na Figura 4, se as saídas de caixa ocorrerem antes das entradas de caixa, a operação da empresa gera uma necessidade de fundos aplicados permanentemente. Isto pode ser observado através da uma diferença positiva entre os valores das contas cíclicas do ativo e das

contas cíclicas do passivo. Esta diferença recebe o nome de Necessidade de Capital de giro - NCG.

A Necessidade de Capital de Giro – NCG também é definida como sendo o Capital de Giro – CDG suficiente para que a empresa possa honrar todos os seus compromissos de curto prazo (passivo circulante) nas suas datas de vencimento.

Assim, esta variável (NCG) nos mostra qual é o capital de giro mínimo que uma empresa necessita ter, de forma que enquanto ocorre a rotação do seu ativo circulante ela possa gerar recursos suficientes para honrar suas dívidas de curto prazo, sem ter que recorrer a empréstimos onerosos de curto prazo.

Destaca-se que a Necessidade de Capital de Giro é diretamente proporcional ao volume dos ativos operacionais de uma empresa e inversamente proporcional ao montante dos passivos operacionais da mesma.

Esta Necessidade de Capital de giro varia de empresa para empresa, não sendo possível estabelecer um valor padrão para analisar todas as empresas.

Fleuriet, Kehdy, Blanc (2003) denominam estas contas cíclicas de Ativos Cíclicos - A_{CI} , e Passivos Cíclicos – P_{CI} .

Assim, conceitualmente temos:

A_{CI} = Contas a Receber + Estoques + Adiantamento a fornecedores + Despesas Antecipadas

P_{CI} = Fornecedores + salários + Obrigações trabalhistas + Obrigações fiscais + Adiantamento de Clientes

De forma simplificada:

$$NCG = A_{CI} - P_{CI}$$

Logo, de forma simples, a necessidade de capital de giro é a diferença entre os investimentos que a empresa faz nos ativos cíclicos e os investimentos espontâneos que fornecedores, empregados e governos fazem nas empresas.

4.3.3.2 Capital de giro – CDG

A Figura 10 mostra a definição fundamental do Capital de Giro – CDG, a partir do esquema básico do balanço patrimonial de uma empresa.

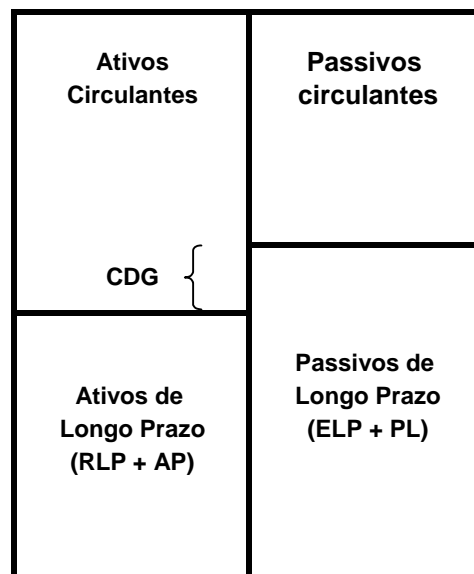


Figura 10 – Balanço Patrimonial

Fonte: Elaborada pelo autor

As fontes de recursos permanentes de uma empresa são o seu patrimônio líquido, que é o capital investido pelos proprietários, e os recursos de longo prazo obtidos junto a terceiros. Estes recursos são empregados de duas formas pela empresa. Uma parte, a maior delas, quando se trata de uma indústria, é aplicada em seus ativos permanentes, representados pelos seus terrenos, instalações industriais, prédios de produção e ou administrativos.

A diferença é aplicada para suprir a necessidade de capital de giro da empresa, conforme definida no item anterior. Esta diferença recebe o nome de Capital de Giro – CDG. São recursos de longo prazo aplicados no financiamento de investimentos permanentes no giro (ativos operacionais).

Assim, temos:

$$CDG = (ELP + PL) - (RLP + AP) \quad (3.18)$$

A partir da Figura 10 também é possível tirar uma outra relação para o Capital de Giro – CDG, conforme Eq. 3.19 a seguir:

$$CDG \equiv AC - PC \quad (3.19)$$

Entretanto, a equação 3.19 deve ser vista apenas como uma identidade matemática consequência da definição dada na equação 3.18, e não como uma definição para o capital de giro.

4.3.3.3 Saldo de tesouraria - ST

O Saldo de tesouraria é definido conforme a equação 3.20 a seguir:

$$ST = CDG - NCG \quad (3.20)$$

Essa relação mostra se a empresa tem recursos suficientes, representados pelo seu capital de giro, para fazer frente à sua necessidade de capital de giro. Um saldo de tesouraria positivo indica que a empresa tem recursos suficientes para atender à necessidade de capital de giro e que não necessita ir buscar empréstimos de curto prazo para fazer frente a estas necessidades. Isto aumenta a liquidez e a segurança financeira da empresa.

Caso este saldo de tesouraria seja negativo, isto significa que os recursos de longo prazo aplicados na empresa não são suficientes para atender as necessidades do ativo permanente (RLP + AP). Neste caso, a empresa tem que se financiar no curto prazo, o que aumenta o risco de insolvência. Se o ST permanecer negativo e com tendências crescentes, isto significa perigo imediato, com forte risco de falência.

Outra forma de se calcular o saldo de tesouraria se dá através da diferença entre as contas do Ativo Errático – A_E e as contas do Passivo Errático – P_E , conforme equação 3.21:

$$ST = A_e - P_E \quad (3.21)$$

4.4 OUTRAS INFORMAÇÕES RELEVANTES

Todos os indicadores abordados acima são indicadores específicos para cada negócio e cada empresa. Os valores dos mesmos dependerão das políticas de seus administradores, de cada setor em particular, da maturidade do negócio, dos riscos associados, etc.

Adicionalmente, cada empresa, independentemente do seu setor de atuação, é impactada pelo ambiente onde está inserida. Assim, é dever de cada uma acompanhar e entender o comportamento de aspectos macroeconômicos, políticos e regulatórios que possam influenciar a sua existência.

Assim, variáveis tais como taxas de juros, câmbio, inflação, legislações federal, estadual e municipal, organizações do terceiros setor, são todas variáveis de extrema relevância, e que deverão ser regularmente acompanhadas.

Algumas destas variáveis exercem um impacto direto nos resultados da empresa, e deverão ser acompanhadas bem de perto, de forma que a mesma procure antecipar as conseqüências de cada uma para seu negócio. Outras apenas criarão um ambiente propício ou ameaçador à empresa, e como tal também não podem ser negligenciadas.

Nas projeções que apresentamos no próximo capítulo, todas as variáveis cujos impactos possam ser relevantes serão consideradas no modelo construído.

5 APLICAÇÃO PRÁTICA DO MODELO

Este capítulo descreve o desenvolvimento e a aplicação prática da metodologia de Monte Carlo numa central petroquímica. Para entendimento adequado da lógica de construção do modelo, primeiro é feita uma descrição geral do propósito e do processo geral da indústria. A seguir serão mostrados os resultados da aplicação do modelo desenvolvido.

Cabe salientar que no Brasil temos hoje quatro grandes centrais petroquímicas: a mais antiga, inaugurada no início da década de 1970 é a Petroquímica União, localizada no Estado de São Paulo. Em meados da década de 1970 foi inaugurada a Copene – Companhia Petroquímica do Nordeste, hoje integrada numa empresa maior, a Braskem, que consolidou os ativos da central petroquímica com algumas empresas de segunda geração. No final de 1982 entrou em operação a terceira central petroquímica do país, a Copesul – Companhia Petroquímica do Sul, localizada em Triunfo – RS. Por último, em 2005 foi inaugurada a quarta central petroquímica, a Rio Polímeros, localizada no estado do Rio de Janeiro.

Importante observar que as três primeiras centrais petroquímicas são todas baseadas em matéria prima líquida, a nafta, enquanto que a última está baseada em carga gasosa, o gás natural. Para um entendimento mais detalhado do processo histórico de surgimento da indústria petroquímica no Brasil, consultar Montenegro (2002) e Perrone⁵.

Embora o modelo aqui desenvolvido possa ser facilmente adaptado para uso por qualquer central petroquímica, é importante notar que, embora, na essência todas as empresas sejam muito similares, ainda assim, existem especificidades de cada uma que devem ser consideradas quando da construção de um modelo de projeções financeiras.

A proposta aqui desenvolvida foi baseada no conhecimento e experiência do autor a respeito da Copesul, mas não reproduz necessariamente os dados de qualquer das empresas mencionadas acima. Para uso com este propósito específico, o modelo requer modificações.

⁵ Informação fornecida por O. V. Perroni na palestra “A petroquímica brasileira e alguns de seus mitos”, na Comissão de Petroquímica do Instituto Brasileiro de Petróleo, em São Paulo, em 18 de abril de 2001.

5.1 INDÚSTRIA PETROQUÍMICA

Os temas abordados neste e no próximo item estão baseados em material descritivo disponível no *site* da Copesul (COMPANHIA PETROQUÍMICA DO SUL - COPESUL, 2006).

A indústria petroquímica é a fonte da maior parte dos artigos de consumo disponíveis no mundo moderno. O plástico, em todas as suas variações, é resultante da petroquímica. Tecidos e fibras sintéticas, como a microfibras, são produzidos com matérias-primas petroquímicas. A química fina, base para medicamentos e insumos agrícolas, também vem da petroquímica.

Embora seja um dos setores industriais mais recentes da história econômica mundial, a petroquímica desenvolveu-se rapidamente, tanto em termos tecnológicos como de ocupação de mercado. Seu aparecimento data do final do século XIX, quando uma resina, a baquelite, foi desenvolvida para substituir o marfim na produção de bolas de bilhar. Sua origem está também na Primeira Guerra Mundial, quando cientistas das nações em conflito começaram a pesquisar um substituto para a borracha natural.

Mais tarde, por volta de 1930, foi desenvolvida a tecnologia que possibilitou pela primeira vez a produção de polietileno, resina termoplástica empregada na fabricação de embalagens para alimentos, brinquedos, utilidades domésticas e muitos outros produtos. Utilizando como insumo fundamental produtos derivados do petróleo, a petroquímica substituiu com vantagens uma série de matérias-primas utilizadas pelo homem há milhares de anos, tais como o vidro, madeira, algodão, celulose e metais. Ao substituir matérias-primas de origem animal, como couro, lã e marfim, possibilita o acesso a bens de consumo pela população de baixa renda.

Além disso, a petroquímica ensejou o surgimento de novas demandas, como os produtos descartáveis, artigos para o lazer e os novíssimos eletro-eletrônicos. Na área médica, por exemplo, as aplicações são inúmeras e revolucionárias: próteses plásticas, bolsas de sangue, material descartável, artigos cirúrgicos, entre outros

Para um entendimento mais detalhado da indústria petroquímica brasileira e suas perspectivas, ver Gomes, Dvorsak e Heil (2005).

5.1.1 Central Petroquímica – Cadeia Produtiva

Uma central petroquímica é uma indústria produtora dos chamados Produtos Petroquímicos Básicos, necessários à produção de inúmeros artigos presentes na vida moderna. É usual se referir a uma central petroquímica como indústria de primeira geração, visto que a partir dela se dá início a uma longa cadeia produtiva.

Dependo da sua concepção básica estas indústrias podem processar diversos tipos de matérias-primas, todas derivadas do petróleo ou do gás natural. Assim, podemos ter centrais petroquímicas baseadas na utilização de naftas diversas, gás liquefeito de petróleo – GLP, além de outros condensados de petróleo e etano extraído do gás natural. A tecnologia adotada no processo visa à produção de produtos tais como o eteno, propeno e butadieno, benzeno, solventes e combustíveis, que por sua vez serão matérias-primas para quatro grandes cadeias produtivas:

- Cadeia das resinas termoplásticas - produzidas a partir de eteno e propeno pelas indústrias chamadas de segunda geração. Estas indústrias produzem fundamentalmente diversos tipos de polietilenos e polipropilenos, que vão alimentar as indústrias de transformação plástica, também chamadas de terceira geração da cadeia petroquímica.
- Cadeia dos elastômeros - produzidos também por empresas de segunda geração, que vão alimentar a indústria de transformação da borracha.
- Cadeia dos solventes - que abrange a indústria de tintas, calçados, móveis, agroindústria e outros setores que processam petroquímicos básicos para produzir solventes, adesivos e outros.
- Cadeia dos combustíveis - que abrange distribuidores de combustíveis e outros.

5.1.2 Descrição Básica do Processo Produtivo

A central petroquímica tem por objetivo fundamental transformar sua matéria prima básica, como a nafta, por exemplo, em diversos produtos que alimentarão toda a cadeia petroquímica. Esta transformação se dá através de um processo chamado de pirólise ou craqueamento térmico, que ocorre em grandes fornos. Neste processo a matéria prima é submetida a temperaturas da ordem de 800 a 850 graus centígrados. Como consequência seus componentes são transformados, gerando os produtos desejados.

A seguir toda a corrente efluente destes fornos passa por sucessivos processos de separação e purificação, gerando, ao final uma vasta gama de produtos, com aplicações diversas.⁶

Dada a natureza dos produtos petroquímicos, é natural verificar que as empresas de segunda geração sempre se situam ao redor das centrais petroquímicas, formando pólos petroquímicos. Os produtos petroquímicos são perigosos, inflamáveis, gasosos, como o eteno e o propeno, e portanto devem ser consumidos muito próximos ao seu local de produção.

Em função desta organização, é comum que as centrais petroquímicas também produzam utilidades suficientes para atender às necessidades da indústria de segunda geração. Assim, o suprimento de águas industriais com diversas qualidades, vapores d'água com diversos níveis de pressão, eletricidade, gases industriais como ar comprimido, nitrogênio, etc., são também produtos associados às centrais petroquímicas.

5.1.3 Escala Industrial

Com a evolução e a maturação da indústria petroquímica em geral, as escalas de produção evoluíram desde sua origem e hoje, uma central petroquímica

⁶ Uma central típica pode produzir, entre outros, os seguintes produtos: Benzeno, Butadieno, Buteno-1, Eteno, Gasolina, GLP – Gás liquefeito de petróleo, MTBE – Metil-ter-butil-éter, óleo combustível aromático, Propano, Propeno, Solventes alifáticos, Solventes aromáticos, Tolueno, Xileno

básica deve ter escala suficiente para produzir, no mínimo 500 mil toneladas ano de eteno, que se for à base de nafta, significará um consumo desta matéria prima da ordem de quase 2 milhões de toneladas por ano.

Os investimentos necessários para realizar um empreendimento deste porte aproximam-se de 1 bilhão de dólares, e requerem pessoal altamente qualificado.

A complexidade do empreendimento significa que um projeto deste porte pode levar mais de 5 anos entre sua concepção e o início de produção.

Assim, sua concepção básica, projeto, construção e operação devem ser etapas planejadas criteriosamente, visando o sucesso do empreendimento.

5.2 O MODELO DE PROJEÇÕES FINANCEIRAS – CARACTERÍSTICAS GERAIS

O modelo aqui proposto foi construído a partir de uma lógica que facilite o entendimento e a utilização do mesmo. Foi empregada a plataforma da planilha eletrônica do Microsoft Excel, visto ser esta uma ferramenta de uso disseminado e que permite a sua rápida apreensão por parte do usuário.

A projeção dos resultados da empresa é feita num horizonte de 10 anos, sendo que nos dois primeiros o detalhamento é mensal. Permite também que sejam escolhidas diferentes distribuições de probabilidades associadas às variáveis relevantes, entre algumas alternativas, conforme se pode ver na Figura 11, a seguir:

Central de Matérias-Primas Petroquímicas
FORMULÁRIO DE ENTRADA DE PREMISSAS

Modelo Determinístico:

Distribuição a considerar:

OPÇÕES DE DISTRIBUIÇÃO

- 1 - Distribuição uniforme
- 2 - Distribuição triangular simétrica
- 3 - Distribuição assimétrica (mínimo) - à esquerda
- 4 - Distribuição assimétrica (máximo) - à direita
- 5 - Distribuição normal

dez-06 jan-07 fev-07 mar-07 abr-07 mai-07 jun-07 jul-07

DATA BASE DA PROJEÇÃO

DEMONSTRAÇÕES FINANCEIRAS NA DATA BASE **DEMONSTRAÇÕES FINANCEIRAS HISTÓRICAS**

Figura 11 – BP – Balanço Patrimonial

Fonte: Elaborado pelo autor

De forma a permitir um entendimento adequado do modelo e facilitar a navegação através do mesmo, ele é apresentado em 14 abas:

- Aba “Instruções Gerais”
- Aba “Entrada de dados”
- Aba “Receitas”
- Aba “Custos”
- Aba “Movimentações”
- Aba “Endividamento”
- Aba “Valores mensais”
- Aba “Valores anuais”
- Aba “Valor da empresa”
- Aba “Indicadores”
- Aba “Simulações”
- Aba “Estabilização”
- Aba “Histogramas”
- Aba “Previsto x Realizado”

O tratamento dado às projeções financeiras segue padrões que permite ao usuário definir todas as variáveis relevantes para a correta avaliação do problema. O Modelo de Monte Carlo empregado adota a geração de números pseudo-aleatórios do Excel, e gera até mil 1000 simulações do modelo, permitindo, a partir daí, que todas as análises estatísticas dos riscos associados ao negócio possam ser analisadas, para que os gestores busquem alternativas para sua mitigação.

5.3 ENTRADA DE DADOS DO MODELO

Para uma abordagem completa do problema, são necessárias que todas as variáveis pertinentes sejam definidas inicialmente pelo usuário. Assim, na aba “Entrada de Dados” do aplicativo, o usuário deverá entrar com todas estas variáveis. Destacamos as seguintes variáveis necessárias:

- Balanço patrimonial inicial para a data a partir da qual se inicia a projeção financeira.
- Demonstrativo de Resultados do Exercício até a data anterior ao início da projeção.
- Saldos físicos e financeiros de todos os estoques existentes na empresa: - matérias primas, produtos em processamento e produtos acabados.
- Premissas macroeconômicas relevantes, tais como taxas de inflação projetadas, taxas de câmbio e taxas de juros.
- Preços dos produtos finais sejam como entrada de dados ou a partir de correlações, que permitam sua geração.
- Impostos incidentes sobre os produtos vendidos.
- Projeções de vendas físicas e destino das mesmas.
- Premissas de custos, sejam das matérias primas como de outros custos da empresa, tais como os custos fixos desembolsáveis.
- Premissas que definam as características das contas do ativo da empresa, tais como taxas de juros associadas às aplicações da empresa.
- Prazos médios das contas operacionais
- Novos investimentos previstos.
- Taxas básicas de depreciação do ativo imobilizado, segundo categorias específicas.
- Premissas que definam características das contas do passivo da empresa, tais como taxas de juros associadas às dívidas, segundo sua categoria.
- Alíquotas de impostos associados ao resultado da empresa.
- Outras taxas e contribuições, como a CPMF.
- Política de pagamento dos dividendos.
- Despesas comerciais e administrativas.
- Participações em companhias ligadas.
- Outras premissas para cálculo de valor da empresa

A Figura 12 a seguir mostra as entradas dos dados de estoques existentes na empresa no período inicial da simulação e que devem ser informados pelo usuário. O modelo requer que sejam informados valores físicos e financeiros para estes estoques.

SALDOS INICIAIS DE ESTOQUE		Físico	Financeiro
Estoque de matéria-prima		t	(R\$ mil)
Nafta		125.000	154.550
Metanol		4.339	2.832
Estoque de produtos em processo			
Estoques de produtos em processo			3.737
Estoque de produtos acabados			
Eteno		5.169	6.780
Propeno GP		1.644	1.650
Benzeno		8.199	10.340
Butadieno local		2.030	3.377
Tolueno		1.227	1.751
Xileno		754	1.144
Propano		61	149
Buteno-1		2.963	4.990
C4 Pesado		530	448
Hidrogênio		1	4
C7-C8 Aromático		1.867	1.528
MTBE		2.307	2.523
C9 Aromático		124	188
Rafinado C6C8		1.052	819
Óleo Petroq. BTE		4.236	1.918
C9 de Pirólise		1.324	991
Solvente C6		325	446
Rafinado Full Range		1.197	1.309
GLP		1.384	1.246
Óleo de Pirólise		0	0
Produto 1		0	0
Produto 2		0	0
Produto 3		0	0

Figura 12 – Entrada dos Saldos Iniciais de Estoques

Fonte: Elaborado pelo autor

5.4 PROJEÇÕES DO MODELO

Na aba “Receitas” o sistema gera todos os preços de venda de cada produto, seu volume físico e financeiro, em função das regiões de destino, bem como calcula

todos os impostos associados a estas vendas. A Figura 13, a seguir, mostra um resumo da saída de dados referentes ao faturamento bruto da empresa, bem como um resumo dos impostos incidentes sobre as vendas.

FATURAMENTO BRUTO TOTAL - EM R\$ MIL		jan-07	fev-07	mar-07	abr-07
Mercado Interno		492.760	458.559	485.388	501.039
Faturamento com partes relacionadas		193.098	179.417	190.149	196.409
Faturamento com terceiros		289.646	269.126	285.223	294.614
Utilidades		10.016	10.016	10.016	10.016
Mercado Externo		40.411	39.636	39.647	41.069
Argentina		9.825	10.401	9.629	10.553
Overseas		30.585	29.236	30.018	30.516
Total do faturamento - R\$ mil		533.171	498.195	525.035	542.107
RESUMO DOS IMPOSTOS SOBRE VENDAS					
ICMS		62.149	53.119	61.674	54.185
PIS		8.546	7.304	8.480	7.450
COFINS		39.361	33.642	39.060	34.317
Total de impostos sobre vendas		110.056	94.065	109.214	95.953

Figura 13 – Faturamento Bruto e Resumo dos Impostos sobre Vendas

Fonte: Elaborado pelo autor

Na aba “Custos”, a partir das definições iniciais dadas na entrada de dados, o sistema calcula todo o custo de produção por produto, faz toda a movimentação física e financeira de cada produto, de forma a calcular a evolução dos estoques ao longo do período, bem como calcula o custo dos produtos vendidos, que é uma informação relevante para a construção do demonstrativo de resultados em cada período.

A Figura 14, a seguir, mostra parte dos relatórios de movimentação física e financeira de cada um dos produtos da central petroquímica.

PRODUTO ACABADO - Eteno					
Estoque físico - ton					
Estoque inicial		5.169	5.169	5.169	5.169
(+) produção		92.549	83.593	92.549	89.564
(-) vendas		92.549	83.593	92.549	89.564
Estoque final	5.169	5.169	5.169	5.169	5.169
Estoque financeiro - R\$ mil					
Saldo inicial		6.780	9.742	10.005	9.852
(+) Custo de Produção Acabada		177.403	162.075	176.247	178.727
(-) C.P.V.		174.441	161.812	176.401	178.289
Saldo final	6.780	9.742	10.005	9.852	10.289
Preço médio - R\$ mil		1,88	1,94	1,91	1,99
PRODUTO ACABADO - Propeno Polímero (GP)					
Estoque físico - ton					
Estoque inicial		1.644	1.644	1.644	1.644
(+) produção		49.604	44.804	49.604	48.004
(-) vendas		49.604	44.804	49.604	48.004
Estoque final	1.644	1.644	1.644	1.644	1.644
Estoque financeiro - R\$ mil					
Saldo inicial		1.650	3.043	3.122	3.071
(+) Custo de Produção Acabada		93.183	85.131	92.575	93.878
(-) C.P.V.		91.790	85.053	92.627	93.737
Saldo final	1.650	3.043	3.122	3.071	3.211
Preço médio - R\$ mil		1,85	1,90	1,87	1,95

Figura 14 – Movimentação Física e Financeira dos Produtos

Fonte: elaborado pelo autor

Na aba “Movimentações” o sistema faz toda a movimentação financeira de cada uma das contas do ativo e do passivo da empresa. Estas movimentações são fundamentais para a determinação dos saldos das contas do balanço patrimonial em cada período.

A Figura 15, a seguir mostra parte desta movimentação relacionada às contas de aplicações financeiras tanto em moeda nacional quanto em dólares.

CONTAS DE ATIVO		jan-07	fev-07	mar-07
APLICAÇÕES FINANCEIRAS EM R\$				
Saldo inicial		363.962	192.540	167.845
(+) Juros do periodo		3.528	1.902	1.587
(+) Variação monetária do periodo		-	-	-
(-) Recebimento de juros do periodo		3.528	1.902	1.587
(-) Recebimento de variação monetária do periodo		-	-	-
Sub-total		363.962	192.540	167.845
(-) Resgate		171.422	24.695	20.777
(+) Adições		-	-	-
Saldo final	363.962	192.540	167.845	147.068
APLICAÇÕES FINANCEIRAS EM US\$				
Saldo inicial		21.500	21.559	21.672
(+) Juros do periodo		53	53	53
(+) Variação cambial do periodo		59	113	1
(-) Recebimento de juros do periodo		53	53	53
(-) Resgate programado		-	-	-
Sub-total		21.559	21.672	21.673
(-) Resgate		-	-	-
(+) Adições		-	-	-
Saldo final	21.500	21.559	21.672	21.673

Figura 15 – Movimentações das Contas do Ativo

Fonte: Elaborado pelo autor

Na aba “Endividamento” é feito um acompanhamento do endividamento de curto e longo prazo da empresa, seja ele em reais ou em dólar. É permitido que o usuário entre com até 7 tipos diferentes de financiamento em moeda nacional e seis tipos em dólar, com todo o cálculo de variações monetárias e cambiais associadas a cada um. A Figura 16, a seguir, apresenta parte deste relatório, com detalhes de linhas de crédito de curto e longo prazos, em moeda nacional.

FINANCIAMENTOS EM MOEDA NACIONAL		jan-07	fev-07	mar-07
Financiamento nº 1 - Linhas de crédito				
Curto prazo				
Pagamento dos juros - SIM / NÃO		SIM	SIM	SIM
Movimentação dos Juros		-	-	-
Movimentação de variação monetária		-	-	-
Saldo inicial		110.817	106.199	101.582
(+ Juros sobre curto prazo		847	810	773
(+ Variação monetária		-	-	-
(+ Novos financiamentos		-	-	-
(+ Transferências de longo prazo		6.508	6.508	6.508
(- Pagamento de juros do período		847	810	773
(- Pagamento de variação monetária		-	-	-
(- Pagamento de principal		11.126	11.126	11.126
Saldo final		110.817	106.199	96.965
Longo prazo				
Movimentação dos Juros		-	-	-
Movimentação de variação monetária		-	-	-
Saldo inicial		78.101	71.593	65.084
(+ Juros sobre longo prazo		571	519	467
(+ Variação monetária		-	-	-
(+ Novos financiamentos		-	-	-
(- Transferências para curto prazo		6.508	6.508	6.508
(- Pagamento de juros do período		571	519	467
(- Pagamento de variação monetária		-	-	-
Saldo final		78.101	71.593	58.576
Total de curto e longo prazo		188.918	177.792	155.540

Figura 16 – Acompanhamento do Endividamento

Fonte: elaborado pelo autor

Na aba “Valores mensais”, o modelo gera, a partir de todas as informações recebidas, as projeções do Balanço Patrimonial e do Resultado do Exercício. As informações são apresentadas com periodicidade mensal para os dois primeiros anos, e anual para o restante do período. Adicionalmente, nesta aba, o modelo faz uma análise vertical do demonstrativo de resultado, mostrando a variação percentual de cada conta ao longo do período de projeção.

O fluxo de caixa também é gerado, explicitando claramente seus diversos componentes, ou seja, o fluxo de caixa operacional, o fluxo de investimentos e o financeiro, culminando com a geração de caixa no período.

A Figura 17, a seguir, mostra parte destes valores mensais associados ao DRE – Demonstrativo do Resultado do Exercício.

DEMONSTRAÇÃO DO RESULTADO - MÊS ISOLADO	dez-06	jan-07	fev-07	mar-07
MÊS BASE ACUMULADO				
Receita Operacional Bruta	5.423.425	562.447	499.809	573.103
Receita de produtos petroquímicos e utilidades	5.423.425	562.447	499.809	573.103
Mercado interno	4.793.544	518.954	460.312	528.405
Mercado externo	629.881	43.493	39.497	44.698
Impostos e deduções sobre vendas	1.227.255	108.149	95.688	110.158
Receita Operacional Líquida	4.196.170	454.297,3991	404.121,4543	462.945,2122
Custos dos produtos e utilidades	3.773.137	387.368	366.637	411.422
Lucro Bruto	423.033	66929,53943	37484,20133	51523,02848
Despesas comerciais	114.954	1.073	1.077	1.081
Despesas gerais e administrativas	29.490	2.912	2.919	2.924
Outras despesas (receitas) operacionais	8.490	0	0	0
Resultado da atividade	270.099	62943,69828	33488,37898	47517,95823
Receitas financeiras	(1.002)	4.417	2.781	2.477
Despesas financeiras	73.300	8.780	8.142	8.033
Variação monetária	0	0	0	0
Variação cambial sobre passivos no exterior	0	(867)	(5.706)	2.842
Resultado de equivalência patrimonial	0	0	0	0
Lucro (Prejuízo) Operacional	195797	57714,38112	22421,86971	44804,28372
Receita(despesas) não operacionais	(908)	0	0	0
Lucro (prejuízo) antes do IR	194.889	57714,38112	22421,86971	44804,28372
Contribuição social	13.697	5.194	2.018	4.032
Imposto de renda	31.811	14.429	5.605	11.201
Participação nos lucros	11.000	0	0	0
Lucro (Prejuízos) do Exercício	138.381	38.091	14.798	29.571

Figura 17 – Demonstrativo de Resultado do Exercício

Fonte: Elaborado pelo autor

Na aba “Valores anuais” o modelo apresenta as mesmas informações básicas da aba “Valores mensais”, só que agora, todas estão agrupadas em valores anuais.

Na aba “Valor da empresa” o modelo calcula o valor das operações da empresa, o valor da empresa e o valor para os acionistas. São utilizados os princípios de valoração a partir do fluxo de caixa descontado. Ao usuário é permitido escolher descontar os fluxos de caixa a uma taxa pré-estabelecida. Entretanto, o modelo também faz um cálculo rigoroso da taxa de desconto, através do cálculo do CMPC - Custo Médio Ponderado de Capital - ao qual a empresa está sujeita, em cada ano. Vale destacar que este custo médio é calculado a partir do custo da dívida, calculado também no sistema e do cálculo do custo do capital próprio, calculado segundo metodologia amplamente aceita, o CAPM – *Capital Asset Pricing Method*. Este método foi ajustado para o mercado brasileiro a partir da apropriação do diferencial de inflação entre as economias americana e brasileira, bem como a apropriação do risco país.

A Figura 18, a seguir, mostra detalhes do cálculo deste custo médio ponderado de capital:

Central de Matérias-Primas Petroquímicas					
VALOR DA EMPRESA - Em R\$ mil					
		dez-06	2007	2008	2009
CÁLCULO DO CUSTO DE CAPITAL					
Custo do Capital Próprio					
Taxa Livre de Risco			4,8%	4,8%	4,8%
Risco País			2,0%	2,0%	2,0%
Prêmio de mercado			5,0%	5,0%	5,0%
Beta desalavancado			0,70	0,70	0,70
Debt/ Equity	0,61		0,67	0,34	0,22
Beta Alavancado			1,01	0,86	0,80
Alíquota do IR + CS	34,0%		34,0%	34,0%	34,0%
Inflação brasileira			4,1%	3,9%	3,5%
Inflação americana			2,5%	2,5%	2,5%
Dívida	1.048.184		733.179	371.707	246.641
Patrimônio Líquido Contábil	1.077.646		1.091.234	1.101.574	1.111.066
Custo do Capital Próprio - anual			12,0%	11,2%	10,9%
Custo do Capital Próprio - média	10,8%				
Custo do Capital de Terceiros			3,5%	3,8%	0,9%
Participação do Capital Próprio	50,7%		59,8%	74,8%	81,8%
Participação do Capital de Terceiros	49,3%		40,2%	25,2%	18,2%
Custo Médio Ponderado de Capital - anual			8,6%	9,4%	9,1%
Custo Médio Ponderado de Capital - anual acumulado			8,6%	18,8%	29,6%
Custo Médio Ponderado de Capital - média	9,9%				
Taxa escolhida	12,0%				

Figura 18 – Cálculo do Custo Médio Ponderado de Capital

Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 19, a seguir, mostra detalhes do cálculo do valor das operações da empresa, do valor da empresa propriamente dita e do valor da empresa para os acionistas.

VALOR DA EMPRESA COM BASE DO FLUXO DE CAIXA LIVRE DA FIRMA					
	dez-06	2007	2008	2009	2010
Lucro da Atividade		481.267	412.285	321.387	126.817
(-) I. R. + Cont. Social sobre o Lucro da Atividade		163.631	140.177	109.272	43.118
Lucro da Atividade após os impostos		317.636	272.108	212.116	83.699
(+) Depreciação e amortização		198.561	198.561	197.032	189.852
(+) N.C.G. inicial		665.158	667.657	650.134	613.216
(-) N.C.G. final		667.657	650.134	613.216	624.169
(-) Gastos de Capital		-	-	-	-
(=) Fluxo de Caixa Livre		513.698	488.192	446.065	262.598
(+) Valor Residual		-	-	-	-
Fluxo de Caixa Livre após o Valor Residual		513.698	488.192	446.065	262.598
Taxa estimada de crescimento anual	2,0%				
Taxa de desconto anual	9,9%				
Valor das Operações da Empresa	1.783.040				
Ativos não operacionais					
Aplicações Financeiras	385462				
Investimentos	14805				
Valor da Empresa	2.183.307				
Financiamentos	1548447				
Dívida com coligadas	0				
Valor para os acionistas	634.860				

Fator de atualização =>	<input type="text" value="1,0000"/>
Opção =>	<input type="text" value="2"/>
Se opção = 1 ; taxa média	
Se opção = 2; uma taxa para cada ano	
Se opção = 3; taxa escolhida	

Figura 19 – Cálculo do Valor da Empresa

Fonte: elaborado pelo autor

Na aba “Indicadores”, são calculadas as evoluções de diversos indicadores de controle gerencial para uma organização, de forma a permitir aos gestores verificarem a tendência do negócio. Ali são mostrados indicadores financeiros, indicadores de estrutura e indicadores econômicos, cada um deles permitindo a avaliação de aspectos importantes ao negócio.

Nos indicadores financeiros são mostrados indicadores componentes do ciclo financeiro, tais como prazo médio de contas a receber, em dias de venda, o mesmo para a conta de fornecedores e também a duração em dias do ciclo financeiro. Indicadores de gestão da liquidez, como NCG – Necessidade de capital de giro, ST – Saldo de Tesouraria e CDG – Capital de giro também são mostrados.

Nos indicadores de estrutura são mostrados indicadores de endividamento de curto e longo prazo e indicadores da estrutura de capital, através da participação do próprio e de terceiros, entre outros.

Nos indicadores econômicos mostramos o Lucro da atividade, o EBITDA, margens brutas e líquidas, margem EBITDA, ROCE, EVA, entre outros.

A Figura 20 mostra a tela parcial com detalhes dos indicadores acima mencionados:

Central de Matérias-Primas Petroquímicas				
INDICADORES				
	2007	2008	2009	2010
INDICADORES				
Índices Financeiros				
Duplicatas a receber em dias de Vendas - mercado interno	27	28	27	28
Duplicatas a receber em dias de Vendas - totais	26	27	27	27
Estoque de produtos acabados em dias de Vendas	3	3	3	3
Fornecedores em dias de Vendas	3	3	3	3
Obrigações Fiscais em dias de Vendas	1	1	8	7
Necessidade de Capital de Giro (N.C.G.)	667.657	650.134	613.216	624.169
Capital de Giro (C.D.G.)	328.615	473.830	667.105	821.432
Saldo de Tesouraria (S.T.)	(339.042)	(176.304)	53.889	197.262
Coefficiente de Solvência = S.T./Ativo Total	-15,3%	-9,8%	3,0%	12,9%
Ciclo Financeiro = NCG/VendasBrutas diárias	40	41	41	44
Índices de Estrutura				
Endividamento de curto prazo = P.Circ/Ativo Total	20,9%	17,3%	23,5%	18,4%
Endividamento de longo prazo = ELP/Ativo Total	29,8%	21,4%	14,5%	8,9%
Endividamento Total = (P.Circ + ELP)/Ativo Total	50,8%	38,7%	38,0%	27,2%
Participação do Capital Próprio	49,2%	61,3%	62,0%	72,8%
Relação Dívida/PL = (PC+ELP)/PL	103,1%	63,3%	61,4%	37,4%
Concentração do Endividamento no CP = PC/(PC+ELP)	41,3%	44,7%	61,8%	67,4%
Imobilização de Recursos Permanentes = AP/(PL+ELP)	56,2%	52,9%	42,9%	31,9%
Índice de Liquidez Seca = AC/PC	170,8%	252,3%	258,2%	391,8%
Índices Econômicos				
Lucro da atividade (E.B.I.T.)	481.267	412.285	321.387	126.817
E.B.I.T.D.A.	679.827	610.846	518.419	316.669
Margem Bruta - Lucro Bruto / Rec. Líquida	10,0%	8,5%	8,0%	4,1%
Margem Líquida - Lucro Líquido / Rec. Líquida	5,6%	5,3%	4,5%	2,3%
Margem EBITDA	12,9%	12,2%	11,0%	7,1%
ROCE - Lucro Operacional / Ativo Econômico	19,4%	19,1%	17,9%	8,3%
CMPC - Custo Médio Ponderado de Capital	8,6%	9,4%	9,1%	9,6%
EVA® = (ROCE - CMPC) * Ativo Econômico	176.719	139.009	103.983	(12.886)

Figura 20 – Indicadores

Fonte: elaborado pelo autor

5.5 VARIÁVEIS ESTOCÁSTICAS

Numa central petroquímica como a descrita aqui, a matéria prima tem um peso no custo de produção da empresa, que chega a ultrapassar os 80%. Assim, a variável mais relevante em todo o modelo é, sem dúvida, o preço da matéria-prima.

Considerando que a nafta, matéria prima adotada, tem seu preço associado ao preço do petróleo, de onde se origina, o preço desta *commoditie* é fundamental para o negócio de qualquer central petroquímica. Assim, o modelo aqui considerado tem como premissa fundamental o preço do petróleo tipo Brent, referencial básico utilizado no mundo dos negócios de energia. A partir do preço deste petróleo Brent no mercado internacional, o modelo deriva o preço da nafta, através de uma correlação fundamental adotada neste negócio. O preço da nafta é a resultante do preço do petróleo Brent dado em US\$/toneladas mais um *spread*, que varia conforme condições gerais do mercado.

E assim está estabelecido o preço da nafta nesta aplicação, ou seja, ele é resultante direto do preço do petróleo. E este último sim, é considerado a variável estocástica mais relevante para a indústria, dado seu impacto final nos custos e na rentabilidade do negócio.

Outras variáveis relevantes para o negócio petroquímico são as variáveis macroeconômicas, como as taxas de juros nacionais e internacionais, de curto e de longo prazos, a taxa de câmbio e a inflação. Assim, todas estas variáveis também são consideradas variáveis estocásticas no modelo desenvolvido.

Dado que as matérias primas da indústria petroquímica estão todas associadas ao mercado energético (petróleo), cujo preço é cotado internacionalmente, os produtos de uma central petroquímica, mesmo instalada no Brasil, tendem, no longo prazo a ter uma forte aderência aos preços internacionais.

Assim, o modelo desenvolvido considera uma forte correlação dos preços dos produtos seja com a nafta, ou com o petróleo, e permite que diferenças que estejam sendo praticadas em relação ao mercado internacional sejam captadas através de *spreads*, que deverão ser informados pelo usuário. Estes *spreads* estão fortemente associados ao momento em que se faz a projeção, pois eles derivam de questões logísticas, custos de exportação, custos de importação, e outros que possam impactar os custos de referência, seja para internação de produtos importados, seja para a exportação de produtos.

A Figura 21, a seguir, mostra um detalhe da tela onde são definidas algumas das variáveis estocásticas do problema.

PREMISSAS MACROECONÔMICAS	dez-06	jan-07	fev-07	mar-07	abr-07
CENÁRIOS MACROECONÔMICOS					
Preço Petróleo Brent - (US\$ / bbl)		63,00	63,00	63,00	63,00
Taxa de Câmbio - Valor escolhido - R\$ por dólar	2,1500	2,1483	2,1467	2,1450	2,1433
Inflação no período - Valor escolhido - %		0,34%	0,34%	0,34%	0,34%
PREÇO PETRÓLEO BRENT - (US\$ / BBL)					
Otimista		55,00	55,00	55,00	55,00
Provável		63,00	63,00	63,00	63,00
Pessimista		70,00	70,00	70,00	70,00
Desvio calculado		3,54	3,54	3,54	3,54
TAXA DE CÂMBIO					
Zerar efeito da taxa de câmbio ?	NÃO				
Taxa de Câmbio final na data base- R\$ por dólar	2,1500				
Taxa de Câmbio - Cenários para simulação - R\$ / dólar					
Otimista		2,1441	2,1382	2,1323	2,1264
Provável		2,1483	2,1467	2,1450	2,1433
Pessimista		2,1660	2,1821	2,1983	2,2147
Desvio calculado		0,01	0,01	0,02	0,02
INFLAÇÃO - IPCA					
Zerar efeito da taxa de inflação ?	NÃO				
Variação no ano (acumulada na data base)	3,20%				
Inflação no período - Cenários para simulação - %					
Otimista		0,28%	0,28%	0,28%	0,28%
Provável		0,34%	0,34%	0,34%	0,34%
Pessimista		0,39%	0,39%	0,39%	0,39%
Desvio calculado		0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 21 – Variáveis Estocásticas

Fonte: Elaborado pelo autor

5.6 SIMULAÇÕES

Estabelecidas todas as variáveis de entrada, o modelo está então em condições de proceder às simulações. Este processo é feito na aba “Simulações”, que está parametrizado para rodar 1000 vezes o modelo, de forma direta, mas que também pode rodar um número de até 1000 rodadas, conforme a demanda do usuário.

A Figura 22, a seguir, mostra uma seção da saída de dados da simulação do problema:

Central de Matérias-Primas Petroquímicas HISTÓRICO DE RODADAS				Rodar 1000 vezes		Rodar até 1000 vezes		Instruções Gerais			
Número de rodadas do Sistema		1000		Agora	Início	Fim	Duração				
				23:23:18	23:17:11	23:17:12	0:00:01				
Valores	Valor das operações da Empresa	Valor da Empresa	Valor da Empresa p/ os Acionistas	EBITDA	Lucro líquido	EVA®	Margem EBITDA	EBITDA	Lucro líquido	EVA®	Margem EBITDA
	2.502.876	2.903.143	1.354.696	708.862	282.567	170.295	13,2%	637.249	295.758	162.265	12,5%
1	2.224.932	2.625.199	1.076.752	714.348	291.822	176.861	13,3%	640.805	286.988	158.528	12,5%
2	2.147.861	2.548.128	999.681	724.845	290.807	176.279	13,6%	622.403	291.672	158.641	12,2%
3	2.793.963	3.194.230	1.645.783	701.644	295.443	178.312	13,0%	610.494	273.108	143.670	12,1%
4	2.174.608	2.574.875	1.026.428	723.780	295.653	183.605	13,3%	619.811	281.877	149.926	12,2%
5	2.025.425	2.425.692	877.245	720.311	293.154	179.140	13,3%	646.025	300.892	171.401	12,3%
6	2.431.305	2.831.572	1.283.125	684.471	288.614	171.001	12,9%	631.081	270.580	145.389	12,5%
7	2.489.813	2.890.080	1.341.633	691.136	286.590	169.815	13,2%	662.999	305.151	173.668	12,7%
8	2.240.179	2.640.446	1.091.999	705.998	283.261	169.449	13,1%	636.740	292.444	163.561	12,4%
9	2.424.713	2.824.980	1.276.533	707.305	302.990	185.315	13,3%	662.694	275.834	154.384	12,8%
10	2.309.178	2.709.445	1.160.998	693.145	291.360	175.265	13,0%	644.218	273.988	151.535	12,4%
11	2.337.468	2.737.735	1.189.288	690.817	290.522	173.958	13,0%	649.627	290.007	159.129	12,8%
12	2.884.758	3.285.025	1.736.578	699.850	276.564	164.550	13,1%	669.898	312.155	182.722	12,6%
13	2.661.239	3.061.506	1.513.059	677.092	287.079	170.306	12,7%	683.392	296.939	170.544	13,1%
14	1.977.227	2.377.494	829.047	685.890	280.851	166.180	12,9%	632.042	274.949	152.470	12,5%
15	2.223.620	2.623.887	1.075.440	705.289	288.453	174.162	13,1%	659.503	297.695	168.644	12,7%
16	2.394.172	2.794.439	1.245.992	696.562	276.215	163.869	13,2%	671.527	312.864	179.586	13,0%
17	2.491.364	2.891.631	1.343.184	677.250	282.243	165.978	12,8%	662.122	307.633	174.678	12,6%
18	2.056.009	2.456.276	907.829	697.101	289.399	173.350	13,0%	625.511	288.575	156.408	12,2%
19	2.392.380	2.792.647	1.244.200	711.669	304.031	187.086	13,3%	636.240	280.842	153.433	12,2%
20	2.459.308	2.859.575	1.311.128	722.076	306.568	188.943	13,3%	645.188	276.330	150.636	12,3%
21	2.218.963	2.619.230	1.070.783	709.980	300.370	183.985	12,9%	652.041	277.784	152.249	12,6%

Figura 22 – Simulações

Fonte: elaborado pelo autor

Uma vez que o sistema tenha feito as rodadas demandadas, então o usuário deverá ir até a aba “Estabilização”, onde ele poderá verificar se o número de rodadas foi satisfatório. Caso as variáveis de saída tenham convergido para valores estáveis, então não será necessário aumentar o número de rodadas.

A Figura 23, a seguir, mostra alguns dos gráficos das variáveis de saída da simulação, onde o número de rodadas simuladas foi suficiente para estabilizar as médias das mesmas:

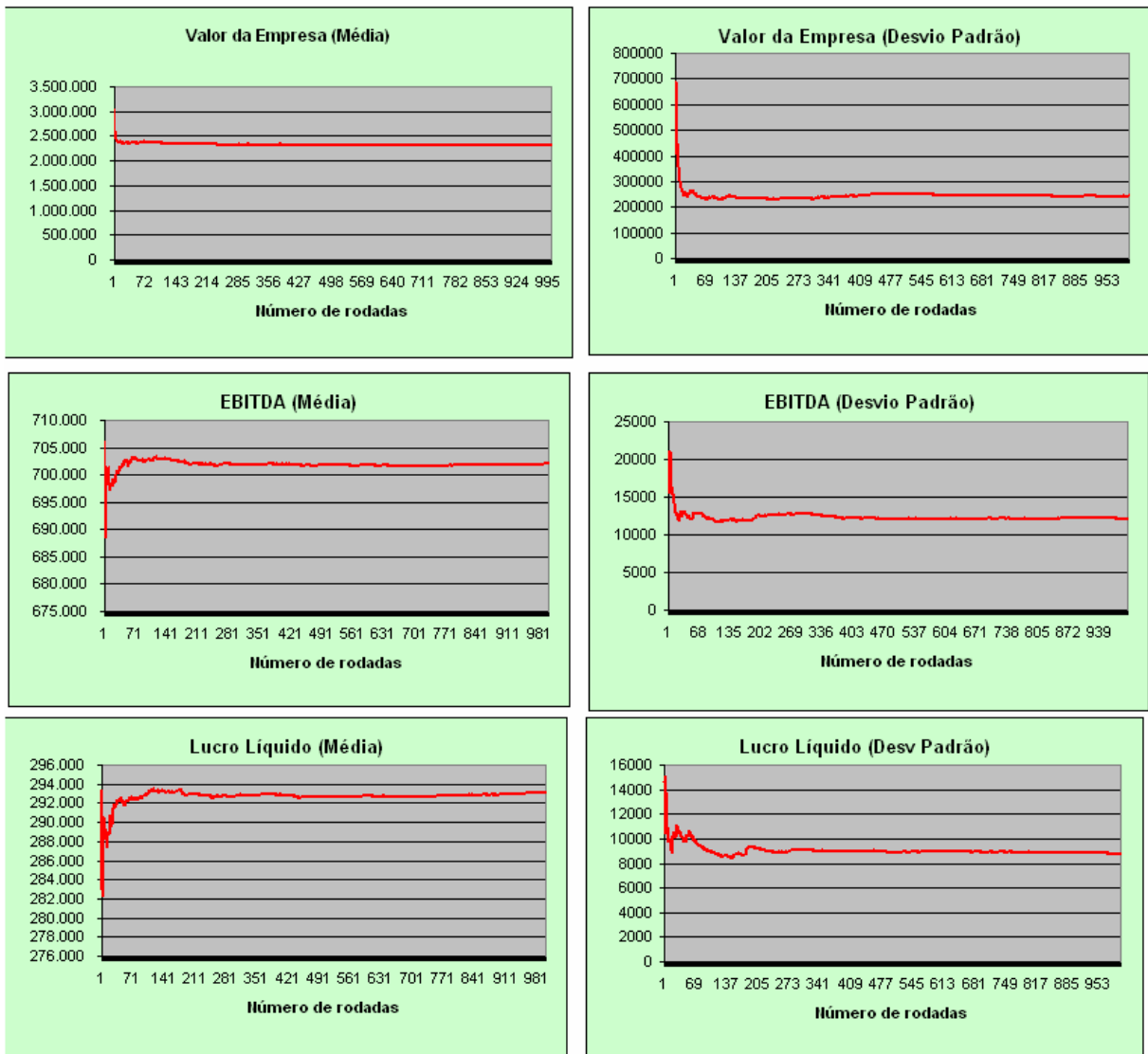


Figura 23 – Estabilização das Variáveis de Saída

Fonte: Elaborado pelo autor

A seguir, na aba “Histogramas”, são apresentados os histogramas das variáveis de saída, bem como a distribuição de frequência acumulada, onde é possível escolher o período a ser analisado. A Figura 24, a seguir, mostra alguns destes histogramas.

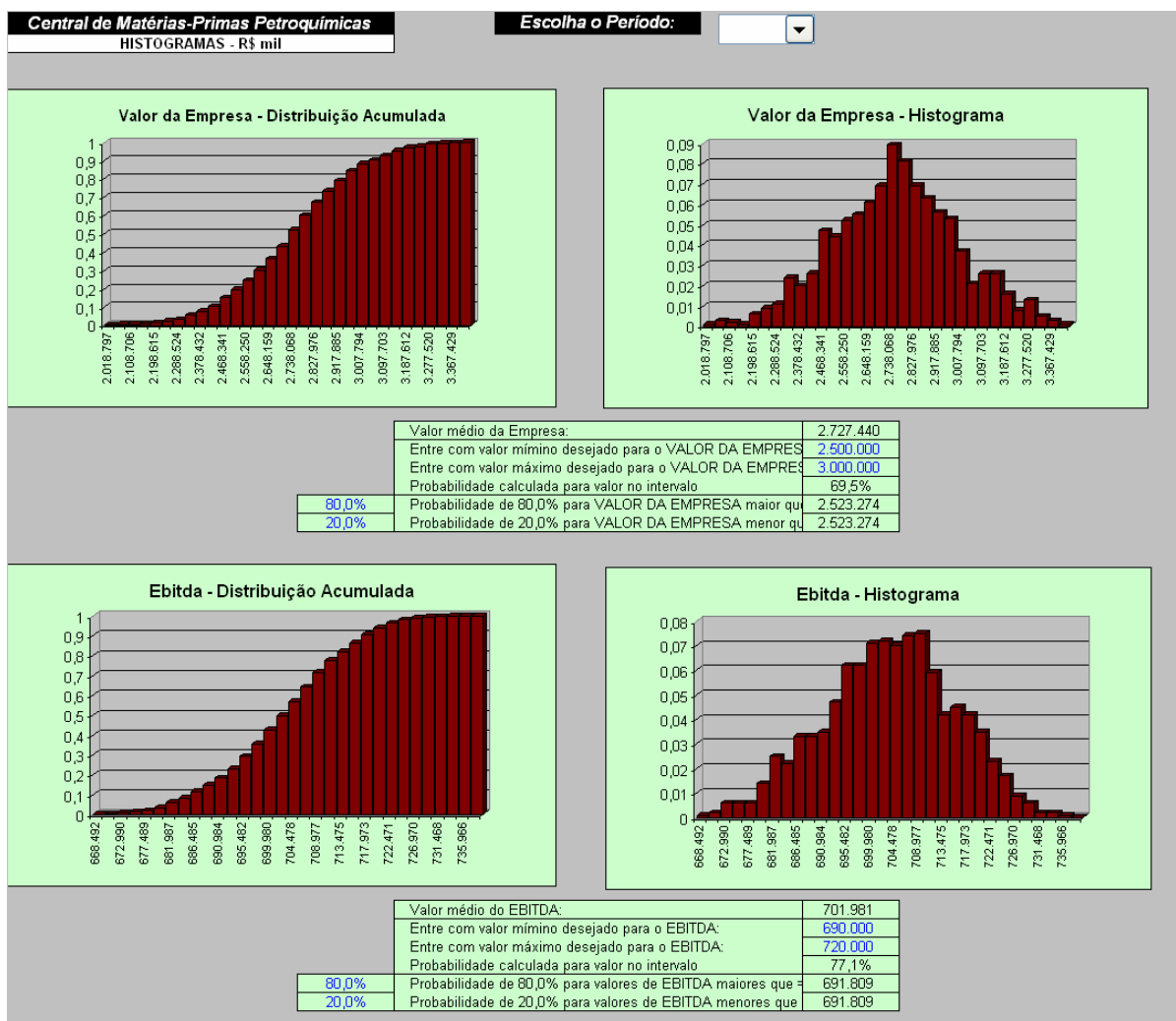


Figura 24 – Histogramas das Variáveis de Saída

Fonte: Elaborado pelo autor

Deve-se observar que neste ponto o sistema apresenta ao usuário informações estatísticas suficientes para uma análise mais clara dos resultados das projeções, dimensionando claramente o nível de risco associado à variável, através das suas distribuições de probabilidades,

São apresentados os valores médios para cada uma das variáveis ali representadas nos histogramas. Adicionalmente, é possível avaliar a probabilidade da variável estar contida dentro de um determinado intervalo. Assim, pode-se por exemplo verificar qual a probabilidade do Valor da empresa estar situado entre R\$ 2 bilhões e R\$ 3 bilhões.

Pode-se também avaliar, por exemplo, a probabilidade do EBITDA estar abaixo ou acima de determinado valor. Com este tipo de informação, o gestor qualifica melhor suas decisões, pois os riscos se tornam mais claros.

Por último, a aba “Previsto x Realizado” permite ao usuário fazer um acompanhamento do realizado, tendo em vista os cenários de projeção, conforme pode ser visto na Figura 25, a seguir:

COPESUL - CIA PETROQUÍMICA DO SUL									
ANÁLISE REAL X ORÇADO - EM R\$ mil									
	31-dez-06	jan-07				fev-07			
	Realizado	Projetado	Realizado	Variação R\$	Variação %	Projetado	Realizado	Variação R\$	Variação %
ATIVO									
Circulante									
Caixa e bancos	50738,55717	43755,46401	18000	-25755,46401	-58,9%	52079,38941			
Títulos e valores mobiliários	33.159	29.380	212.000	182.620	621,6%	34.288			
Contas a receber	287.196	283.264	373.000	89.736	31,7%	301.663			
Clientes - mercado interno	88.074	88.074	45.000	(43.074)	-48,9%	88.074			
Clientes - mercado externo	6.937	6.937	26.000	21.063	303,6%	6.937			
Partes relacionadas operacional	291.681	288.319	227.000	(61.319)	-21,3%	297.853			
Partes relacionadas outros	159.364	155.635	70.000	(85.635)	-55,0%	162.145			
Outras contas a receber	13.368	11.926	3.000	(8.926)	-74,8%	13.600			
Estoques	51.092	52.900	229.000	176.100	332,9%	54.250			
Estoques de matéria-prima	9.444	9.444	126.000	118.556	1255,4%	9.444			
Estoques de produtos em processo	58.414	58.414	12.000	(46.414)	-79,5%	58.414			
Estoques de produtos acabados	115.521	105.019	37.000	(68.019)	-64,8%	94.517			
Estoques de produtos químicos	20.103	18.275	7.000	(11.275)	-61,7%	16.448			
Outros estoques	0	0	45.000	45.000	-	0			
Impostos e taxas a recuperar no curto prazo	1.134.335	1.073.773	99.000	(974.773)	-90,8%	1.067.887			
Despesas pagas antecipadamente no curto prazo	0	0	20.000	20.000	-	0			
Outros ativos circulantes	330.254	330.979	0		#VALOR!	331.095			
	93145	93145	951000	857855	921,0%	93145			

Figura 25 – Balanço Patrimonial – Previsto x Realizado

Fonte: Elaborado pelo autor

6 CONCLUSÃO

O processo de gestão de uma empresa envolve fundamentalmente a tomada de decisões visando garantir o crescimento e a perpetuidade do negócio.

As decisões tomadas, sejam elas boas ou ruins refletem no valor econômico da empresa. E o mercado reconhece a qualidade da gestão através dos investidores, que compram ações das empresas bem administradas e vendem ações daquelas cujo desempenho fica a desejar.

Com a abertura crescente do Brasil ao mercado internacional, a concorrência é cada vez maior e as empresas não contam mais com um ambiente favorável à obtenção de resultados positivos com pouco esforço.

Assim, a instrumentalização dos gestores com ferramentas de apoio à tomada de decisão é fundamental para o sucesso de qualquer empresa.

Dentro deste contexto, o desenvolvimento dos planos de negócio e planos operacionais das empresas deve ser lastreado em projeções financeiras, que darão suporte aos gestores na análise de cenários prospectivos, permitindo que questões relevantes ao crescimento sejam melhor avaliadas, permitindo dimensionar de forma mais clara os riscos envolvidos em todo o processo.

Assim, projeções financeiras adequadas permitirão aos gestores responder questões relevantes do seu dia-a-dia, tais como:

- Qual a melhor política de estoques, tanto de matérias-primas quanto de produtos acabados a ser adotada, de forma a poder garantir o atendimento das demandas dos clientes?
- Qual o impacto no fluxo de caixa da empresa em função de diferentes políticas de crédito aos clientes?
- Qual o impacto nos resultados em função da exposição cambial da empresa?
- Como as taxas de juros afetam os resultados da empresa?
- O fluxo de caixa previsto é suficiente para atender a demanda de recursos para garantir o crescimento do negócio?

Dentro deste conceito, projeções financeiras adequadas fornecem aos administradores das empresas todo o suporte necessário ao processo de tomada de

decisões. Assim, se em função de determinadas premissas as projeções indicam resultados insuficientes, com baixo valor agregado, então o administrador poderá rever os planos e repensar alternativas que permitam correção de rotas e escolhas de cenários mais atrativos.

Entretanto, é importante notar que o uso de projeções financeiras baseadas em modelos determinísticos, quando a realidade é dinâmica, não dará o suporte necessário aos tomadores de decisão. Nestes modelos os preços de venda são fixos e os custos de produção são bem determinados, quando na realidade, a incerteza sobre os mesmos é a realidade predominante.

A simulação de Monte Carlo permite trabalhar estas incertezas, considerando cada variável crítica do modelo como elas realmente o são: - incertas, podendo ocorrer dentro de uma faixa de variação, que esta sim, pode ser definida com muito mais propriedade pelos especialistas no negócio ou pelo próprio histórico de ocorrência das mesmas.

Assim, a simulação de Monte Carlo permitirá uma qualificação no processo decisório da empresa, tornando-a mais apta a enfrentar um mundo cada vez mais competitivo.

É importante notar que o modelo aqui desenvolvido é flexível o bastante para que especificidades associadas a uma determinada empresa possam ser incorporadas.

Este modelo, por exemplo, aborda apenas duas moedas – o Real e o Dólar. Não é difícil entretanto que mais moedas sejam incorporadas, dependendo da inserção internacional da empresa. Relações de preço diferentes das aqui estabelecidas poderão ser modeladas. Alterações em alíquotas de impostos sobre a venda poderão ser facilmente alteradas.

Distribuições de probabilidades diferentes das aqui utilizadas poderão ser facilmente adotadas, visando adequar o modelo às características particulares a cada negócio.

Indicadores analíticos não abordados aqui, mas que sejam de relevância em função de alterações do negócio e ou do momento da empresa, poderão ser facilmente, construídos.

Enfim, a adaptabilidade do modelo e a rapidez nas respostas tornam-no bastante atrativo para uso nas empresas.

Cumprе ressaltar, contudo, que a aplicação da metodologia de Monte Carlo só trará resultados adequados à realidade se o modelo desenvolvido considerar a existência de correlação entre as variáveis estocásticas.

Variáveis de entrada nos modelos podem não ser independentes umas das outras. Neste caso, a não consideração desta dependência poderá fazer com que os valores gerados para as variáveis não guardem relação entre si, o que tornaria o modelo inadequado para o propósito buscado.

Este é o caso, por exemplo, quando existe uma correlação forte entre um preço de venda de um produto e o preço do insumo principal para gerá-lo. Assim, dados os intervalos de ocorrência possíveis para cada preço, segundo uma dada distribuição de probabilidade, é esperado que o modelo ao gerar um preço maior para o insumo, faça com que este fato se reflita na geração do preço de venda do produto. Caso isto não seja assim, como os valores são gerados aleatoriamente, podemos ter preços não condizentes com a realidade do negócio, o que levará a resultados inadequados, eventualmente exacerbando ou reduzindo o risco do negócio.

Assim, a utilização da metodologia de Monte Carlo em modelos adequadamente construídos, capazes de representar razoavelmente bem a realidade esperada, onde as possíveis correlações entre as variáveis de entrada são consideradas, permitirá que se possa ter uma visão mais clara dos riscos associados, desta forma melhor embasando todo o processo de tomada de decisão dentro da empresa.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. E. R. Cost-Volume-Profit Analysis Using the Monte Carlo Method. In: ACADEMY OF BUSINESS & ADMINISTRATIVE SCIENCES INTERNATIONAL CONFERENCE, 1999, Barcelona. **Anais eletrônicos...** Barcelona: ABAS, 1999. Disponível em: <http://www.sba.muohio.edu/abas/1999/conf_proc_authors.html>. Acesso em: 12 dez. 2006.

ASSIS, J. P. et al. Notas científicas: simulação estocástica de atributos do clima e da produtividade potencial de milho utilizando-se distribuição triangular. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 539-543, mar. 2006.

BRASIL, H. V.; BRASIL, H. G. **Gestão financeira das empresas: Um Modelo Dinâmico**. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

BRASIL, H. G.; FLEURIET, M. Fluxo de caixa e análise de posicionamento estratégico. **Revista de Economia e Administração**, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 1-21, 2003.

BERNSTEIN, P. L. **Desafio dos deuses: A fascinante história do risco**. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITCKE, B. H. **Análise de investimentos**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

COMPANHIA PETROQUÍMICA DO SUL – INDÚSTRIA PETROQUÍMICA. 2006. Disponível em: <<http://www.copesul.com.br/petroquimica/index.htm>>. Acesso em: 15 nov. 2006.

CORRAR, L. J. O modelo econômico da empresa em condições de incerteza: Aplicação do método de simulação de Monte Carlo. **Caderno de Estudos Fipecafi**, São Paulo, n. 8, p. 1-11, 1993.

CORRAR, L. J.; THEÓPHILO, C. R. **Pesquisa operacional para decisão em contabilidade e administração**. São Paulo: Atlas, 2004.

COSTA, L. G. A. **Modelagem financeira aplicada à análise, previsão e avaliação de Empresas**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1999.
EHRBAR, Al. **EVA - Valor Econômico Agregado**: A verdadeira chave para a criação da riqueza. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2000.

EHRlich, P. J. **Pesquisa operacional**: Curso introdutório. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1985.

FLEURIET, M.; KEHDY, R.; BLANC, G. **O Modelo Fleuriet**: A dinâmica financeira das empresas. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

GOMES, G.; DVORSAK, P.; HEIL, T. Indústria petroquímica brasileira: situação atual e perspectivas. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 21, p. 75-104, mar. 2005.

HAAHR, M. **Random.org**: True random number service. 1998. Disponível em: <<http://www.random.org/>>. Acesso em: 12 dez. 2005.

HANSEN, D. R.; MOWEN, M. M. **Gestão de custos**. São Paulo: Pioneira, 2000.

HERTZ, D. B. Risk Analysis in Capital Investment. **Harvard Business Review**, Boston, v. 57, n. 5, p. 169-181, 1979.

IUDÍCIBUS, S.; MARTINS, E.; GELBCKE, E. R. **Manual de contabilidade das sociedades por ações (aplicável às demais sociedades)**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LANE, D. **Online statistics**: An interactive multimedia course of study. 11 ago. 2006. Disponível em: <<http://www.onlinestatbook.com/chapter6/intro.html>>. Acesso em: 12 out. 2006.

MARGUERON, M. V. L. **Processo de tomada de decisão sob incerteza em investimentos internacionais na exploração e produção de petróleo**: uma abordagem multicritério. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

MARION, J. C. **Contabilidade empresarial**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

MCCLURE, B. **A clear look at EBITDA**. 2006. Disponível em:
<<http://www.investopedia.com/articles/06/ebitda.asp>>. Acesso em: 15 jun. 2005.

METROPOLIS, N. The beginning of the Monte Carlo method. **Los Alamos Science Special Issue**, Los Alamos, n. 15, p. 125-130, 1987.

MONTENEGRO, R. S. P. **O setor petroquímico**. 2002. Disponível em:
<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/livro_setorial/setorial09.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2006.

MOTTA, R. et al. Investment and risk analysis applied to the petroleum industry. In: SPE ASIA AND PACIFIC OIL AND GAS CONFERENCE AND EXHIBITION, 2000, Brisbane. **Anais...** Brisbane: Society of Petroleum Engineers, 2000. SPE 64528

MOORE, J. H.; WEATHERFORD, L. R. **Decision modeling with Microsoft® Excel**. 6. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2001.

MURTHA, J. **Risk Analysis for the Oil Industry**. 2000. Disponível em:
<<http://www.jmurtha.com/downloads/riskanalysisClean.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2005.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY; SEMATECH. **e-Handbook of Statistical Methods**. 2003. Disponível em:
<<http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/>>. Acesso em: 29 set. 2005.

OLAFSEN, T.; DERVA, J. M.; PULLEN, E. Corporate risk analysis. **Value Sim**, Oslo p. 1-30, Nov. 2001. Disponível em:
<http://www.valuesim.no/downloads/Corporate_Risk_Analysis.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2006.

PLLANA, S. **History of Monte Carlo method**. [200-?]. Disponível em:
<<http://www.geocities.com/CollegePark/Quad/2435/>>. Acesso em: 27 set. 2005.

RAGSDALE, C. T. **Spreadsheet modeling and decision analysis**. 2. ed. Cincinnati: South-Western College Publishing, 1998.

RODE, D.; FISCHBECK, P.; DEAN, S. Monte Carlo methods for appraisal and valuation: A case study of a nuclear power plant. **Journal of Structured and Project Finance**, Washington, v. 7, n. 3, p. 38-48, 2001.

RODRIGUES, R. N. Avaliação de empresas em condições de risco. **Revista de Contabilidade**, São Paulo, v. 8, n. 23, p. 4-18, mar. 2003.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. F. **Administração financeira: corporate finance**. São Paulo: Atlas, 1995.

SAVVIDES, S. C. Risk analysis in investment appraisal. **Project Appraisal**, v. 9 n. 1, p. 3-18, 1994.

SIEGRIST, K. **Three problems in probability**. [200-?]. Disponível em: <www.ship.edu/~deensl/mathdl/stats/index.html>. Acesso em: 27 set. 2005.

STUMPP, P. M. et al. **Putting EBITDA em perspective**. 2000. Disponível em: <<http://www.bofabusinesscapital.com/resources/other/EBITDA.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2006.

THANH, T. T. An improved method for reserves estimation. In: ASIA PACIFIC OIL AND GAS CONFERENCE AND EXHIBITION, 2002, Melbourne. **Anais...** Melbourne: Society of Petroleum Engineers, 2002. SPE 101939.

WEISSTEIN, E. W. **Buffon's needle problem**. 2005. Disponível em: <<http://mathworld.wolfram.com/BuffonsNeedleProblem.html>>. Acesso em: 12 dez. 2006.