

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
Centro Sócio Econômico
Departamento de Ciências Econômicas

PAULO EDUARDO BOGONI

MODELO DE SIMULAÇÃO ECONÔMICA
EM PEQUENAS EMPRESAS
ESTUDO DE CASO

Florianópolis, 2009

PAULO EDUARDO BOGONI

MODELO DE SIMULAÇÃO ECONÔMICA
EM PEQUENAS EMPRESAS
ESTUDO DE CASO

Monografia submetida ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito obrigatório para a obtenção do grau de Bacharelado.

Orientador: Prof. João Randolfo Pontes

Florianópolis, 2009

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
Centro Sócio Econômico
Departamento de Ciências Econômicas

A Banca Examinadora resolveu atribuir a nota 7,5 ao aluno Paulo Eduardo Bogoni na disciplina CNM 5420 – Monografia, pela apresentação deste trabalho.

Banca Examinadora:

Prof. João Randolfo Pontes
Orientador

Prof. Eraldo Sérgio B. da Silva

Prof. José Antonio Nicolau

Dedico este trabalho a meus pais, minha esposa e minha filha.

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo estudar fundamentos e métodos para elaborar uma ferramenta simples que possa oferecer subsídios mais qualificados no momento da tomada de decisão de investimento nas empresas. Neste contexto o trabalho aborda os conceitos básicos da decisão, as variáveis envolvidas no processo e um dos modelos tradicionais utilizados para gerar dados com base em simulação determinística, para então construir um modelo de simulação probabilística, com base nos conceitos de simulação do modelo de Monte Carlo. Como resultado tangível do trabalho foi construída uma planilha que permitiu efetuar simulações empíricas que validaram o resultado obtido pelos métodos determinístico e probabilístico, permitindo uma melhor análise dos dados disponíveis no momento da tomada de decisão de investimento.

Palavras-Chave: Decisão, Simulação Determinística, Simulação Probabilística, Monte Carlo.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	9
1.1 Objetivos.....	11
1.1.1 Objetivo geral	11
1.1.2 Objetivos específicos.....	11
1.2 Metodologia.....	12
1.3 Organização do trabalho.....	12
CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1 Negócios e tomada de decisão.....	13
2.2 Avaliação tradicional para tomada de decisão	15
2.2.1 Investimento e composição dos recursos	15
2.2.2 Custos fixos, variáveis, comerciais, industriais e custo dos recursos.....	16
2.2.3 Preço	17
2.2.4 Receita total, lucro operacional e lucro líquido.....	18
2.2.5 Retorno do investimento.....	19
2.3 Simulação	20
2.3.1 Simulação determinística.....	23
2.3.2 Simulação probabilística.....	24
2.3.3 Simulação utilizando o modelo de Monte Carlo	25
CAPÍTULO 3 - CONSTRUÇÃO DO MODELO DE SIMULAÇÃO	27
3.1 Escolha e desenvolvimento do modelo	27
3.1.1 Adaptação do modelo determinístico	28
3.1.2 Resultado pelo modelo determinístico	30
3.1.2 Identificação da variável de incerteza	30
3.1.3 Identificação das variáveis de saída para análise.....	31
3.1.4 Geração do modelo probabilístico.....	31
3.2 Executando a simulação e tratando os resultados.....	33
CAPÍTULO 4 - UTILIZAÇÃO EMPÍRICA DO MODELO DE SIMULAÇÃO.....	37
4.1 Análise do caso 01	37
4.2 Análise do caso 02.....	39
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES FINAIS	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição de frequência do prazo de retorno do investimento (<i>payback</i>)	34
Figura 2 – Planilha para parametrizar e observar resultado da simulação probabilística.....	35
Figura 3 – Fluxo do processo de simulação	35
Figura 4 – Simulação probabilística – Caso 01 – Hipótese 01	38
Figura 5 – Simulação probabilística – Caso 01 – Hipótese 02.....	39
Figura 6 – Simulação probabilística – Caso 02 – Hipótese 01	41
Figura 7 – Simulação probabilística – Caso 02 – Hipótese 02.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Viabilidade Econômica a 60%, 80% e 100% da capacidade.....	27
Tabela 2 - Entrada de custos fixos.....	28
Tabela 3 – Entrada de custos variáveis.....	29
Tabela 4 – Entrada de imobilizações fixas	29
Tabela 5 – Entrada de imobilizações financeiras	29
Tabela 6 – Parâmetros para calculo da simulação determinística	29
Tabela 7 – Simulação determinística.....	30
Tabela 8 – Amostra da tabela de simulação probabilística.	33
Tabela 9 – Simulação determinística – Caso 01	38
Tabela 10 – Simulação determinística – Caso 02.....	40

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Os fundamentos dos negócios no mundo dinâmico da concorrência tornam evidente o processo de otimização dos recursos aplicados. Estes fundamentos ligados principalmente a competição entre as empresas, onde sucesso ou a sobrevivência do negócio depende de quão corretas são as decisões tomadas, não é recente. Marshall no início de sua obra em 1890 aponta que este processo, já naquela época, estava se intensificando e como podemos vivenciar é ainda mais presente hoje que outrora.

Diz-se com frequência que as modernas formas de vida industrial se distinguem das antigas por serem mais competitivas. Mas este juízo não é perfeitamente satisfatório. O significado estrito de concorrência parece ser a disputa entre duas pessoas orientadas especialmente para a venda ou a compra de alguma coisa. Esta espécie de disputa é sem dúvida mais intensa e mais largamente difundida do que costumava ser; mas isto é só uma conseqüência secundária, e se poderia quase dizer accidental, das características fundamentais da moderna vida industrial.

Não há um termo que expresse essas características adequadamente. Elas são, tal como veremos em seguida, uma certa independência e hábito de cada um escolher o seu próprio roteiro, uma confiança em si mesmo; uma deliberação e mesmo uma presteza de escolha e julgamento e um hábito de projetar o futuro e de modelar cada um o seu programa tendo em vista objetivos distantes.

(MARSHALL, 1890, p.80)

Marshall identificou há quase 120 anos, características que definem as decisões de negócio até os dias de hoje e dentro destas podemos verificar que no atual cenário mundial de crise econômica o correto direcionamento na tomada de decisão de investimento é fator determinante na competitividade e na sobrevivência da empresa. A escassez de recursos naturais, as restrições envolvidas no crédito para o financiamento do investimento, as restrições de capital próprio dos empresários, altos custos envolvidos no processo, fazem com que a incerteza predomine no momento da decisão de investimento.

Em qualquer tipo de negócio o nível de incerteza está diretamente associado ao custo de um projeto, quanto maior o nível de risco maior o custo de um projeto, visto que:

- Será necessário maior capital disponível para imprevistos;
- Capitais obtidos através de empréstimos levam em conta o nível de risco para determinar a taxa de juros;
- Elevado nível de risco dificulta a composição com novos investidores.

Como reduzir os níveis de incerteza, tornando a decisão de investimento mais segura? Como podem as disciplinas da ciência econômica contribuir para minimizar o risco

envolvido no processo de investimento? É possível elaborar modelos de simulação que apóiem a tomada de decisão dos empreendedores no momento do início de um investimento e no decorrer da vida empresarial a fim de gerar base sustentável para validar as decisões econômico-financeiras a serem tomadas?

Para responder a estas questões é necessário entender que objetivo de um negócio, como pode ser analisado a partir de Marshall, vai além da simples realização do lucro, apesar deste ser ainda o principal foco.

A verdade é que as melhores energias dos mais hábeis inventores e organizadores de métodos e instrumentos aperfeiçoados são mais estimuladas por uma nobre emulação do que pelo amor ao dinheiro em si. Contudo, o motivo mais constante para a atividade dos negócios é o desejo da remuneração, a recompensa material do trabalho.

(MARSHALL, 1890, p.85)

Trazendo esta definição para uma visão contemporânea, este objetivo deve ser orientado no intuito de produzir, ofertar, comercializar, um produto ou serviço da forma mais eficaz. Isso envolve desde a racionalidade na composição dos custos de produção ou aquisição até o atendimento do destino final que é o cliente, possibilitando ao negócio a consolidação de sua posição no mercado, a sustentabilidade e a consequente obtenção do lucro, que será o prêmio pelo sucesso obtido.

Dentro deste processo está envolvido um conjunto complexo de tomada de decisões que irão definir o sucesso ou não do negócio. Entre estas decisões estão: como e em que investir? Ampliar ou reestruturar? Utilizar capital próprio ou de terceiros? Adotar como foco o preço ou a diferenciação? Entre outras. Desta forma, a tomada de decisão para o investimento é hoje uma das mais árduas tarefas a serem executadas pelos homens de negócio, que geralmente contam com razões emocionais que devem ser conciliadas com o conjunto de variáveis econômicas e financeiras para que o objetivo desejado seja atingível.

A compilação dos dados e variáveis envolvidas nesta tomada de decisão é um trabalho que envolve uma série de passos e processos até que se possa obter a resposta correta em relação ao possível investimento, desta forma empresas de todos os portes podem e devem utilizar modelos de simulação para prover base sustentável para a criação e execução de novos projetos, minimizando o trabalho para determinar a viabilidade e melhor direcionando os esforços, evitando o dispêndio de recursos, que normalmente são escassos, dispêndio este que pode comprometer a competitividade da empresa no mercado frente a seus concorrentes. Em vista disso, técnicas que possibilitem melhorar o processo de decisão contribuirão

diretamente para aumentar o nível de competitividade da empresa, sendo fator determinante ao sucesso desta.

Uma das tarefas dos economistas é orientar e prover insumos necessários que possam auxiliar neste processo. Este trabalho procura contribuir para que as empresas possam, sem despendar grandes volumes financeiros, efetuar a tomada de decisão com maior eficiência e mais certeza quanto os resultados que serão obtidos, seja no investimento inicial, seja no incremento de sua atividade produtiva.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é gerar uma ferramenta simples e de custo acessível, que permita elaborar simulação econômica de investimento para auxiliar os empreendedores na tomada de decisão eficiente e eficaz.

1.1.2 Objetivos específicos

São os objetivos específicos:

- a) levantar os fundamentos econômicos e computacionais aplicados ao processo de otimização das decisões empresariais;
- b) identificar as principais metodologias que possam ser aplicadas no auxílio à tomada de decisão;
- c) elaborar uma ferramenta útil e parametrizável a ser aplicada no processo de decisão, reduzindo o risco e erros que podem levar ao insucesso do negócio;
- d) aplicar a ferramenta em testes empíricos, a fim de validar sua eficiência.

1.2 Metodologia

O presente estudo tem caráter aplicado e exploratório, avaliando a possibilidade de utilização de uma ou mais técnicas na elaboração de uma ferramenta de simulação.

1.3 Organização do trabalho

A organização do presente se deu em cinco capítulos distintos. Neste capítulo introdutório são apresentados os objetivos e metodologias utilizadas.

No segundo capítulo são analisadas e revisadas as literaturas sobre o tema, apresentando os principais conceitos necessários ao estudo e analisando alternativas que pudessem ser aplicadas como base para a segunda fase do trabalho.

No terceiro capítulo do trabalho foi apresentada a forma de construção de um conjunto de planilhas em ferramenta Microsoft Excel, que devidamente preenchidas apresentam cálculos e dados que contribuem para a ratificação ou contestação do investimento em estudo.

No quarto capítulo, em consonância com o processo de elaboração da planilha, aplicou-se empiricamente a ferramenta em dois estudos de casos de forma a validar e comparar os resultados com o método tradicionalmente utilizado, a fim de aferir se a ferramenta pode contribuir para a melhoria dos parâmetros de decisão, buscando insumos para o refinamento da mesma. Ambos os estudos de caso tem como base projetos que foram apresentados por alunos do curso de economia da UFSC como trabalho final da disciplina de Elaboração e Análise de Projetos, e tiveram seu dados e valores submetidos a avaliação durante o curso daquela disciplina.

Finalmente no quinto capítulo são apresentadas as conclusões referentes ao estudo realizado.

CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo é apresentada uma revisão sobre os principais conceitos teóricos necessários ao entendimento da proposta em questão. No início são apresentadas as definições dos itens que envolvem a decisão pelo investimento, inclusive o próprio conceito de investimento, recursos, custos, rentabilidade, preços e equilíbrio financeiro. Na continuidade são explicados os conceitos de simulação e os principais métodos utilizados nos modelos de simulação em uso na atualidade, suas aplicações e a aderência ao trabalho proposto. Como conclusão é apresentada a formação da base de variáveis necessárias à elaboração do modelo de simulação que deu subsídios e base matemática para a construção da ferramenta do estudo.

2.1 Negócios e tomada de decisão

Ao conceber um negócio ou a expansão de um já existente, pressupõe-se que o empresário/investidor esteja na expectativa de obter um retorno financeiro para tal investimento.

Todo negócio é uma transação comercial que visa obter ganhos ou lucros operando num determinado mercado. Sua viabilização depende da visão das pessoas que estão idealizando o projeto, do produto a ser ofertado, da tecnologia escolhida, da estrutura de capital utilizada, da competência humana contratada e da estratégia escolhida.

(PONTES, 2008, p. 1)

A satisfação desta expectativa está ligada a fatores qualitativos da competência humana, da informação e das estratégias. Marshall dentro da evolução de sua obra de 1890 a 1910, bem observava que os grandes negócios obtêm vantagem sobre os de menor tamanho, pela quantidade e qualidade das informações que dispõe, mas também observava que tal disparidade vem sendo reduzida, por diversos fatores advindos da modernização da economia.

Se bem que sempre fique em grande desvantagem quanto à obtenção de informações e à realização de experiências, nesse terreno o curso geral do progresso vem em seu favor. Pois as economias externas estão constantemente crescendo em importância relativamente às internas, em todos os campos da ciência dos negócios: jornais, publicações profissionais e técnicas de todos os gêneros estão permanentemente observando por ele e trazendo-lhe os conhecimentos de que precisa.

(MARSHALL, 1890, p. 332)

Portanto, a evolução dos meios de comunicação, o acesso mais facilitado a tecnologia e aos estudos científicos, torna o processo de decisão mais equilibrado entre

projetos de todos os tamanhos, solidificando ainda mais a tomada de decisão no nível empresarial como de suma importância para o processo de evolução de um negócio. Em vista disso existem estudos de diversos autores que abordam o assunto, procurando dissecar as minúcias do processo. Em Shimizu (2006) pode-se observar a classificação das decisões por níveis de importância, por impacto ou mesmo pelo tempo que duram seus efeitos dentro da organização. Em Chiavenato (1997) a tomada de decisão é abordada no contexto da organização e da relação dos indivíduos com esta.

A organização é um sistema de decisões em que cada pessoa participa consciente e racionalmente, escolhendo e decidindo entre alternativas mais ou menos racionais que são apresentadas de acordo com sua personalidade, motivações e atitudes. Os processos de percepção das situações e o raciocínio são básicos para a explicação do comportamento humano nas organizações. Em resumo, as pessoas são processadoras de informação, criadoras de opinião e tomadoras de decisão.

(CHIAVENATO, 1997, p.348).

Chiavenato (1997) também aborda e discrimina os elementos que compõem a decisão e as etapas do processo de decisão, estabelecendo o fluxo pelo qual passa o processo.

Os seis elementos por ele definidos são:

1. tomador de decisão;
2. objetivos;
3. preferências;
4. estratégia;
5. situação e
6. resultado

As etapas, segundo ele, são:

1. percepção da situação que envolve algum problema;
2. análise e definição do problema;
3. definição dos objetivos;
4. procura de alternativas de solução ou de cursos de ação
5. escolha da alternativa mais adequada ao alcance dos objetivos;
6. avaliação e comparação das alternativas e
7. implementação da alternativa escolhida.

Pode se observado em comum nestes autores que a decisão empresarial é um processo pelo qual os indivíduos buscam escolher dentre as opções disponíveis a que melhor

se ajusta à resolução do problema que lhes é presente, utilizando para tal, sua racionalidade, com base nos dados que dispõe e sua interpretação do ambiente e problema.

Mesmo tendo por base suas experiências, seu conhecimento, dados históricos, econômicos e financeiros, ainda assim as tomadas de decisão, principalmente as que envolvem projetos de prazo mais longo, estão sujeitas à incerteza gerada pelos fatores tempo, ambiente e reações do meio em que estão inseridas. Desta forma, a tomada de decisão está sujeita às qualidades do tomador de decisão, a precisão dos dados que este utiliza como base de sua análise e as possíveis reações do meio-ambiente em que se insere o negócio. Assim sendo, processos de simulação, atuando na precisão dos dados e nas reações do ambiente podem produzir cenários que permitam avaliar qual o risco envolvido e estimar os possíveis resultados para cada um dos cenários.

Importante destacar os seguintes itens: a decisão é um conjunto de processos onde os indivíduos buscam escolher dentre as opções disponíveis a que melhor se ajusta a resolução do problema que lhes é presente; Cada vez mais a tomada de decisão se torna fundamental para o sucesso do negócio; E finalmente a tomada de decisão envolve processos que podem ser modelados e simulados.

2.2 Avaliação tradicional para tomada de decisão

Existem variadas formas tradicionais de simulação para avaliar a viabilidade de um projeto e orientar a tomada de decisão. Normalmente, todas elas irão considerar um conjunto de informações, “variáveis”, que serão relevantes para a composição de indicadores de rentabilidade que são normalmente utilizados para a avaliação do projeto. Nesta seção, alguns destes indicadores e as variáveis da qual se originam são abordados no intuito de elucidar sua importância no contexto proposto.

2.2.1 Investimento e composição dos recursos

Investimento é a aplicação de algum tipo de recurso, financeiro ou material, com objetivo de obter resultado financeiro superior ao montante investido. Nesta breve definição,

identificamos nosso primeiro fator matemático a ser analisado, $I = R$, ou seja, investimento igual ao montante de recursos disponíveis. Estes recursos podem ter duas origens distintas: recursos próprios ou de terceiros. Os coeficientes da composição destes recursos são fator determinante no custo final do investimento.

Segundo Pontes (2006), a composição dos recursos destinados ao investimento pode ser representada através da seguinte expressão matemática:

$$I = \alpha (R) + \beta (R), \text{ onde } \alpha + \beta = 1 ,$$

Sendo:

I = Investimentos

R = Recursos

α = coeficiente de participação dos recursos próprios

β = coeficiente de participação dos recursos de terceiros

Faz-se necessário então definir o custo envolvido na composição de cada um dos coeficientes supracitados e qual sua influência no custo total do investimento. O custo para o capital próprio está ligado ao custo de oportunidade existente na possibilidade da realização do investimento atual em detrimento de outro investimento ou da liquidez. Este custo deve ser diretamente compensado pela expectativa de lucro do investimento atual, o qual será abordado em tópicos subsequentes. Já o custo dos recursos de terceiros está ligado diretamente à taxa de juros corrente no mercado financeiro, a qual afetará o resultado final e o montante esperado de retorno do investimento.

2.2.2 Custos fixos, variáveis, comerciais, industriais e custo dos recursos.

Em vista do modelo que será aplicado neste trabalho, será pertinente o entendimento da distinção entre custos fixos e variáveis, bem como a distinção entre custos comerciais e industriais.

Custos fixos são os valores despendidos dentro do processo produtivo, que independem da quantidade de produto que será produzido. Este tipo de custo está presente mesmo que nada seja produzido, como por exemplo, o custo das instalações e aluguel. Os

custos variáveis são os valores despendidos que variam quase que proporcionalmente a variação da quantidade produzida, um exemplo claro deste tipo de custo é o da matéria-prima.

Custos industriais são os valores despendidos no processo de produção até o momento em que o produto está finalizado e/ou estocado. Enquanto os custos comerciais são os envolvidos quando da comercialização do produto, como por exemplo, o ICMS das vendas ou as comissões de vendas.

O custo incidente sobre os recursos do investimento, conforme já mencionado, variam de acordo com sua origem. Neste caso há que se destacar o papel do crédito na obtenção de recursos para compor o montante do investimento.

Crédito é todo ato de vontade ou disposição de alguém de destacar ou ceder, temporariamente, parte do seu patrimônio a um terceiro, com a expectativa de que esta parcela volte a sua posse integralmente, depois de decorrido o tempo estipulado. (SCHRICKEL, 2000, p. 25).

Na definição acima, podemos observar o conceito básico de crédito, porém para a análise em questão falta um elemento importante relativo à remuneração pretendida no “ato de ... destacar ou ceder, temporariamente, parte do seu patrimônio”. Não está explícito, tanto do ponto de vista da tomada de crédito de terceiros, quanto da renúncia, a liquidez ou a remuneração que o mercado financeiro oferece à parcela do capital próprio, que será feita quando da realização do investimento. Essa remuneração é o fator decisivo na análise que indicará a viabilidade ou não do negócio.

2.2.3 Preço

A variável “preço” em conjunto com a quantidade comercializada ou produzida define a receita que o investimento poderá gerar, tendo influência direta nos indicadores de rentabilidade do projeto. Para definir o preço ideal de um produto ou serviço é necessário levar em consideração diversos fatores, alguns internos e outros externos à estrutura empresarial, como por exemplo:

- o preço praticado pela concorrência;
- o quanto o consumidor está disposto a pagar para obter o bem ou serviço;
- os custos dos insumos para produção do bem ou prestação do serviço;
- a composição entre custos fixos e variáveis no montante geral do custo;

É usual em estudos de viabilidade de novos negócios que o preço de venda do produto seja dado pelo mercado, pois a concorrência já estabelecida limita o patamar de preço. Excetuam-se a este caso produtos inéditos ou com diferencial competitivo muito acentuado, que levem os consumidores a estar dispostos a pagar preço mais elevado por um produto com propriedades distintas e superiores a dos disponíveis no mercado.

O preço, ainda que dado pelo mercado, é de grande influência no estudo aqui proposto, pois é possível através de simulações de variação deste, avaliar até que nível destas variações é possível obter rentabilidade no investimento e justificar sua realização.

Ainda dentro deste conceito é necessário ao investidor estar atento a pelo menos dois fatores que podem alterar o nível de preço. O primeiro é que o aumento de oferta do produto pode gerar reduções de preço; o segundo é uma prática relativamente comum nos mercados capitalistas, a redução do preço pelos concorrentes já estabelecidos a patamares inferiores ao de mercado, de forma a gerar barreira competitiva contra possíveis concorrentes entrantes. Esta prática é conhecida como “preços predatórios” e tem destaque na bibliografia destinada ao estudo de estratégias de mercado e de competitividade.

...a conduta da firma em reduzir o preço de venda de seu produto em nível abaixo do seu custo médio (unitário). O propósito é o de causar prejuízo aos rivais até o momento de eliminá-los do mercado. Desse modo pode-se obter mais poder de mercado para então estabelecer preços mais elevados do que aqueles praticados antes da conduta predatória.
(BARBOSA; MARQUES; MORAES, 2003).

Sua utilização é ilegal e danosa ao processo normal de concorrência. Porém em virtude da morosidade e dificuldade em sua identificação, ela é fator de risco iminente e que deve ser considerada na tomada de decisão de investimento, mesmo que esta não atinja os níveis do custo unitário médio, como acima mencionado. Variações descendentes adotadas pela concorrência podem afetar o resultado financeiro e conseqüentemente toda a estrutura do investimento pretendido.

2.2.4 Receita total, lucro operacional e lucro líquido

Receita total é o montante financeiro que será obtido como resultado da comercialização do produto final do investimento, calculado multiplicando a quantidade vendida pelo preço do produto. O Lucro Operacional é a diferença entre a receita total e os

custos totais (custos fixos mais custos variáveis), enquanto o Lucro Líquido é o resultado do Lucro Operacional menos o Imposto de Renda e a Contribuição Social. Abaixo as formulas.

$$RT = \text{Qtde.Vendida} * \text{Preço}$$

$$LO = RT - CT \text{ onde } CT = CF + CV$$

$$LL = LO - (\text{IRRF} + \text{CSLL})$$

Estas variáveis formam uma base que permite o cálculo de indicadores de viabilidade, que normalmente são utilizados na maioria das avaliações de projetos de negócio.

2.2.5 Retorno do investimento

A avaliação do retorno financeiro de um investimento está normalmente condicionada a algumas variáveis, entre elas temos o prazo de retorno do investimento inicial (conhecido como *payback*), a TIR (taxa interna de retorno) e o Valor Presente Líquido (resultado dos fluxos de caixas, descontados a data zero pelo custo de capital do projeto e subtraído do investimento inicial) (Bruni et al,1998).

Em vista da estrutura estudada o trabalho foi elaborado com foco no prazo de retorno do investimento (*payback*) para a análise de viabilidade do investimento. Segundo Bruni et al, (1998) o *payback* é uma das primeiras variáveis a serem analisadas na determinação de viabilidade de um projeto, como uma forma de limite de corte. Caso o *payback* esteja acima do limite das expectativas estipuladas como parâmetro, o projeto normalmente é descartado, mesmo que outras variáveis indiquem atratividade. Segundo o mesmo autor, existem duas formas de utilizar o *payback* para análise de viabilidade: simples ou descontado.

Payback: Representa o prazo necessário para a recuperação do capital investido, podendo ser simples (sem considerar o custo de capital, valor do dinheiro no tempo) ou descontado (considerando o valor do dinheiro no tempo).
(BRUNI et al, 1998, p.2)

Ou seja, *payback* é o prazo em que o investimento inicial será recuperado, sendo uma das formas mais claras de verificar se o negócio a ser constituído atende às expectativas de seu avaliador. Esta variável de saída permite visualizar facilmente em quanto tempo o negócio gerará lucro suficiente para cobrir o investimento inicial efetuado, descontando todos os custos envolvidos no processo.

Normalmente o resultado é expresso em anos ou meses, por isso a facilidade de sua interpretação e avaliação. Quanto mais rápido for este retorno, mais promissor será o desempenho do projeto. Projetos que envolvem valores financeiros mais vultosos admitem um prazo de retorno do investimento mais longo, já projetos menores normalmente requerem um prazo de retorno do investimento mais curto, porém este período é subjetivo e dependente da avaliação de cada tomador de decisão.

Abaixo a formula pela qual é calculado o prazo de retorno do investimento (*payback*):

$$\text{Payback} = I / \text{LL}$$

Onde

I = Investimento Total

LL = Lucro Liquido

2.3 Simulação

Com as variáveis e indicadores expostos no item 2.2 foi elaborado um modelo que permite avaliar e tomar a decisão mais adequada. Este processo é conhecido como simulação.

O conceito de simulação que se aplica ao estudo aqui realizado envolve a definição de um modelo lógico ou matemático adequado à realidade estudada e a realização de experimentos com este modelo a fim de obter informações que auxiliem na tomada de decisão.

A simulação é uma técnica numérica para realizar experiências em um computador digital, que envolve determinados tipos de modelos matemáticos e lógicos que descrevem o comportamento de negócio ou sistema econômico (ou algum componente do mesmo) durante longos períodos de tempo real.
(RUBINSTEIN, 1981, p. 6)

Simulações vêm sendo utilizadas há séculos no meio científico, através de experiências em escala reduzida dos sistemas que se pretendia avaliar na vida real. Com o advento da computação moderna, as possibilidades de utilização foram ampliadas exponencialmente, tornando possível a repetição dos experimentos de forma rápida e com custo significativamente reduzido, além de ampliar o leque de situações em que se pode elaborar a aplicar de forma viável modelos computacionais simulados, tornando possível a

elaboração de milhares de cenários computacionais para uma mesma realidade. Assim foi no desenvolvimento da bomba atômica, nas viagens espaciais e na maioria dos estudos científicos modernos. O seu uso de forma comercial já é bastante difundido nas grandes corporações, nas quais os processos de O&M e os estudos de P&D fornecem subsídios importantes na construção dos modelos necessários, permitindo a estas empresas vantagem competitiva na tomada de decisão.

Segundo Rao (2008), a simulação permite ao seu usuário avaliar os possíveis resultados de uma decisão sem que esta necessite ser efetivamente implantada, reduzindo desta forma o custo e o tempo envolvidos no processo, permitindo ainda avaliar o quão sensível é a realidade modelada em relação às variações nas variáveis de entrada, possibilitando quantificar o grau de risco de cada decisão. Através do sistema aleatório de variação a simulação minimiza a manipulação dos dados analisados evitando que o usuário seja tendencioso na inserção de dados extremamente positivos ou negativos, que podem mascarar os resultados obtidos nos cenários apresentados.

Um dos objetivos necessários a ser considerado na construção de um modelo de simulação é que este deve buscar o máximo possível imitar a vida real, sem esquecer de tomar o importante cuidado de quando efetuar a análise dos resultados apresentados em um processo de simulação, ter a ciência de que esta é uma abstração da vida real e como tal deve ser tratada.

Um modelo científico pode ser definido como uma abstração de um sistema real, uma abstração que pode ser utilizada para a previsão e controle. A finalidade de um modelo científico é permitir que o analista determine como uma ou mais alterações em vários aspectos do sistema modelado podem afetar outros aspectos do sistema ou o sistema como um todo.
(RUBINSTEIN, 1981, p. 3)

Outro ponto importante é o de considerar em ao menos uma de suas variáveis de entrada o conceito de incerteza, permitindo ao usuário do modelo informar o nível de precisão estimado para a variável em questão, de forma que o sistema possa apresentar diversos cenários de saída de acordo com a variação aleatória realizada nas variáveis de entrada. (O conceito de variação aleatória será apresentado em maiores detalhes no decorrer do trabalho, mas em síntese é a geração de variáveis de entradas de forma aleatória imitando o procedimento de um sorteio de números).

Segundo Rao (2008), os modelos de simulação podem ser classificados em três categorias, com ao menos duas distinções em cada uma delas:

- estático ou dinâmico;

- determinístico ou probabilístico e
- discretos, contínuos ou mistos.

Os modelos estáticos são aqueles em que o fator tempo não é uma variável determinante para o resultado do modelo, já nos modelos dinâmicos o fator tempo tem relevância significativa. Por exemplo, um modelo estático é aquele cujo objetivo seja simular a média de vendas de uma empresa e seus resultados médios obtidos, enquanto o que pretender simular as vendas e resultados de forma diária, terá características de um modelo dinâmico.

Modelos determinísticos têm por característica que as variáveis de entrada são conhecidas, se tem certeza sobre seus valores e por consequência a simulação resultará em um conjunto único e determinado de variáveis de saída. Modelos em que ao menos uma das variáveis contempla a condição de incerteza são categorizados como probabilísticos, o conjunto de resultados obtidos está sujeito a probabilidade das variáveis de entrada.

A classificação entre discreto e contínuo é dada em relação como a passagem do tempo afeta o modelo. Caso o sistema não se altere durante a ocorrência de dois eventos contínuos, o sistema será considerado discreto, caso contrário será considerado contínuo.

Para elaborar modelos de simulação adequados à realidade que se deseja simular, deve-se iniciar pela construção de um modelo conceitual do caso a ser simulado, a partir deste deve-se efetivamente construir o modelo. Outra etapa deve ter a preocupação de validar o modelo, projetando os experimentos que serão inseridos no modelo de forma a avaliar se os resultados obtidos condizem com a realidade avaliada. (Rao, 2008).

O uso de simulações para avaliar resultados pode trazer benefícios diretos e indiretos. Alguns destes benefícios apresentados por Rao (2008) para o uso de simulação são:

- simulações permitem estudar e observar ocorrências internas em modelos complexos ou interações entre subsistemas de um sistema complexo;
- a simulação de alterações estruturais no modelo permite observar os efeitos nos resultados;
- o conhecimento obtido durante a elaboração do modelo de simulação pode ser de grande valor, podendo sugerir melhorias no sistema real analisado;
- simulando alterações nas entradas e observando os resultados de saída, há a possibilidade de se obter discernimento de quais as variáveis são as mais importantes e de como estas interagem umas sobre as outras;

- simulação pode ser usada como ferramenta pedagógica para reforçar as metodologias de solução analítica.

Da mesma forma existem diversas situações em que o uso de simulação deve ser descartado ou preterido em relação a outros métodos, como por exemplo, o método analítico. Também segundo Rao (2008), algumas destas situações são:

- o problema pode ser resolvido através do senso comum;
- o problema pode ser resolvido de forma analítica;
- quando for simples a utilização da experimentação direta;
- não houver recursos disponíveis;
- os custos de efetuar a simulação forem superiores aos benefícios obtidos;
- não houver tempo disponível para elaborar e implementar o modelo.

2.3.1 Simulação determinística

Como já dito, a simulação determinística tem como base a construção de um modelo em que se tem pleno conhecimento das variáveis de entrada, permitindo a aplicação de formulas matemáticas que irão apontar um conjunto de resultados já esperado. Rubinstein (1981) observa que, em um modelo determinístico, as relações matemáticas e lógicas entre as variáveis são fixas, como consequência os resultados também são determinados ou fixos, entendendo fixo como não sujeito à incerteza.

Um exemplo de simulação determinística pode ser o cálculo do custo dos insumos necessários à produção de um bem, quando todos os componentes têm seus preços estabelecidos pelo mercado. Quando todas as variáveis de entrada são precisas e há alto grau de certeza em seus valores, basta que seja efetuada uma pesquisa de preços para obter informações precisas para inserir no cálculo.

A concepção de um modelo determinístico está associada ao pleno conhecimento do cenário de negócio a que este se propõe simular. Com a construção de algumas planilhas pode-se, de forma rápida e prática, compor cenários e efetuar a tomada de decisão com base neste tipo de simulação.

Esta forma de efetuar simulações é muito útil e frequentemente usada pela maioria das empresas. Porém este tipo de modelo não é adequado quando, em alguma das variáveis de entrada, há um grau de incerteza significativo.

2.3.2 Simulação probabilística

Os modelos de simulação probabilísticos foram concebidos para atender a simulações em que uma ou mais variáveis de entrada apresentam um grau de incerteza que possa afetar o conjunto de resultados esperados.

Desta forma, o tomador de decisão não irá inserir no modelo o valor de uma ou mais variáveis, o valor ou valores serão atribuídos as variáveis com auxílio de uma geração aleatória feita através de programa computacional, utilizando um modelo matemático os números gerado serão aplicados ao modelo de simulação e possibilitarão a geração de diversos cenários de resultado que servirão como parâmetro para a análise destinada à tomada de decisão.

Geração aleatória (ou randômica, termo mais conhecido quando se trata de sistemas computacionais) é a geração de números através de uma espécie de sorteio, onde o número a ser gerado é normalmente escolhido em um intervalo sem a dependência de nenhum fator externo, como se fosse o jogar de um dado de seis números, onde a possibilidade de qualquer um dos seis valores ser exibido é a mesma. Os modelos que utilizam geração de números aleatórios são normalmente conhecidos como modelo de Monte Carlo devido a este “sorteio” de valores.

Além do modelo de Monte Carlo, que é o mais comumente encontrado na literatura quando se trata de simulação probabilística, existem outros modelos menos abordados, entre eles o Hipercubo Latino.

Buratto (2005) apud Vose (2000), apresenta duas breves definições para os modelos acima citados.

Monte Carlo: seleciona valores aleatoriamente de forma independente de acordo com a distribuição de probabilidade definida. Em outras palavras, o número aleatório utilizado em uma rodada não influencia os próximos números aleatórios a serem utilizados.

Hipercubo Latino: seleciona valores aleatoriamente de forma dependente. Tal método divide a distribuição em intervalos com probabilidades iguais de sorteio e seleciona um valor aleatório pertencente a cada um dos intervalos (BURATTO, 2005).

Mas como pode ser visto em Vose (2000) “o modelo de Monte Carlo é amplamente reconhecido como uma técnica válida, assim os seus resultados são mais aceitáveis”. Sendo

assim, este modelo é na maioria dos casos suficiente para gerar simulações eficientes como parâmetro para a tomada de decisão.

Em Vose (2000) também são apresentadas diversas outras vantagens para o uso do modelo de Monte Carlo para a construção de um modelo de simulação probabilístico. São elas:

- as distribuições das variáveis do modelo não têm de ser aproximadas de forma alguma;
- correlações e outras interdependências podem ser modeladas;
- o nível de matemática necessário para realizar uma simulação é bastante básico;
- o computador faz todo o trabalho necessário para determinar a distribuição de resultados;
- há softwares disponíveis comercialmente para automatizar as tarefas envolvidas na simulação;
- matemática complexa pode ser incluída sem grandes dificuldades;
- o comportamento do modelo pode ser investigado;
- alterações no modelo podem ser feitas muito rapidamente e os resultados comparados com os modelos anteriores.

2.3.3 Simulação utilizando o modelo de Monte Carlo

Como visto anteriormente um modelo de simulação construído utilizando a técnica de geração de números aleatórios, que é comumente conhecido como modelo de Monte Carlo, obrigatoriamente terá características de um modelo probabilístico.

Por causa da amostragem de uma distribuição específica envolvendo o uso de números aleatórios, simulações estocásticas são às vezes chamadas de simulação de Monte Carlo. Historicamente, o método de Monte Carlo foi considerado como uma técnica, utilizando-se números aleatórios ou pseudo-aleatórios, para a solução de um modelo.

(RUBINSTEIN, 1981, p. 11.)

Para construir tal modelo faz-se necessário entender como a simulação de Monte Carlo funciona. O método consiste na aplicação de um modelo probabilístico com geração de números aleatórios através de computador, em substituição a variáveis diretamente inseridas em um modelo determinístico. Utilizando desta forma séries de tentativas aleatórias que

deverão ser analisadas conjuntamente, quanto maior o número de tentativas, maior será a precisão do resultado obtido (ESCUADERO, 1973).

Segundo Moura (2000), deve-se identificar qual a variável ou variáveis do modelo representa o risco (incerteza) e a partir disto estabelecer a distribuição de probabilidade que melhor retrata o comportamento das variáveis, isso pode ser feito através da observação histórica ou do conhecimento empírico do analista.

Segundo Moura (2000), de modo geral as fases a serem seguidas para realizar a simulação de Monte Carlo são:

- desenvolvimento do modelo, modelar o problema e construir uma planilha eletrônica que contemple as variáveis e a relação entre elas.
- identificar a incerteza, ou seja, identificar qual a variável ou variáveis possuem características de incerteza e definir a distribuição de probabilidade que melhor se ajusta a esta variável;
- identificar as variáveis de análise, variáveis de saída, que serão o ponto de avaliação do resultado da simulação;
- gerar simulação, executando N vezes o modelo para gerar uma serie de valores para a análise;
- análise do modelo simulado, obtendo a distribuição de frequência e distribuição de frequência acumulada para as variáveis de análise (saída);
- tomar a decisão com base nas informações obtidas em conjunto como outros aspectos relevantes do projeto.

Uma descrição similar para estas fases no processo de construção de modelos de simulação baseados no modelo de Monte Carlo é também encontrada em outros autores. Devido a este consenso, o processo descrito no próximo capítulo tomou como base estas fases.

CAPÍTULO 3 - CONSTRUÇÃO DO MODELO DE SIMULAÇÃO

Com base na revisão bibliográfica apresentada no capítulo anterior, neste capítulo será descrito como foi efetuada a construção do modelo proposto de forma a atender o objetivo geral deste trabalho. Para isso foram atendidos os passos descritos em Moura (2000) para a construção do modelo de simulação.

3.1 Escolha e desenvolvimento do modelo

O processo teve início através da adaptação de uma planilha da ferramenta Microsoft Excel, que é utilizada na disciplina de “Elaboração e Análise de Projetos”, a qual faz uso de simulação determinística de 3 cenários, com o conjunto de indicadores econômicos que determinam a viabilidade do projeto em 3 níveis de produção. Este modelo é convencionalmente muito utilizado. E consiste de uma cadeia de análises, que se inicia por processo de estudo de mercado onde são avaliados demanda e oferta do produto, localização, área de comercialização e potencial de mercado, seguido por processo de engenharia que determina as necessidades de infraestrutura de produção, custos e investimentos que ocorrerão constituição e operação da empresa, para finalmente chegar a uma análise de viabilidade econômica. Porém esta análise só aborda o conceito determinístico, sendo ideal a avaliação através de uma abordagem probabilística. Na Tabela 1 há um breve exemplo da planilha que apresenta o resultado final deste modelo, salientando que os valores apresentados são resultado do processo acima descrito e tem sua origem em cálculos que serão demonstrados na sequência.

Tabela 1 – Viabilidade Econômica a 60%, 80% e 100% da capacidade

Discriminação	Nível de Utilização		
	60	80	100
Receita Total (R\$)	480.000	600.000	720.000
Custo Total (R\$)	296.685	342.827	388.968
Custo Fixo (R\$)	112.121	112.121	112.121
Custo Variável (R\$)	184.564	230.706	276.847
Lucro Operacional (R\$)	183.314	257.172	331.031
Lucro Líquido (R\$)	183.314	257.172	331.031
Rentabilidade das Vendas (%)	38,19	42,86	47,90

Capacidade de Equilíbrio Econômico (%)	37,95	30,36	25,30
Taxa Interna de Retorno (%)	90,24	125,50	160,15
Tempo de Retorno do Capital (meses)	13	10	8
Investimento Fixo (R\$)	195.984	195.984	195.984
Capital de Giro Adicional (R\$)	7.147	8.934	10.721
Investimento Total (R\$)	203.131	204.918	206.705

Fonte: Trabalho da disciplina de Elaboração e Análise de Projetos do autor e outros

Além de aplicar uma abordagem probabilística ao resultado da planilha, esta foi adaptada para permitir o fácil manuseio dos dados que deram origem aos valores apresentados na Tabela 1, de forma a atender mais um dos objetivos deste trabalho: ser acessível aos pequenos negócios.

3.1.1 Adaptação do modelo determinístico

Para construir uma interface simples para a entrada das informações, a planilha do modelo contém uma sequência de tabelas onde é permitido inserir de forma padronizada os itens referentes a custos fixos e variáveis, bem como os valores referentes a investimento. Nestas tabelas foi elaborado um conjunto simples de validações que pretende orientar os usuários menos experientes para que insiram os dados de forma adequada em cada rubrica a que pertencem, reduzindo assim a possibilidade de erros grosseiros. Nas Tabelas 2, 3, 4, 5 e 6 são apresentados o desenho básico com exemplo.

Tabela 2 - Entrada de custos fixos

Custos Fixos	
Discriminação	Valor R\$
Mão de Obra indireta com encargos	24.600
Depreciação	21.180
Seguro das Instalações, máquinas, etc.	1.328
Manutenção	2.574
Aluguel	24.000
Serviços Contábeis	5.000
Material de expediente	3.000
Material de limpeza	1.800
Despesa de comunicação	1.800
Despesa de viagem	3.500
Energia Elétrica	18.000
Outros	5.339
Sub-Total	112.121

Tabela 3 – Entrada de custos variáveis

Custos Variáveis	
Discriminação	Valor R\$
Mão de Obra direta com encargos	159.900
Impostos	53.820
Despesas Financeiras	0
Propaganda	6.000
Imprevistos	10.986
Matérias Primas	0
Insumos Produtivos	0
Sub-Total	230.706

Tabela 4 – Entrada de imobilizações fixas

Imobilizações Fixas	
Discriminação	Valor R\$
Reformas das Instalações	40.000
Máquinas e Equipamentos	96.920
Móveis e Utensílios	15.920
Sub-Total	152.840

Tabela 5 – Entrada de imobilizações financeiras

Imobilizações Financeiras	
Discriminação	Valor R\$
Imprevistos	15.284
Projeto	6.000
Taxas de regularização	1.860
Campanha Promocional	20.000
Sub-Total	43.144

Tabela 6 – Parâmetros para cálculo da simulação determinística

Parâmetros para Cálculo	
Alíquota de impostos	8,97%
Preço de Venda	5,00
Quantidade Produzida	120.000

As cinco tabelas planilhas foram preparadas com um número limitado de linhas, que normalmente são suficientes para a inclusão dos totais agrupados de valores de cada item envolvido nos gastos para a execução de um empreendimento. Porém, podem ser ampliadas se necessário, sem grandes alterações que exijam a remodelação das planilhas, já que todas

elas efetuam automaticamente a totalização dos valores para posterior transferência na planilha de resultados determinística.

3.1.2 Resultado pelo modelo determinístico

Efetuada uma simulação com base nas entradas de dados efetuadas como nas tabelas 2 e 3, considerando que estes dados são para uma capacidade de produção a 80% do total e utilizando um conjunto de parâmetros adicionais compostos pela quantidade produzida, pelo preço e pela alíquota de impostos, teremos o resultado da Tabela 7, que apresenta os indicadores de viabilidade apenas na forma determinística.

Tabela 7 – Simulação determinística

	Nível de produção		
	60%	80%	100%
Custo Fixo (CF)	112.121,00	112.121	112.121,00
Custo Variável (CV)	184.564,80	230.706,00	276.847,20
Custo Total (CT)	296.685,80	342.827,00	388.968,20
Custo Total – Depreciação (CT-D)	275.505,80	321.647,00	367.788,20
Capital de Giro	7.147,71	8.934,64	10.721,57
Imobilização Total (IT)	203.131,71	204.918,64	206.705,57
Receita Total (RT)	480.000,00	600.000,00	720.000,00
Impostos sobre a Receita	43.056,00	53.820,00	64.584,00
Indicadores de Viabilidade			
Lucro Operacional (LO)	183.314,20	257.173,00	331.031,80
Lucro Líquido (LL)	140.258,20	203.353,00	266.447,80
Rentabilidade das Vendas (RV)	29,22%	33,89%	37,01%
Taxa Interna de Retorno (TIR)	69,05%	99,24%	128,90%
Retorno do investimento em anos	1,45	1,01	0,78
Retorno do investimento em meses	17,38	12,09	9,31
Receita total de equilíbrio	182.165,43	182.165,43	182.165,43
Capacidade utilizada de equilíbrio	37,95%	30,36%	25,30%

3.1.2 Identificação da variável de incerteza

Com a análise deste modelo determinístico foi possível apurar que a variável preço, apresenta condição de incerteza, agregando um risco elevado ao modelo. Conforme já

observado no referencial teórico deste trabalho, a resposta de concorrentes ao entrante em potencial ou ao aumento da oferta do produto poderia causar uma redução no preço de mercado, causando variações consideráveis nos indicadores de rentabilidade. Com base nestes fatores, os próximos tópicos deste trabalho apresentarão a construção do modelo de simulação probabilística, tendo como variável chave o preço do produto, aplicando a esta um processo aleatório de variação para avaliar seu efeito sobre as variáveis de saída.

3.1.3 Identificação das variáveis de saída para análise

No modelo acima proposto são diversas as variáveis de saída que possibilitam a análise para sancionar ou refutar a viabilidade do investimento.

O modelo considerou e demonstrou resultados utilizando apenas uma das possíveis variáveis: o prazo de retorno do investimento (*“payback”*) em anos, pois como foi observado, este indicador é um dos primeiros instrumentos utilizados como base de corte para a continuidade ou não da análise, além de que esta variável possibilita uma clara visão do contexto da simulação, pois quando foram efetuadas sutis alterações nos valores da variável de entrada escolhida (o preço do produto), facilmente pudemos observar a variação no conjunto desta variável de saída. Também é possível, utilizando esta variável, definir claramente níveis de expectativa, permitindo ao avaliador do negócio mensurar com facilidade o grau de risco. Portanto ela é um subsídio valioso para a tomada de decisão.

3.1.4 Geração do modelo probabilístico

Para gerar o modelo probabilístico foi tomado como base o conjunto dos indicadores de viabilidade apresentados na Tabela 7, juntamente com os componentes de custos e investimentos também apresentados na mesma tabela. Como base foi utilizado o valor de cada item a 80% da capacidade produtiva, valor padrão para análise de viabilidade, pressupondo que os projetos normalmente são elaborados considerando uma capacidade ociosa. A matriz e as fórmulas foram transpostas em uma nova planilha, e cada linha foi repetida 10.000 vezes, o dobro indicado como o mínimo de simulações recomendadas na literatura, para se obter um resultado confiável.

Cada uma das linhas criadas na nova planilha recebeu uma coluna com um componente de valor aleatório associado à variável de entrada “preço”. Foi então criada uma nova planilha incluindo um intervalo (“range” em inglês) que a variável “preço” pode assumir na simulação. Nesta mesma planilha foram criados um gráfico e uma tabela para apresentar os resultados da simulação, os quais serão explicados posteriormente. A partir do intervalo de preço parametrizado, foi elaborada uma equação que foi aplicada a cada uma das 10.000 linhas da planilha de simulação. A ferramenta Microsoft Excel possui uma função chamada “ALEATORIO()” (“RANDOM()”, na versão em inglês) que retorna um número pseudo-aleatório entre 0 e 1. Em algumas versões, a mesma função pode retornar valores entre -1 e 1. Devido a isso foi necessário utilizar também a função “ABS()”, que força que o retorno seja um número absoluto, ou seja, sempre tenha valor positivo. A fórmula do “preço aleatório” ficou como segue abaixo:

$$PA = ((PMax - PMim) * ABS(ALEATORIO())) + PMin$$

Onde:

PA = Preço Aleatório

PMax = Preço máximo do intervalo parametrizado

PMin = Preço mínimo do intervalo parametrizado

ABS(ALEATORIO()) = função que retorna um valor absoluto e aleatório entre 0 e 1

Desta forma teremos um valor aleatório entre o preço mínimo e o preço máximo parametrizado. Como a valor da função “ALEATORIO()” muda automaticamente a cada interação, temos a simulação de um sorteio do valor entre o intervalo parametrizado para cada uma das 10.000 linhas da planilha de simulação.

O passo seguinte foi a criação de uma programação (no Excel chamada de “MACRO”) que transferisse os valores da coluna de “preços simulados” para a coluna de “preço de venda”, refazendo o cálculo das variáveis de saída com valor do preço simulado.

O resultado do processo até aqui descrito pode ser observado na Tabela 8, que apresenta uma pequena parte das 10.000 linhas da simulação, porém, ao usuário final do modelo esta fase não é explicitamente apresentada por conter dados não consolidados que não permitem uma conclusão produtiva.

Tabela 8 – Amostra da tabela de simulação probabilística.

Preço Simulado	Preço de Venda	Aliq.de impostos	Quantidade Produzida	Custo Fixo (CF)	Custo Variável (CV)	Custo Total (CT)	Custo Total - Depreciação (CT-D)	Capital de Giro	Imobilização Total (IT)	Receita Total (RT)	Impostos sobre a Receita	Lucro Operacional (LO)	Lucro Líquido (LL)	Rentab. das Vendas (RV)	Taxa Interna de Retorno (TIR)	PayBack em anos	PayBack em meses	Receita de Equilíbrio	Cap.de Equilíbrio
4,61	4,61	8,97%	120.000	112.121	230.706	342.827	321.647	8.935	204.919	553.200	49.622	210.373	160.751	29,06%	78,45%	1,27	15,30	192.330	34,77
3,56	3,56	8,97%	120.000	112.121	230.706	342.827	321.647	8.935	204.919	427.200	38.320	84.373	46.053	10,78%	22,47%	4,45	53,40	243.764	57,06
4,28	4,28	8,97%	120.000	112.121	230.706	342.827	321.647	8.935	204.919	513.600	46.070	170.773	124.703	24,28%	60,85%	1,64	19,72	203.558	39,63
4,21	4,21	8,97%	120.000	112.121	230.706	342.827	321.647	8.935	204.919	505.200	45.316	162.373	117.057	23,17%	57,12%	1,75	21,01	206.356	40,85
3,43	3,43	8,97%	120.000	112.121	230.706	342.827	321.647	8.935	204.919	411.600	36.921	68.773	31.852	7,74%	15,54%	6,43	77,20	255.116	61,98
3,45	3,45	8,97%	120.000	112.121	230.706	342.827	321.647	8.935	204.919	414.000	37.136	71.173	34.037	8,22%	16,61%	6,02	72,25	253.244	61,17
3,54	3,54	8,97%	120.000	112.121	230.706	342.827	321.647	8.935	204.919	424.800	38.105	81.973	43.868	10,33%	21,41%	4,67	56,05	245.391	57,77
4,29	4,29	8,97%	120.000	112.121	230.706	342.827	321.647	8.935	204.919	514.800	46.178	171.973	125.795	24,44%	61,39%	1,63	19,55	203.172	39,47
4,61	4,61	8,97%	120.000	112.121	230.706	342.827	321.647	8.935	204.919	553.200	49.622	210.373	160.751	29,06%	78,45%	1,27	15,30	192.330	34,77
4,31	4,31	8,97%	120.000	112.121	230.706	342.827	321.647	8.935	204.919	517.200	46.393	174.373	127.980	24,74%	62,45%	1,60	19,21	202.409	39,14
4,62	4,62	8,97%	120.000	112.121	230.706	342.827	321.647	8.935	204.919	554.400	49.730	211.573	161.843	29,19%	78,98%	1,27	15,19	192.033	34,64
3,91	3,91	8,97%	120.000	112.121	230.706	342.827	321.647	8.935	204.919	469.200	42.087	126.373	84.286	17,96%	41,13%	2,43	29,17	220.581	47,01
3,54	3,54	8,97%	120.000	112.121	230.706	342.827	321.647	8.935	204.919	424.800	38.105	81.973	43.868	10,33%	21,41%	4,67	56,05	245.391	57,77
4,24	4,24	8,97%	120.000	112.121	230.706	342.827	321.647	8.935	204.919	508.800	45.639	165.973	120.334	23,65%	58,72%	1,70	20,44	205.136	40,32
4,39	4,39	8,97%	120.000	112.121	230.706	342.827	321.647	8.935	204.919	526.800	47.254	183.973	136.719	25,95%	66,72%	1,50	17,99	199.482	37,87
4,63	4,63	8,97%	120.000	112.121	230.706	342.827	321.647	8.935	204.919	555.600	49.837	212.773	162.936	29,33%	79,51%	1,26	15,09	191.738	34,51
3,74	3,74	8,97%	120.000	112.121	230.706	342.827	321.647	8.935	204.919	448.800	40.257	105.973	65.716	14,64%	32,07%	3,12	37,42	230.726	51,41
4,62	4,62	8,97%	120.000	112.121	230.706	342.827	321.647	8.935	204.919	554.400	49.730	211.573	161.843	29,19%	78,98%	1,27	15,19	192.033	34,64
4,62	4,62	8,97%	120.000	112.121	230.706	342.827	321.647	8.935	204.919	554.400	49.730	211.573	161.843	29,19%	78,98%	1,27	15,19	192.033	34,64
4,79	4,79	8,97%	120.000	112.121	230.706	342.827	321.647	8.935	204.919	574.800	51.560	231.973	180.413	31,39%	88,04%	1,14	13,63	187.295	32,58

A partir deste ponto, o modelo estava pronto para ser formatado e tratado para funcionar como ferramenta de análise.

3.2 Executando a simulação e tratando os resultados

Os dados que foram gerados durante a construção do modelo de simulação precisaram então ser tratados e apresentados de forma simples, possibilitando a análise do resultado com agilidade e de forma compreensível até ao mais leigo dos analistas.

A variável de saída anteriormente escolhida para representar o resultado foi o prazo retorno do investimento (*payback*) em anos. Portanto foi montada a distribuição de frequência desta variável nas 10.000 simulações realizadas. Esta distribuição considerou intervalos fixos. Os intervalos utilizados foram:

1. de 0 a 2 anos;
2. de 2 a 3 anos;
3. de 3 a 4 anos;
4. de 4 a 5 anos;

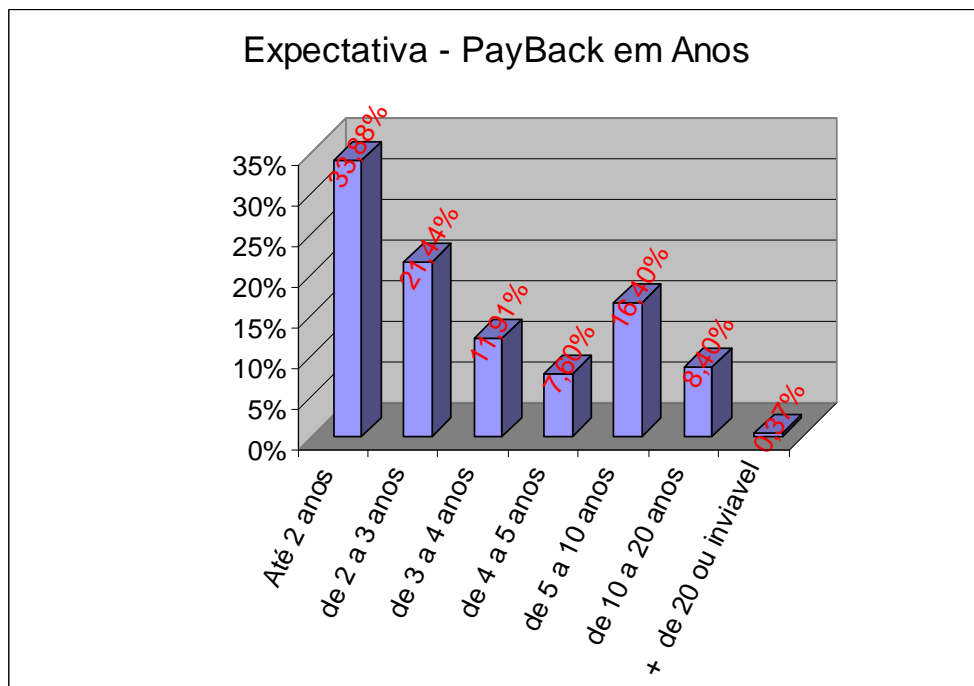
5. de 5 a 10 anos;
6. de 10 a 20 anos;
7. mais de 20 anos ou inviável.

No intervalo de número 7, além do intervalo de dados acima de 20 anos foram incluídos os intervalos de sumarizadas também as distribuições que não apresentaram prazo retorno do investimento (*payback*) positivo, ou seja, não apresentará lucro, pois os custos foram maiores que a receita obtida, não permitindo o retorno do investimento.

Para calcular a distribuição de frequência foi utilizada outra função do Excel, “FREQUENCIA()” que permite computar a frequência de uma matriz de valores com base em uma matriz de intervalos ou valor final partindo de 0. Para cada intervalo de frequência obtido em cada um dos 7 níveis delimitados, foi subtraída a quantidade acumulada até o intervalo imediatamente anterior, de forma a obter a distribuição acumulada de cada intervalo, visto que a função retorna sempre o acumulado a partir de zero.

As distribuições acumuladas obtidas foram então comutadas em um índice percentual com relação ao conjunto das ocorrências, permitindo então que fosse gerada a Figura 1.

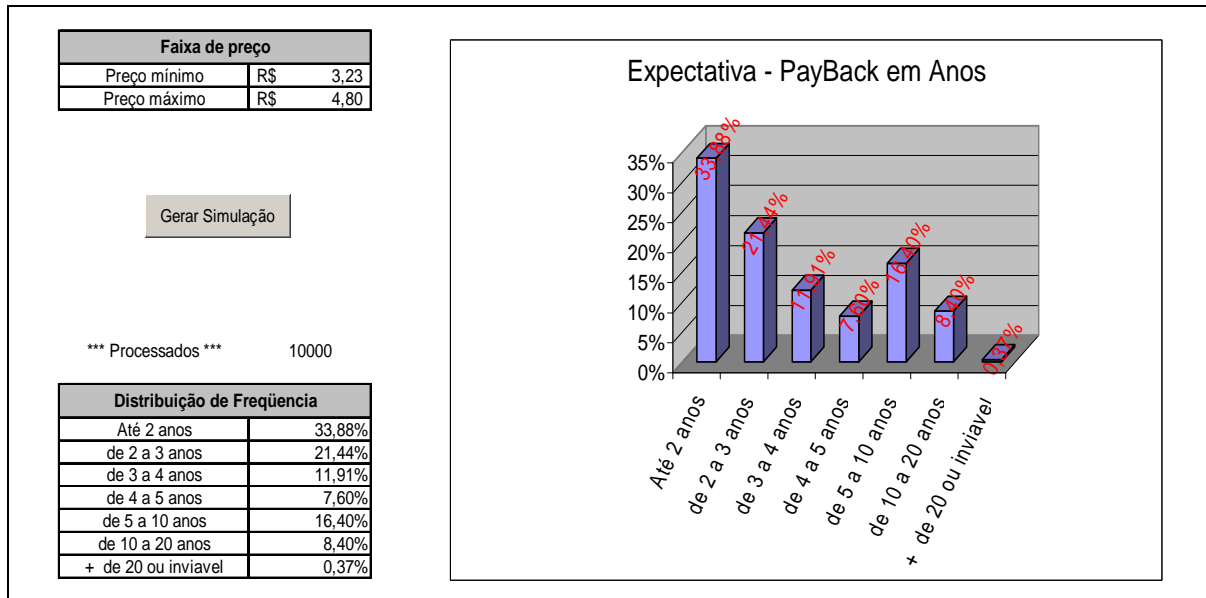
Figura 1 – Distribuição de frequência do prazo de retorno do investimento (*payback*)



Foi necessário então implementar uma forma de refazer a simulação e a apresentação de resultados, tantas vezes quanto fosse necessário para avaliar o modelo, foi então inserido na planilha de simulação, próximo a área destinada a especificar o parâmetro do intervalo de

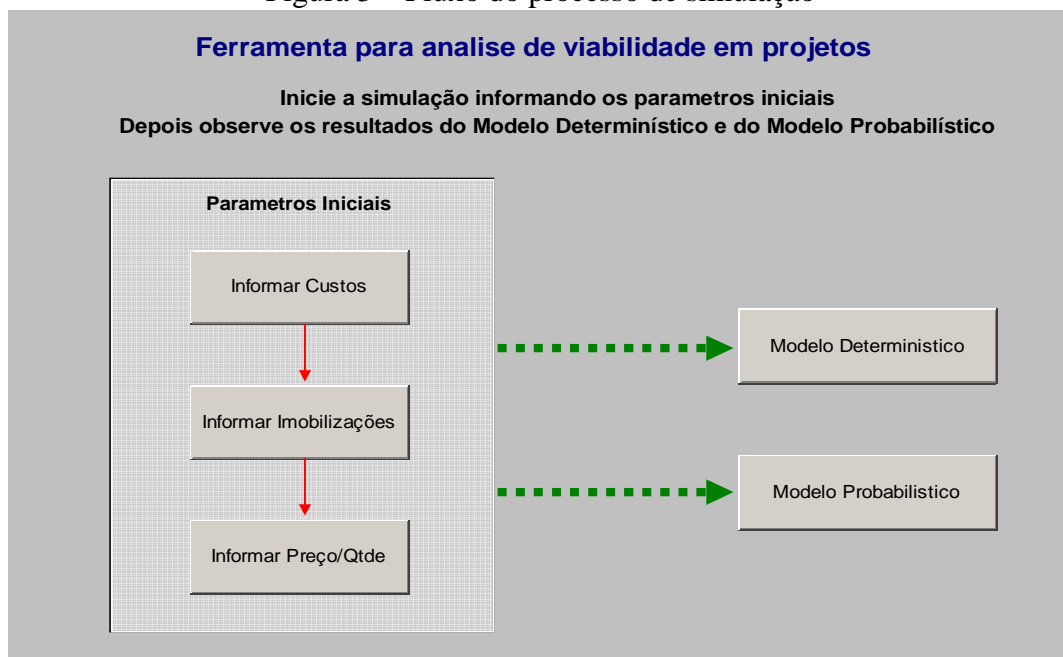
valores da simulação, um “botão” que aciona a “macro” que refaz a simulação. Com isso foi possível validar a simulação, apresentar os resultados e manipular os intervalos em conjunto, fazendo com que a análise do resultado do negócio pelo método probabilístico esteja centralizada em uma planilha única. O layout da planilha pode ser visto na Figura 2:

Figura 2 – Planilha para parametrizar e observar resultado da simulação probabilística



Finalmente, como forma de orientar o usuário do modelo no processo de inserção dos dados e apontar o caminho para análise dos resultados, foi criada uma nova planilha chamada de “Fluxo”, que faz o papel de interface inicial com o usuário (Figura 3).

Figura 3 – Fluxo do processo de simulação



Após preencher os parâmetros iniciais, o usuário pode verificar os resultados pelo modelo determinístico e executar simulações no modelo probabilístico, comparando os resultados.

CAPÍTULO 4 - UTILIZAÇÃO EMPÍRICA DO MODELO DE SIMULAÇÃO

Utilizando a ferramenta que foi gerada, foram analisados dois casos de projetos de viabilidade, que são descritos neste capítulo, demonstrando a validação do modelo construído. Com a entrada dos dados no modelo, o objetivo foi repetir a simulação determinística de forma a validar os cálculos da planilha determinística construída para o modelo e aplicar o processo probabilístico para permitir um incremento no volume de subsídios para a análise, com base no retorno do investimento inicial.

É importante salientar que os valores lançados no modelo tomam como base os dados obtidos dos casos de estudo, estes valores necessitam de determinados processos e regras para serem calculados. As análises a seguir apresentadas utilizam os valores já calculados, presumindo que os mesmos estão corretos. No caso de aplicação em casos reais estes valores teriam de ser calculados e a partir daí inseridos no modelo, possibilitando sua análise.

4.1 Análise do caso 01

O primeiro caso que foi analisado se refere a um “*estudo de viabilidade técnico-econômico e financeiro de implemento de uma locadora virtual de DVDs no bairro Trindade*”, apresentado no ano de 2006.

O projeto estudou o mercado de locação de DVDs no bairro Trindade, município de Florianópolis, apurando que o preço de mercado para o produto ofertado é de R\$ 6,00 por unidade, com uma demanda estimada em 38.000 unidades por ano, gerando uma receita de R\$228.000,00 ao ano, a 80% da capacidade do empreendimento. Os investimentos totais apresentados no trabalho foram de R\$75.036,21 e os custos totais apurados foram de R\$162.041,00.

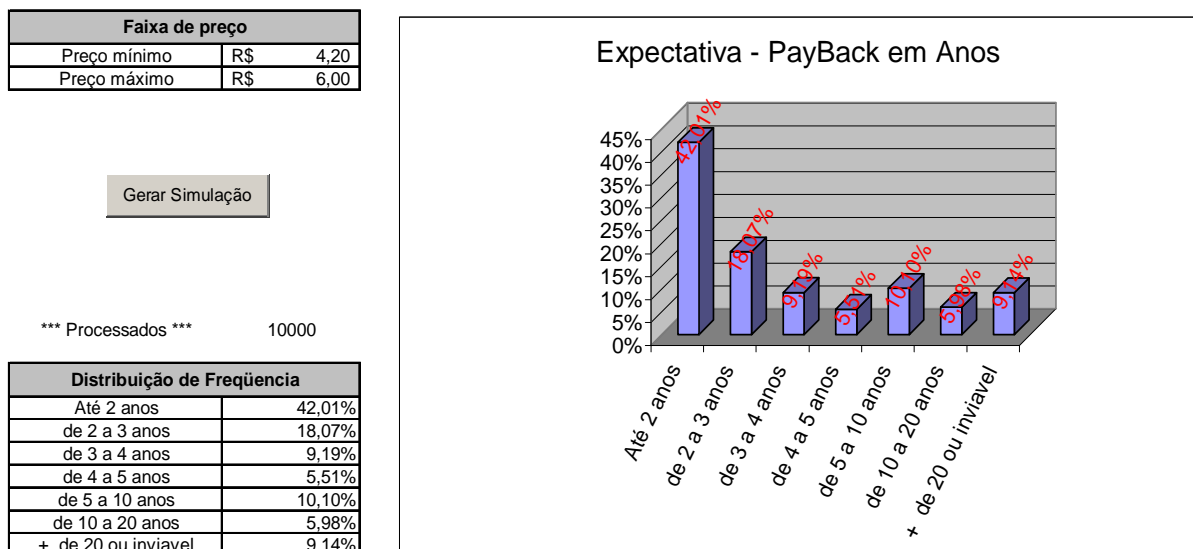
Os dados de custos e investimentos detalhados foram lançados no modelo, o que gerou um quadro de simulação determinística idêntico ao apresentado no trabalho do caso em análise (tabela 9). Analisando este quadro de simulação determinística, o projeto apresentou um negócio de boa viabilidade, com um retorno do investimento em pouco mais de um ano, o que pelos padrões de mercado é um quadro bastante promissor.

Tabela 9 – Simulação determinística – Caso 01

	Nível de produção		
	60%	80%	100%
Custo Fixo (CF)	110.308,00	110.308,00	110.308,00
Custo Variável (CV)	41.386,40	51.733,00	62.079,60
Custo Total (CT)	151.694,40	162.041,00	172.387,60
Custo Total - Depreciação (CT-D)	150.125,40	160.472,00	170.818,60
Capital de Giro	5.565,60	6.957,00	8.348,40
Imobilização Total (IT)	73.644,81	75.036,21	76.427,61
Receita Total (RT)	182.400,00	228.000,00	273.600,00
Impostos sobre a Receita	-	-	-
Indicadores de Viabilidade			
Lucro Operacional (LO)	30.705,60	65.959,00	101.212,40
Lucro Líquido (LL)	30.705,60	65.959,00	101.212,40
Rentabilidade das Vendas (RV)	16,83%	28,93%	36,99%
Taxa Interna de Retorno (TIR)	41,69%	87,90%	132,43%
Retorno do investimento em anos	2,40	1,14	0,76
Retorno do investimento em meses	28,78	13,65	9,06
Receita total de equilíbrio	142.682,54	142.682,54	142.682,54
Capacidade utilizada de equilíbrio	78,23%	62,58%	52,15%

Para gerar a simulação probabilística, foi então aplicada hipoteticamente uma redução de 30% no preço estabelecido no projeto, simulando a hipótese de uma reação da concorrência ao entrante ou uma saturação do mercado, que também poderia causar tal redução. Com base neste índice foi determinada a faixa de preço hipotética entre R\$4,20 e R\$6,00 para realizar a simulação probabilística, cujo resultado é apresentado na Figura 4.

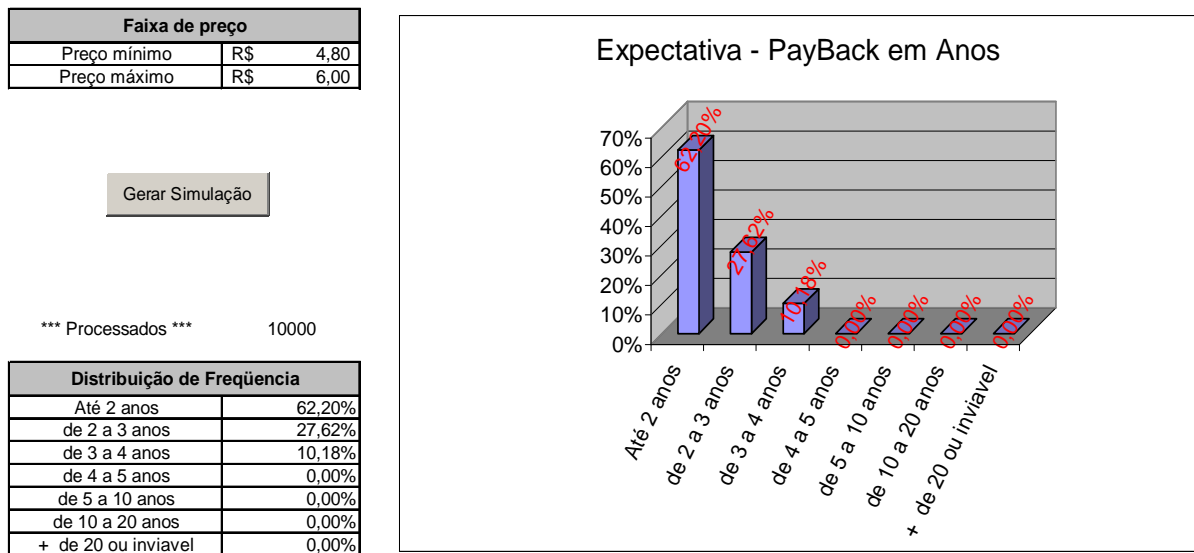
Figura 4 – Simulação probabilística – Caso 01 – Hipótese 01



O resultado obtido a partir da execução de 10.000 distribuições aleatórias de preços dentro da faixa de preços estabelecida possibilita a avaliação de que se tal hipótese ocorresse, existiria uma possibilidade de mais de 9% de que o negócio se caracterizasse como inviável, ou de mais de 25% de que o retorno do investimento ocorresse apenas após 5 anos de operação.

Foi analisada outra hipótese em que a faixa de preço variasse apenas 20%, de R\$4,80 a R\$6,00. Neste caso a simulação probabilística apresentou 100% de chance de que o retorno do investimento fosse inferior a 4 anos (Figura 5).

Figura 5 – Simulação probabilística – Caso 01 – Hipótese 02



4.2 Análise do caso 02

O segundo caso que foi analisado se refere a um “*pré-projeto de viabilidade técnica, econômica e financeira para implantação de uma empresa de fabricação de vinagres*”, apresentado no ano de 2001.

O projeto estudou o mercado de vinagres para comercialização nos municípios da grande Florianópolis, com a característica diferencial de produzir dois produtos distintos, em quantidades e preços também distintos. O primeiro produto é o vinagre de álcool, com preço estimado em R\$0,60 por litro e uma quantidade de produção prevista de 198.408 litros e o segundo produto é o vinagre de maçã, com preço apurado em R\$1,56 a garrafa de 750 ml e com quantidade de produção prevista em 45.280 garrafas.

Esta característica diferenciada resultou na necessidade de adaptação no modelo para dois produtos, simulando separadamente a variação em duas variáveis de entrada para compor a receita, que no modelo determinístico foi de R\$189.681,60. Os investimentos totais apresentados no trabalho foram de R\$75.036,21 e os custos totais apurados foram de R\$162.041,00. Os dados detalhados foram lançados no modelo gerando a Tabela 10 como resultado da simulação determinística.

Tabela 10 – Simulação determinística – Caso 02

	Nível de produção		
	60%	80%	100%
Custo Fixo (CF)	17.724,88	17.724,88	17.724,88
Custo Variável (CV)	102.001,17	127.501,46	153.001,75
Custo Total (CT)	119.726,05	145.226,34	170.726,63
Custo Total – Depreciação (CT-D)	111.548,28	137.048,57	162.548,86
Capital de Giro	8.536,40	10.670,50	12.804,60
Imobilização Total (IT)	135.769,30	137.903,40	140.037,50
Receita Total (RT)	151.745,28	189.681,60	227.617,92
Impostos sobre a Receita	14.309,58	17.886,97	21.464,37
Indicadores de Viabilidade			
Lucro Operacional (LO)	32.019,23	44.455,26	56.891,29
Lucro Líquido (LL)	17.709,65	26.568,29	35.426,92
Rentabilidade das Vendas (RV)	11,67%	14,01%	15,56%
Taxa Interna de Retorno (TIR)	13,04%	19,27%	25,30%
Retorno do investimento em anos	7,67	5,19	3,95
Retorno do investimento em meses	92,00	62,29	47,43
Receita total de equilíbrio	54.070,06	54.070,06	54.070,06
Capacidade utilizada de equilíbrio	35,63%	28,51%	23,75%

Observou-se que o resultado deste negócio avaliado pelo *retorno do investimento* do modelo determinístico, por si só exige um nível de cautela mais elevado, pois o retorno do investimento pelos preços fixados é superior a 5 anos, portanto um nível de risco bem mais elevado do que o apresentado no Caso 01. Neste caso, fez-se necessário retomar a análise e voltar a segunda fase do processo Moura (2000) e “*definir a distribuição de probabilidade que melhor se ajusta a esta variável*” revisando os intervalos da distribuição de frequência, para mostrar um gráfico mais adequado ao caso.

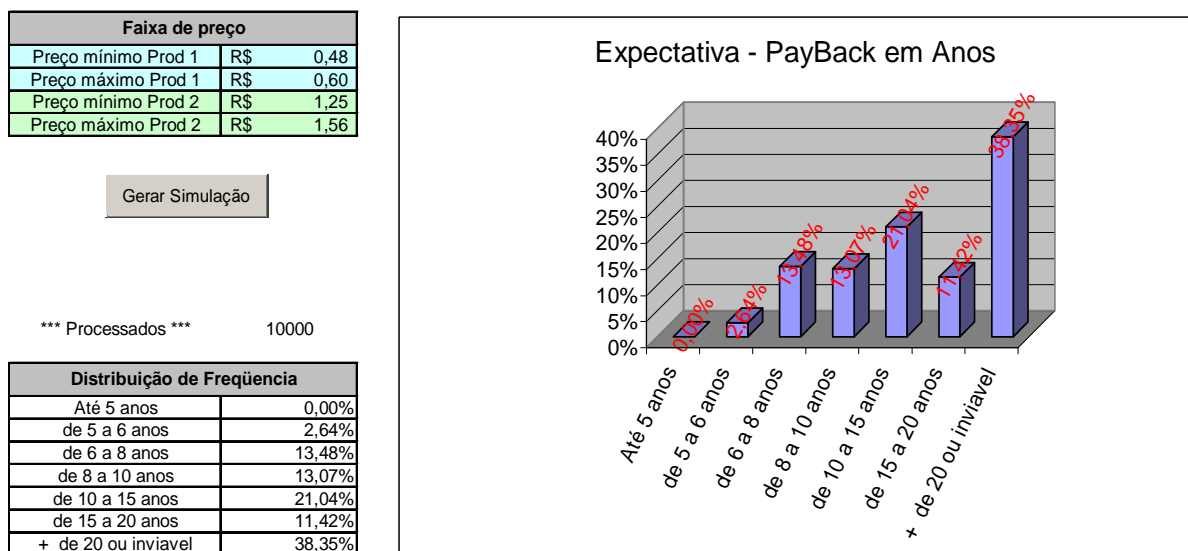
Os novos intervalos são:

1. de 0 a 5 anos;
2. de 5 a 6 anos;

3. de 6 a 8 anos;
4. de 8 a 10 anos;
5. de 10 a 15 anos;
6. de 15 a 20 anos;
7. mais de 20 anos ou inviável.

Para gerar a simulação probabilística, foi então aplicada hipoteticamente uma redução de 20% nos preços estabelecidos no projeto, simulando a hipótese de uma reação da concorrência ao entrante ou uma saturação do mercado nos mesmos moldes do Caso 01. Com base neste índice foi determinada a faixa de preço hipotética do “produto 1” (vinagre de álcool) entre R\$0,48 e R\$0,60 e do “produto 2” (vinagre de maçã) entre R\$1,25 e R\$1,58, para realizar a simulação probabilística, cujo resultado é apresentado na Figura 6.

Figura 6 – Simulação probabilística – Caso 02 – Hipótese 01



O resultado obtido a partir da execução de 10.000 distribuições aleatórias de preços dentro da faixa de preços estabelecida possibilita a avaliação de que, se tal hipótese ocorresse, seria necessário um grau de cautela elevado neste investimento, pois haveria possibilidade de mais de 38% de que o negócio se caracterizasse como inviável, ou de praticamente de 50% de que o retorno do investimento ocorresse apenas após 15 anos de operação.

Foi analisada outra hipótese em que a faixa de preço variasse com índices diferentes para os dois produtos, para o “produto 1”, 10%, de R\$0,54 a R\$0,60 e para o “produto 2”, 5%, de R\$1,48 a R\$1,56. Está hipótese simula uma diferença na incerteza do preço entre os dois produtos do negócio (Figura 7).

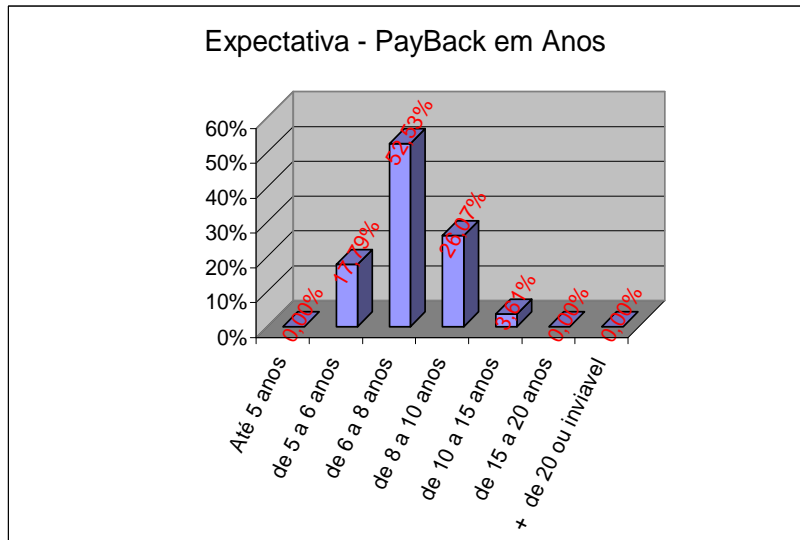
Figura 7 – Simulação probabilística – Caso 02 – Hipótese 02

Faixa de preço	
Preço mínimo Prod 1	R\$ 0,54
Preço máximo Prod 1	R\$ 0,60
Preço mínimo Prod 2	R\$ 1,48
Preço máximo Prod 2	R\$ 1,56

Gerar Simulação

*** Processados *** 10000

Distribuição de Frequência	
Até 5 anos	0,00%
de 5 a 6 anos	17,79%
de 6 a 8 anos	52,53%
de 8 a 10 anos	26,07%
de 10 a 15 anos	3,61%
de 15 a 20 anos	0,00%
+ de 20 ou inviável	0,00%



Nesta hipótese o grau de viabilidade pela análise do *retorno do investimento* melhora consideravelmente, chegando a 70% de possibilidade de retorno inferior a 8 anos e a chance de inviabilidade por esta análise é nula.

Foi possível observar nesta simulação que o nível de preço praticado no mercado tem uma margem bastante restrita para flutuação e que dependendo do nível de expectativa, o negócio pode ser descartado.

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES FINAIS

Como observado nos capítulos anteriores a tomada de decisão no momento da elaboração ou ampliação do negócio tem uma importância vital para o sucesso e sobrevivência do mesmo. A grande maioria dos negócios não tem acesso a técnicas ou ferramentas mais apuradas para subsidiar estas decisões, elevando significativamente o nível de risco inserido no processo de decisão. Melhorar a qualidade da informação disponível pode reduzir este risco, evitando desperdícios e oferecendo melhores condições de redução de custos do negócio.

Dentro desse contexto, o presente trabalho apresentou uma metodologia com construção de uma ferramenta simples, utilizando o software Microsoft Excel, que possibilita aprimorar os subsídios para a tomada de decisão de negócio. Possibilitando uma avaliação mais qualificada, com o objetivo de minimizar os riscos e os custos envolvidos na realização do negócio.

O método estudado utilizou uma técnica de simulação de Monte Carlo, com geração de números aleatórios para simular dados em uma ou mais variáveis de entrada. Primeiramente foi identificado um modelo tradicional de simulação e nele identificadas variáveis de entrada e saída que fossem relevantes na tomada de decisão, e com base nelas um modelo de simulação probabilística foi construído. Aplicando o modelo a duas simulações empíricas, aleatoriamente escolhidas, foi possível validar e aprimorar o modelo e também verificar sua capacidade de gerar subsídios úteis à tomada de decisão.

Na comparação entre os dois modelos, pode-se observar que: pelo método tradicional de simulação determinística, ambos os casos avaliados apresentam viabilidade que pode ser considerada boa. O que levaria a decisão de iniciar o negócio sem que fossem levados em consideração os riscos que variações do preço podem representar ao sucesso do negócio. Já pelo método probabilístico estes riscos podem ser avaliados, o que não torna mais fácil a tomada de decisão, mas a torna mais qualificada e com base em subsídios mais próximos a realidade.

Ainda podemos destacar que o modelo utilizando o processo de simulação probabilístico se torna mais efetivo quanto maior for o número de variáveis de entrada em condição de incerteza a serem simuladas. Pois no caso de simulação com apenas uma variável é possível elaborar uma planilha que contemple todo o intervalo de valores da variável e obter, pelo método determinístico, as mesmas informações que foram obtidas nos exemplos

probabilísticos apresentados. Porém, com simulação de múltiplas variáveis de entradas tal processo seria de extrema complexidade, justificando o uso do modelo probabilístico.

Considera-se que os resultados apresentados melhoram significativamente a qualidade das informações para a tomada de decisão de negócio, possibilitando a quem avalia maior quantidade e melhor qualidade de informações para subsidiar suas decisões. O modelo de simulação aqui apresentado analisou apenas uma variável de entrada e uma de saída, porém, este processo pode ser ampliado, abrangendo maior número de variáveis e possibilitando uma análise ainda mais qualificada na tomada de decisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLESTERO-ALVAREZ, M. E. **Administração da qualidade e da produtividade**. São Paulo: Atlas, 2001.

BARBOSA, C.; MARQUES, P.V.; MORAES, M.A.F.D. **Economic Basis of the SEAE Reports and The Competition Defense Law: Food Sector**. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto / USP – Outubro de 2003. Disponível em <http://www.pensaconference.org/siteantigo/arquivos_2003/043.pdf>. Acesso em 16 jul.2009

BRUNI, A.L.; FAMÁ, R. & SIQUEIRA, J.O. **Análise de risco na avaliação de projetos de investimento**: uma aplicação do Método de Monte Carlo. São Paulo, 1998. Disponível em <<http://www.infinitaweb.com.br/albruni/academicos/bruni9802.pdf>>. Acesso em 20 set. 2009.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à Teoria da Administração**. 5 ed. São Paulo: Makron Books, 1997.

ESCUADERO, L. F. **La simulación en la empresa**. Barraincúa. Deusto, 1973.

MARSHALL, Alfred. **Os Economistas** – Alfred Marshall , Princípios de Economia. Nova Cultural. São Paulo. 1996.

MOURA, Altair Dias de . **Análise de Projetos Sob Condições de Risco** – Simulação de Monte Carlo. 2000.

PONTES, J. R. **Concepção geral dos custos nas empresas**. UFSC. Florianópolis. 2006. Disponível em <<http://br.groups.yahoo.com/group/Custoindustrial5163/files/WORD>> . Acesso em 05 maio 2009.

PONTES, J. R. **Negócios e seus fundamentos**. UFSC/CNM. 2008. Disponível em <<http://br.groups.yahoo.com/group/Custoindustrial5163/files/WORD>> . Acesso em 05 maio 2009.

RAO, C. S. P. **An overview of Simulation, modeling and analysis of manufacturing systems**. NIT Warangal. 2008. Disponível em <<http://www.scribd.com/doc/4020494/SIMULATION->>. Acesso em 15 jul. 2009.

RUBINSTEIN, Reuven Y. **Simulation and the Monte Carlo method**. Wiley series in probability and mathematical statistics. John Wiley & Sons, Inc. 1981.

SCHRICKEL, W. K. **Análise de crédito**: concessão e gerência de empréstimos. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

SHIMIZU, T. **Decisão nas Organizações**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2006.

VOSE, D. **Risk analysis**: a quantitative guide. 2. ed. Sussex: John Wiley & Sons Ltd., 2000.