



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

TULLIO CAMBOIM MORAIS

**ANÁLISE DE RISCO ECONÔMICO DA AQUISIÇÃO DE UMA MÁQUINA
AUTOMÁTICA DE CORTE NA INDÚSTRIA DE COURO CEARENSE**

FORTALEZA

2013

TULLIO CAMBOIM MORAIS

**ANÁLISE DE RISCO ECONÔMICO DA AQUISIÇÃO DE UMA MÁQUINA
AUTOMÁTICA DE CORTE NA INDÚSTRIA DE COURO CEARENSE**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica e de Produção da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Produção Mecânico.

Orientador: Prof. Dr. Maxweel Rodrigues Veras.

FORTALEZA

2013

TULLIO CAMBOIM MORAIS

**ANÁLISE DE RISCO ECONÔMICO DA AQUISIÇÃO DE UMA MÁQUINA
AUTOMÁTICA DE CORTE NA INDÚSTRIA DE COURO CEARENSE**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica e de Produção da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Produção Mecânico.

Orientador: Prof. Dr. Maxweel Veras Rodrigues.

Aprovada em ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Maxweel Veras Rodrigues (Orientador)

Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Sérgio José Barbosa Elias

Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. José Belo Torres

Universidade Federal do Ceará - UFC

A Deus.

Aos meus Pais, Francisco e Terezinha.

Aos meus Irmãos, Tuianne e Tuíro.

Ao meu tio Osvaldo (in memoriam).

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, que está acima de todas as coisas e tem contribuído para as minhas conquistas.

Ao Prof. Dr. Maxweel Veras Rodrigues pelos ensinamentos prestados durante o curso e empenho dedicado na orientação deste trabalho.

Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia Mecânica e de Produção, pelo empenho na formação de Engenheiros.

Aos meus pais, Francisco de Assis Moraes Sobrinho e Terezinha Camboim Moraes, pelo apoio, carinho e dedicação, dispensados a mim na busca da realização deste sonho.

Aos meus irmãos, Tuianne Camboim Moraes e Tuíro Camboim Moraes, pela alegria compartilhada nas vitórias e pelo amparo nos momentos difíceis.

Ao meu tio tão querido Osvaldo de Lima Carneiro (in memoriam) pela tamanha torcida dele em vida, para que tudo desse certo na minha vida e de toda a minha família, te amamos para sempre tio.

Ao meu amigo Carlos Michael Rodrigues da Silva, por abrir as portas de sua empresa, facilitando a construção desse trabalho.

Aos meus companheiros de curso, que me proporcionaram alegria e suporte durante a essa caminhada.

RESUMO

Muitas fábricas já passaram pela circunstância, na qual, para atender à demanda crescente, produzem até ao ponto em que esbarram na capacidade produtiva, a partir daí, podem buscar o aumento da capacidade através da mecanização do processo. O estudo que se segue, utiliza a técnica de simulação de Monte Carlo para verificar, diante de um cenário com variáveis incertas, a viabilidade econômica da aquisição de uma máquina automática de corte de couro em uma tapeçaria. Na análise, foram projetados os fluxos de caixas futuros, levando à conclusão de que tal investimento seria pago com economias na folha de pagamento e melhor aproveitamento da matéria prima (couro), por outro lado haveria gastos adicionais com manutenção e a energia elétrica necessários ao equipamento. Construiu-se então um modelo de simulação, que foi executado a fim de se gerar a distribuição de probabilidades do comportamento de cada uma das variáveis de previsão, Valor presente líquido (*VPL*), Valor uniforme equivalente (*VAUE*), Taxa interna de retorno (*TIR*), Payback Simples e Descontado. Observou-se então que, o saldo entre economias e gastos adicionais possibilitou a recuperação do investimento em um prazo menor do que 5 anos (83,20% de chance para o payback descontado). A aplicação dos métodos *VPL*, *VAUE* e *TIR* foi necessária para concluir que o projeto de investimento é bastante rentável, tendo 81,71% como chance de sucesso ($VPL > 0$), no entanto a análise da variabilidade das distribuições geradas (coeficiente de variação de 114% para o *VPL*) mostrou que, apesar de rentável, o investimento é arriscado. Por fim, foi feita uma análise de sensibilidade para se determinar as variáveis que mais influenciam a variabilidade e valor das variáveis de previsão. Aceita-se então o investimento, mas com o compromisso de estimular as vendas e controlar sua variabilidade.

Palavras-chave: Análise de risco. Couro. Máquina automática de corte.

ABSTRACT

Many factories have already gone through circumstance in which, to meet growing demand, produce to the extent that bump in production capacity, thereafter, may seek increased capacity through mechanization of the process. The study that follows, the technique uses Monte Carlo simulation to verify, before a scenario with uncertain variables, the economic feasibility of purchasing an automatic leather cutting into a tapestry. In the analysis, the projected future cash flows, leading to the conclusion that such an investment would be paid for with savings in payroll and better utilization of the raw material (leather), on the other hand there would be additional costs for maintenance and electricity needed for equipment . Then built up a simulation model, which was implemented in order to generate the probability distribution of the behavior of each of the predictor variables, Net Present Value (NPV), equivalent uniform Value (vaue), Internal Rate of Return (IRR), Discounted Payback and Simple. It was observed then that the balance between savings and additional spending enabled the recovery of investment in a period less than 5 years (83.20% chance for the discounted payback). The application of methods NPV, IRR and vaue was needed to complete the project investment is quite profitable, with 81.71% success rate as $(NPV > 0)$, however analysis of the variability of distributions generated (coefficient of variation 114% for NPV) showed that, although profitable, investment is risky. Finally, we performed a sensitivity analysis to determine the variables that most influence the variability and predictive value of the variables. It is accepted then the investment, but with a commitment to stimulate sales and controlling its variability.

Keywords: Risk analysis. Leather. Automatic cutting machine.

SUMÁRIO

1	Introdução	11
1.1	Problema.....	12
1.2	Objetivos do Estudo	13
1.2.1	Objetivo Geral.....	13
1.2.2	Objetivo Específico	13
1.3	Estrutura do trabalho.....	13
2	avaliação de investimentos	15
2.1	Custo de oportunidade.....	15
2.2	Taxa mínima de atratividade (TMA)	15
2.3	Técnicas e conceitos da análise de investimentos.....	16
2.3.1	Modelos Determinísticos.....	17
2.3.1.1	Valor presente líquido (VPL).....	17
2.3.1.2	Valor anual uniforme equivalente (VAUE)	19
2.3.1.3	Taxa interna de Retorno (TIR)	21
2.3.1.4	Prazo de Recuperação do Investimento (Payback).....	25
2.3.2	Modelos Probabilísticos	29
2.3.2.1	A simulação de Monte Carlo	30
2.3.2.1.1	Construção do Modelo	30
2.3.2.1.2	Execução do Modelo	31
2.3.2.1.3	Análise dos dados de saída.....	32
3	Metodologia do estudo	34
3.1	Tipo de pesquisa.....	34
3.2	Método do estudo	35
3.2.1	Etapa 1 – Descrição da Empresa	35
3.2.2	Etapa 2 – Descrição do Processo Produtivo.....	35

3.2.3 Etapa 3 – Descrição do Processo em Estudo (Atual)	35
3.2.4 Etapa 4 – Descrição do Processo em Estudo (Proposto)	35
3.2.5 Etapa 5 – Construção do Modelo	35
3.2.6 Etapa 6 – Execução do Modelo	36
3.2.7 Etapa 7– Análise dos Resultados	36
4 aplicação do método	37
4.1 Etapa 1 - Descrição da Empresa	37
4.2 Etapa 2 – Descrição do Processo Produtivo	37
4.3 Etapa 3 – Descrição do Processo em Estudo (Atual)	39
4.4 Etapa 4 – Descrição do Processo em Estudo (Proposto)	43
4.5 Etapa 5 – Construção do Modelo.....	44
4.5.1 Etapa 5.1 – Projeção do Investimento inicial	45
4.5.2 Etapa 5.2 – Projeção dos Fluxos Subsequentes	46
4.6 Etapa 6 – Execução do Modelo	56
4.7 Etapa 7 – Análise dos Resultados	62
5 CONCLUSÕES e recomendações.....	66
Referências	69

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Método do valor uniforme líquido	19
Gráfico 1 - VPL x TIR	21
Gráfico 2 - VPL x Taxa de desconto (Ponto de Fischer)	24
Gráfico 3 - VPL x Taxa de desconto (Múltiplas TIR)	25
Figura 2 - Exemplo de fluxo de caixa irregular	27
Figura 3 - Fluxograma de descrição do processo produtivo.....	39
Figura 4 - Pele no animal e suas divisões.....	40
Figura 5 - Processo de marcação de imperfeições na pele	41
Figura 6 - Processo manual de corte de couro.....	42
Figura 7 - Processo de corte usando a Gerber Taurus XD	44
Figura 8 - Serra de corte	46
Figura 9 – Distribuição triangular do percentual de economia	51
Figura 10 – Distribuição uniforme do volume de vendas.....	52
Figura 11 – Distribuição de probabilidades das áreas de banco.....	53
Figura 12 – Distribuição de probabilidade do fluxo de caixa	57
Figura 13 – Distribuição de probabilidade do VPL	58
Figura 14 – Distribuição de probabilidade do VAUE	59
Figura 15 – Distribuição de probabilidades para a TIR	60
Figura 16 – Distribuição de probabilidades do <i>payback</i> simples.....	61
Figura 17 – Distribuição de probabilidades do <i>payback</i> descontado.....	62
Figura 18 – Contribuição das variáveis na dispersão da função objetivo (VPL).....	64
Figura 19 – Contribuição das variáveis no valor da função objetivo (VPL)	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Cálculo do Payback simples para fluxo de caixa irregular	27
Tabela 2 - Cálculo do <i>Payback</i> descontado para fluxo de caixa irregular	28
Tabela 3 - Cálculo do Investimento Inicial	46
Tabela 4 - Cálculo do Consumo de serras Starret	47
Tabela 5 - Cálculo do custo de mão de obra (situação atual e proposta)	48
Tabela 6 – Cálculo do gasto com material de modelagem.....	49
Tabela 7 - Cálculo do aluguel da sala de moldes.....	50
Tabela 8 - Gastos com manutenção (situação proposta).....	54
Tabela 9 - Gastos adicionais de energia (situação proposta).....	55
Tabela 10 - Cálculo do fluxo de caixa periódico	55
Tabela 11 – Resumo geral de indicadores	62

1 INTRODUÇÃO

O advento da pecuária intensiva proporcionou ao Brasil o título de detentor do maior rebanho bovino comercial do mundo (cerca de 200 milhões de cabeças). (INDUSTRIALIZAÇÃO..., 2012). Matéria-prima em abundância a preços competitivos, adicionada à mão-de-obra qualificada para processar o couro, colocam o país em posição vantajosa no mercado mundial.

Como fruto dessas condições, as exportações brasileiras de couros e peles movimentaram US\$ 2,05 bilhões em 2011, com o embarque de 26,7 milhões de peças, o que corresponde a 66,75% da produção total em volume. O embarque de couro com maior valor agregado tem propiciado um aumento na receita, apesar da produção estar estabilizada em volume. Os principais clientes são Estados Unidos, União Europeia (principalmente a Itália) e China. (EXPORTAÇÃO..., 2012).

A valorização do real, e a crise nos Estados Unidos e países europeus, tem diminuído as margens de lucro e expectativas do setor quanto à exportação, prevendo assim uma estabilização do setor quanto suas atividades no mercado externo. Diante desse quadro, a indústria procura estimular as vendas no mercado interno como forma de tentar absorver pelo menos parte das eventuais perdas na exportação.

Atualmente, mais de 60% do couro bovino é destinado aos segmentos automotivo e de estofamento, até como consequência da migração da indústria calçadista para a matéria-prima sintética, como forma de redução de custos. (COURO..., 2008). A boa notícia é que esses dois mercados estão em alta, em virtude do crescimento econômico, da maior disponibilidade de crédito e ascensão das classes C, D e E.

Pesquisas mostram que o Brasil deve se tornar um dos três maiores mercados automotivos do mundo até 2015. (PERSPECTIVAS..., 2012). O aumento no número de vendas, a chegada de novas montadoras (chinesas e coreanas) e o lançamento de diferentes modelos tem contribuído para o destaque do país.

Com um grande número de opções disponíveis no mercado, as montadoras buscam na diferenciação uma forma de atrair seus clientes. Os bancos de couro têm sido um desses itens. Antigamente disponível apenas em carros luxuosos, os bancos de couro ganharam espaço no mercado de veículos de padrão médio e até mesmo popular, nesses últimos vindos como item opcional.

Com várias opções de acabamento e cores, os bancos de couro garantem maior conforto aos passageiros ao mesmo tempo em que proporcionam sensação de requinte ao veículo. A limpeza dos bancos de couro é realizada de forma mais fácil, vantagem percebida principalmente por quem transporta animais de estimação.

Esse cenário tem feito com que as empresas do ramo busquem soluções que aumentem sua capacidade produtiva.

1.1 Problema

Uma das alternativas mais usadas para se aumentar a capacidade produtiva de uma empresa consiste na automatização de pelo menos uma parte do seu processo produtivo. Essa automatização é feita com o uso de máquinas.

As máquinas podem tanto proporcionar um *upgrade* nos níveis de produção, como conferir melhores padrões de qualidade e proporcionar reduções de custo e mão de obra.

Entretanto, diante do alto custo envolvido, torna-se necessário um estudo para avaliar a viabilidade econômica da compra, de modo a determinar se o investimento está ao alcance da capacidade financeira da empresa e quais seriam os lucros adicionais advindos dessa aquisição.

Com isso levantou-se o seguinte questionamento: Como analisar a viabilidade econômica da aquisição de uma máquina automática de corte de couro abordando os cenários advindos das combinações de variáveis aleatórias?

1.2 Objetivos do Estudo

1.2.1 Objetivo Geral

Elaborar uma análise de risco a fim de verificar a viabilidade da aquisição de uma máquina automática de corte de couro através do uso da simulação de Monte Carlo.

1.2.2 Objetivo Específico

- a) Conhecer o processo de fabricação de bancos em couro;
- b) Identificar as variáveis necessárias aos cálculos da viabilidade, assim como seu impacto nos indicadores econômicos;
- c) Simular o modelo construído na busca de cenários que garantam a viabilidade do equipamento.

1.3 Estrutura do trabalho

O presente trabalho é organizado em cinco capítulos. No primeiro, apresenta-se este trabalho, com uma introdução que procura retratar o cenário em que este se desenvolve, a descrição do problema a ser abordado, os objetivos a serem seguidos, e a estruturação do trabalho.

O segundo capítulo constitui-se de um referencial teórico, onde são explorados os conceitos de simulação de Monte Carlo e técnicas da avaliação de investimentos, ferramentas necessárias para a execução da análise de risco.

No terceiro capítulo é apresentada a metodologia do estudo, classificando o trabalho quanto ao seu método e apresentando o método utilizado, descrevendo cada etapa necessária para realização do trabalho.

O quarto capítulo corresponde à aplicação do método de estudo, onde são desenvolvidas as etapas. É feita uma descrição da empresa e o setor de corte, onde o estudo de caso foi realizado. A seguir o modelo construído é executado e interpretado, dando subsídios à tomada de decisões.

O quinto e último capítulo é dedicado à análise dos resultados e conclusões finais.

2 AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS

A análise de investimento se desenvolve por meio das etapas de projeção dos fluxos de caixa, determinação do custo de capital e uso de técnicas de avaliação determinísticas e probabilísticas (Análise de Risco). Os critérios usados na projeção dos fluxos de caixa, definem o que se leva em consideração para a construção dos mesmos, e são determinantes nos resultados finais, baseado nisso, introduz-se o conceito de custo de oportunidade.

2.1 Custo de oportunidade

Bruni e Famá (2007, p. 21) descrevem que “Custos de oportunidade representam os custos associados a uma alternativa abandonada ou preterida”. Pode-se citar o exemplo de uma empresa que já possui um ponto comercial e deseja instalar uma filial em tal ponto. O fato de usar o ponto no processo de expansão significa que as opções de venda ou aluguel foram descartadas, dessa forma, o valor de venda ou aluguel deve ser incorporado à saída(s) de caixa do projeto, dependendo se a opção descartada foi venda ou aluguel.

Depois de definidos os critérios a serem usados na análise de investimento, faz-se necessário, a definição de um padrão para comparação do o projeto em estudo. Esse padrão geralmente é representado pela taxa mínima de atratividade.

2.2 Taxa mínima de atratividade (TMA)

Existem diversas opções de aplicações financeiras ou até mesmo outros investimentos que fornecem diferentes taxas de retorno a eles associadas. O conceito de taxa mínima de atratividade está diretamente relacionado com a decisão de escolha de um investimento em particular. Parte-se do pressuposto que o montante aplicado no investimento poderia ser aplicado de outra forma a um risco

menor, o rendimento associado a essa forma alternativa de investimento é a taxa mínima de atratividade.

O valor da TMA depende de quem faz o investimento, pessoa física ou jurídica, e sendo pessoa jurídica se é empresa financeira ou não, é o que se encontra em Casarotto Filho e Kopittke (2007, p. 109),

Para pessoas físicas, no caso do Brasil, é comum a taxa mínima de atratividade ser igual à rentabilidade da caderneta de poupança. Para as empresas, a determinação da TMA é mais complexa e depende do prazo ou da importância estratégica das alternativas.

Para o ambiente empresarial, considerando aplicações de curtíssimo prazo, a TMA pode ser determinada como a taxa de uma aplicação CDB ou títulos do tesouro nacional. Em operações de médio prazo (até seis meses) a TMA compara-se ao custo de oportunidade do capital a ser investido. Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2007, p. 109),

Pode-se considerar como TMA a média ponderada dos rendimentos das contas do capital de giro, como por exemplo, aplicações de caixa, valorização dos estoques ou taxas de juros embutidas em vendas a prazo.

Considerando aplicações de longo prazo pode-se determinar a TMA de acordo com o custo dos empréstimos de longo prazo de instituições como BNDES, BNB e etc.

Depois de definidos os critérios e padrão de comparação, podem ser aplicadas as técnicas de análise de investimentos que serão descritas a seguir.

2.3 Técnicas e conceitos da análise de investimentos

As técnicas de avaliação são necessárias para análise dos benefícios futuros decorrentes da aceitação de um investimento, fornecendo informações base para a decisão de aceitação ou não do projeto de investimento. Tais técnicas são frutos de modelos determinísticos e probabilísticos. Inicia-se agora a descrição dos primeiros.

2.3.1 Modelos Determinísticos

Casarotto Filho e Kopittke (2010, p. 308) descrevem os modelos determinísticos de análise de investimento como aqueles em que se supõe que os inputs são perfeitamente conhecidos e de ocorrência certa, ou os riscos envolvidos são ignorados. De forma mais simplista, tem-se um modelo determinístico quando os cálculos são baseados em dados estáticos, não considerando possíveis desvios nos valores projetados (CORREIA NETO, 2009, p. 197).

Ilustra-se agora, a mais usada das técnicas de análise de investimento, o valor presente líquido.

2.3.1.1 Valor presente líquido (VPL)

Analisando a série dos fluxos de caixa incrementais associados a um investimento a ser realizado em uma empresa, pode-se notar que um ou mais dos fluxos iniciais são negativos e os subsequentes, meio até o fim, são positivos. Segundo Bruni e Famá (2007, p. 80) o Valor Presente Líquido (VPL ou NPV) “resulta da adição de todos os fluxos de caixa na data zero”.

Em suma, é como se todos os fluxos advindos do investimento ($t > 0$) fossem trazidos (descontados) à data presente ($t = 0$) e adicionados ao investimento inicial. No entanto, para trazer os fluxos futuros à data presente, necessita-se descontá-los a uma determinada taxa de desconto i . O cálculo do VPL é representado pela equação 1:

$$VPL(i) = FC_0 + \sum_{j=1}^n FC_j / (1 + i)^j \quad (1)$$

Onde:

- a) i é a taxa de desconto;
- b) j é um período genérico, variando de 1 a n , percorrendo o fluxo de caixa;
- c) n é o número de períodos;

- d) FC_j é um fluxo genérico para t variando de 0 a n , podendo ser positivo ou negativo;
- e) $VPL(i)$ é o valor presente líquido descontado a uma dada taxa i .

Vale ressaltar que o VPL é dado em valor absoluto, na unidade considerada (milhares de reais, milhões de reais etc.). Segundo Motta e Calôba (2002, p. 109) “o valor presente líquido descontado a uma taxa i compara o investimento puro de todo o capital a essa taxa i e a rentabilidade do fluxo de caixa projetado”, visto que está implícito que irá se investir ou no projeto ou em uma aplicação financeira. Pode-se concluir que o VPL, calcula o ganho de capital em relação à aplicação do dinheiro a $i\%$ pelo período considerado.

Diante do exposto, pode-se concluir que, considerando apenas uma alternativa de investimento têm-se:

- a) $VPL > 0$, projeto economicamente viável;
Segundo Bruni e Famá (2007, p. 80), os fluxos futuros trazidos e somados ao investimento inicial, superam o investimento. Dessa forma, o projeto de investimento deve ser aceito.
- b) $VPL = 0$, o projeto ainda é economicamente viável, mas se torna indiferente investir ou não no mesmo;
- c) $VPL < 0$, projeto economicamente inviável.

Conforme Motta e Calôba (2002, p. 109), a taxa i de desconto pode ser representada pela taxa mínima de atratividade (TMA), custo de oportunidade ou custo de capital do projeto.

Considerando que a taxa de desconto seja representada pela taxa de rendimento de uma aplicação de baixo nível de risco, como um fundo de renda fixa. Para o caso em que tem-se $VPL = 0$, descontado a essa taxa de desconto, conclui-se que o projeto obteve o mesmo rendimento da aplicação de renda fixa a um risco menor, e mais importante, demandando um menor nível de esforços de produção e mão de obra. Isso nos leva a concluir, que mesmo sendo ainda economicamente viável, não é interessante investir em projetos que possuam tal característica, visto que o mesmo rendimento pode ser alcançado sem o menor esforço.

Em Bruni e Famá (2007, p. 82), encontra-se que um projeto com *VPL* positivo, o investimento:

- a) Será recuperado;
- b) Será remunerado à taxa de juros i usada no desconto;
- c) Gerará lucro extra, na data presente, de valor igual ao *VPL*.

Para o caso em que tem-se duas ou mais alternativas com o mesmo investimento, a opção a ser escolhida será a que possuir maior *VPL*, e quando os VPL_s forem iguais pode-se escolher qualquer alternativa (desde que elas possuam o mesmo prazo de duração).

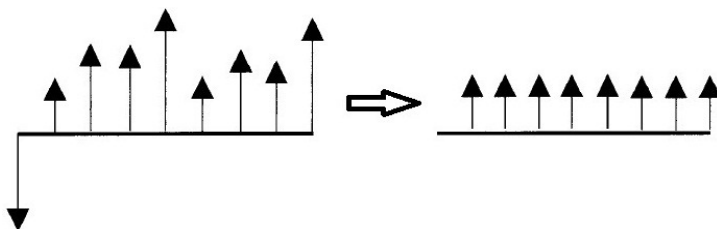
Apesar de ser uma ferramenta interessante, o *VPL* apresenta suas limitações. Bruni e Famá (2007, p. 82) citam duas desvantagens do método:

- a) Determinação do custo de capital, tarefa difícil e que nem sempre retrata a realidade;
- b) Dificuldade de resposta quando os investimentos possuem valor inicial e VPL_s diferentes.

2.3.1.2 Valor anual uniforme equivalente (VAUE)

Também chamado de valor uniforme líquido (*VUL*) esse método se assemelha bastante ao *VPL*, e converte todo o fluxo de caixa de um projeto em uma série uniforme de capital à um taxa de desconto i . A figura 1 demonstra a aplicação do método:

Figura 1 - Método do valor uniforme líquido



Fonte: Adaptado de Bruni e Famá, 2007.

O cálculo do valor anual uniforme equivalente (*VAUE*) pode ser feito de duas maneiras, na primeira o investimento inicial é transformado em uma série de pagamentos e somada aos fluxos futuros, na outra calcula-se primeiramente o *VPL* da série de fluxos de caixa e a distribui pelo período em consideração. Na segunda forma de cálculo torna-se necessário aplicar a seguinte fórmula:

$$VAUE = VPL \cdot \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] \quad (2)$$

Onde:

i é a taxa de desconto, normalmente usa-se a TMA;

n é o número de períodos do fluxo;

VPL é o valor presente líquido de todo o fluxo de caixa.

Conforme Bruni e Famá (2007, p. 95), com a aplicação do método, “pode-se encontrar qual o valor extra gerado pelo investimento durante cada ano analisado”. Dessa forma a escolha de um projeto tendo como base o *VAUE* procede da seguinte forma:

- a) $VAUE > 0$, deve-se investir no projeto;
- b) $VAUE = 0$, torna-se indiferente investir ou não no projeto;
- c) $VAUE < 0$, não se deve investir no projeto.

O *VAUE*, é uma ferramenta que permite a avaliação e escolha de projetos de investimentos com durações diferentes, pois o método por si próprio leva em conta esse prazo de duração horizonte. Dessa forma “não é necessário que os fluxos de caixa dos investimentos sejam repetidos até um horizonte de planejamento comum para poder compará-los” (CASAROTTO FILHO e KOPITTKKE, 2007, p. 112).

Uma vez que o *VAUE* pode ser calculado através de uma conversão do *VPL* em um fluxo uniforme de caixa, “ordenar os projetos pelos seus *VPL* será o mesmo que ordená-los pelo *VAUE*” (MOTTA e CALÔBA, 2002, p. 116).

Existe ainda uma variação do método que nasceu da necessidade de mensuração do custo de manutenção de equipamentos e/ou projetos. Chamado de

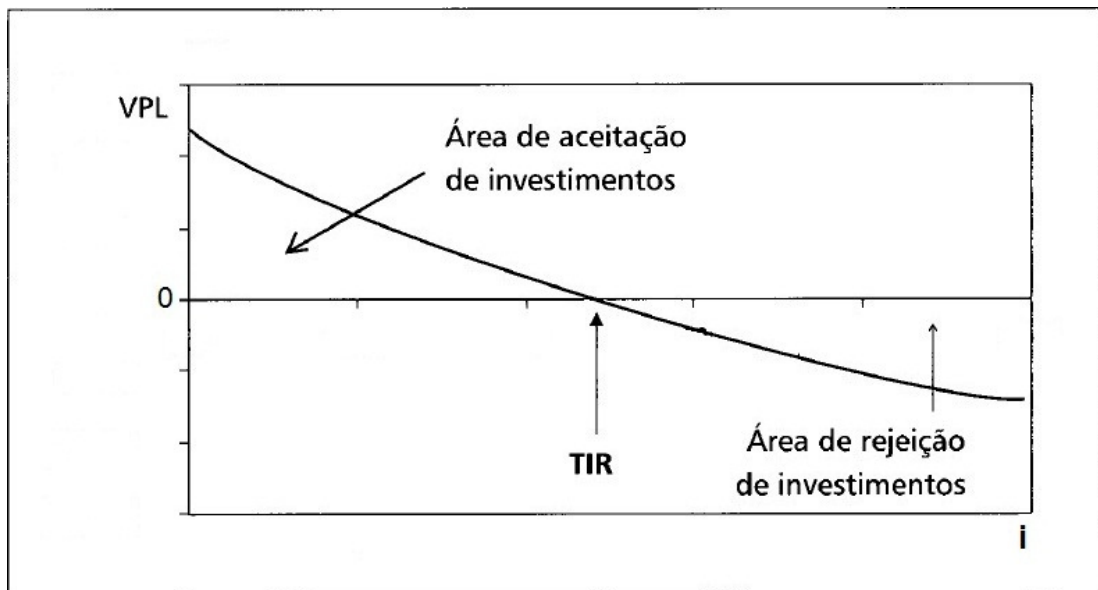
custo anual equivalente (CAE), o método aplica-se em fluxos compostos por um investimento inicial e uma série de custos durante o período de vida/duração do equipamento/projeto.

Da mesma forma que o método do *VAUE*, o *CAE* transforma todos os fluxos de caixa em uma série periódica uniforme de saídas de caixa. Dessa forma deve-se escolher os investimentos com o menor custo anual equivalente associado. O *CAE* frequentemente é usado em estudos de análise de substituição de equipamentos.

2.3.1.3 Taxa interna de Retorno (TIR)

Seja um projeto de investimento com seus fluxos de caixa associados, calculando o *VPL* a uma dada taxa de desconto i , obtém-se um valor, diga-se que a título de exemplo, positivo. Aumentando a taxa de desconto i , pode-se observar que o valor do *VPL* diminui, prosseguindo com a operação, haverá uma taxa i em que o valor do *VPL* se torne negativo. A relação descrita encontra-se no gráfico 1:

Gráfico 1 - VPL x TIR



Fonte: Adaptado de Bruni e Famá, 2007.

A taxa interna de retorno (*TIR*) associada a um investimento corresponde à taxa de desconto na qual o *VPL* se iguala a zero, ou seja, para essa taxa torna-se indiferente investir no projeto. Dessa forma, pode-se escrever:

$$\sum_{j=0}^n FC_j \cdot \{1/(1+i)\}^j = 0 \quad (3)$$

Onde:

i é a taxa de retorno, ou *TIR*;

FC_j é um fluxo de caixa qualquer, com *j* variando de 0 à *n*.

Dependendo dos valores do fluxo de caixa (na verdade do número de variações de sinal do capital), o cálculo da *TIR* pela expressão acima torna-se de difícil solução. Dessa forma há uma metodologia simples para o cálculo da *TIR* que consiste em:

- a) Calcular o *VPL* com uma taxa de desconto *i₀*;
- b) Caso *VPL* > 0 prosseguir o cálculo com uma taxa maior *i₁* até que se tenha *VPL* < 0;
- c) Calcular novamente o *VPL* para uma taxa *i₀* < *i₂* < *i₁*;
- d) Fazer diversas interações até achar *VPL(i₃)* = 0, nesse ponto *i₃* será a taxa interna de retorno.

Em sua obra, Motta e Calôba (2002, p. 116) definem a taxa interna de retorno como a medida da rentabilidade de um projeto, considerando seus investimentos e receitas, a um dado intervalo de tempo (mensal, anual, etc.). Para isso a *TIR* deve ser comparada com a taxa mínima de atratividade *TMA*, sendo o projeto:

- a) Economicamente viável para *TIR* > *TMA*;
- b) Indiferente para *TIR* = *TMA*, (remuneração do investimento equiparada à *TMA*);
- c) Economicamente inviável para *TIR* < *TMA*.

Os critérios acima retratados servem para decisão de uma única alternativa de projeto. Não se deve comparar dois projetos através da simples

comparação do valor da TIR de cada um deles, o que é um erro comum. A exceção acontece com projetos de investimentos e prazos iguais, caso em que se deve escolher o projeto de maior TIR e descartar os projetos em que $TIR < TMA$.

Para comparação entre dois projetos com prazos iguais e investimentos diferentes, deve-se proceder ao cálculo da TIR usando o fluxo de caixa diferencial dos dois projetos. O fluxo de caixa diferencial é um terceiro fluxo de caixa, em que cada parcela é formada pela diferença entre as parcelas de cada período.

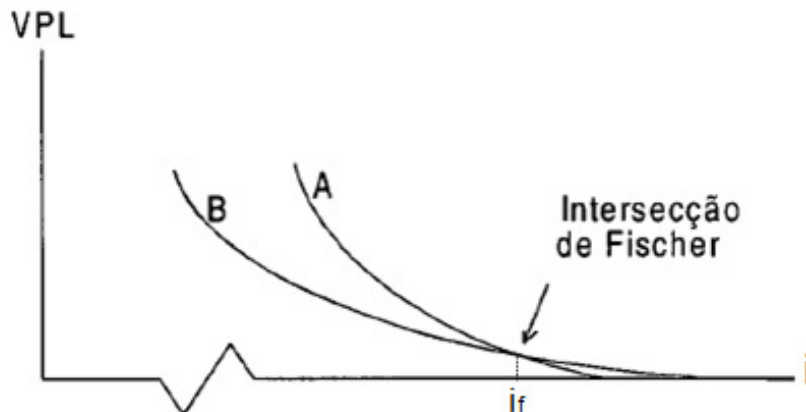
Sejam A e B dois projetos possíveis, caso $TIR_{B-A} > TMA$, o projeto B é preferível ao projeto A. De acordo com Casarotto Filho e Kopittke (2007, p. 131) esse método parte do pressuposto que a diferença entre o investimento maior e o menor, será aplicada à taxa mínima de atratividade. Dessa forma compara-se o investimento i_b aplicado à TIR_b com i_a aplicado à TIR_a mais a aplicação da diferença à TMA .

Há também o caso em que $I_B > I_A$ e $TIR_B > TIR_A > TMA$, não sendo necessário o cálculo do fluxo de caixa incremental, pois de acordo com Motta (2002, p.124) a alternativa B aloca maior volume de recursos a uma taxa de retorno maior.

Traçando-se um gráfico do VPL em função da taxa de desconto i para as duas alternativas de projeto concorrentes, pode-se destacar um ponto em que as curvas se encontram. Esse ponto é chamado de Ponto de Fischer, e possui as seguintes características:

- a) Os valores dos projetos são iguais;
- b) O Investimento incremental possui valor presente nulo.

Gráfico 2 - VPL x Taxa de desconto (Ponto de Fischer)



Fonte: Adaptado de Casarotto e Kopittke, 2007.

Supondo que a taxa mínima de atratividade seja menor do que a taxa do Ponto de Fischer (i_f), do gráfico acima, pode-se concluir que para taxas de descontos superiores à (i_f), VPL e TIR do projeto B são maiores do que os do projeto A, devendo-se então escolher àquele projeto. Quando a taxa de desconto é menor do que (i_f) escolhe-se o projeto A, apesar de $TIR_B > TIR_A$, pois tem-se que $TIR_{A-B} > TMA$.

Os casos descritos acima, dizem respeito à projetos que tenham igual período de duração ($n_A = n_B$). Caso os prazos não sejam originalmente iguais e as alternativas possam ser repetidas indefinidamente, deve-se:

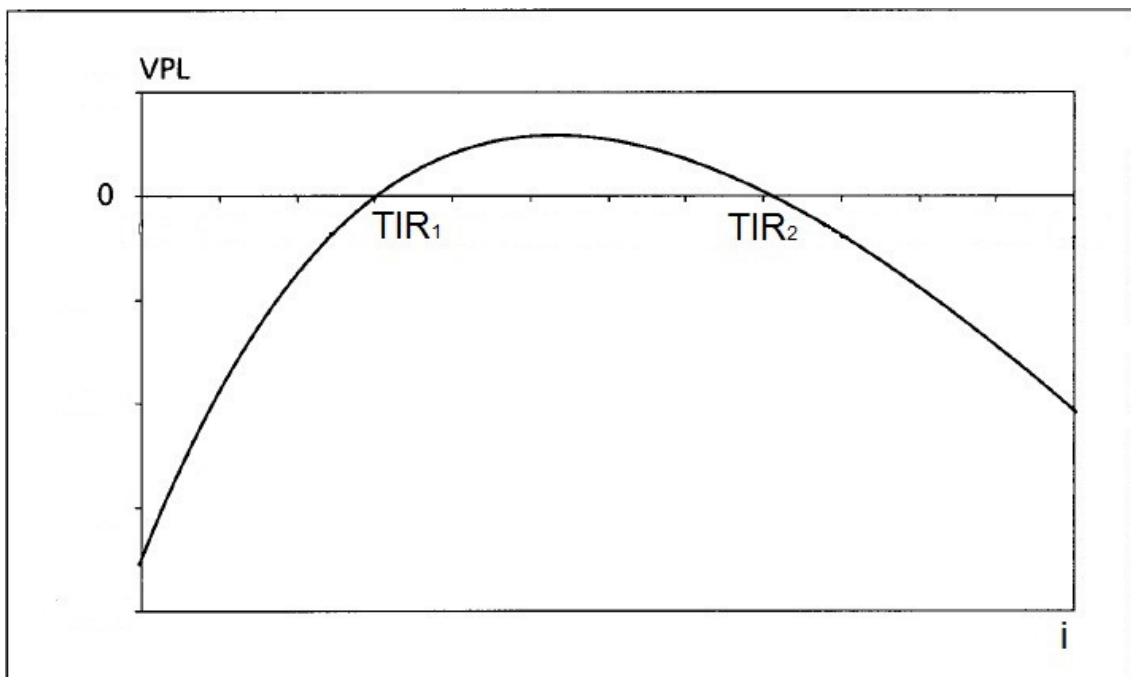
- a) Calcular o m.m.c. dos prazos;
- b) Comparar múltiplos projetos de cada alternativa, de forma a se “encaixar” no prazo determinado pelo m.m.c.

Ex.: $n_A = 2$ anos, $n_B = 3$ anos; m.m.c. (2,3) = 6 anos; deve-se comparar três projetos A com dois projetos B num período de seis anos.

Caso as alternativas não possam ser repetidas indefinidamente, define-se o tempo de análise como o de maior duração. Em seguida, compara-se o projeto de maior duração com um outro hipotético, formado pelo projeto de menor duração mais uma aplicação dos recursos à TMA pelo prazo da diferença das duas alternativas.

Outro fato importante a se considerar é que existem projetos que apresentam mais de uma taxa interna de retorno, advindas de inversões de sinais nos fluxos de caixa. Segundo Motta e Calôba (2002, p. 119) “isso pode ocorrer quando, após o investimento inicial, haja necessidade de expansão, ou melhorias ou substituições de equipamentos ao longo da vida do projeto”. Quando isso ocorre o projeto se torna viável quando $VPL > 0$, é o que se encontra em Bruni e Famá (2007, p. 114). Para o projeto do gráfico 3, ele torna-se viável na faixa $TIR_1 < i < TIR_2$.

Gráfico 3 - VPL x Taxa de desconto (Múltiplas TIR)



Fonte: Adaptado de Bruni e Famá, 2007.

2.3.1.4 Prazo de Recuperação do Investimento (Payback)

Outra técnica de análise de investimentos a se considerar é o *payback*, ela fornece uma informação importante e geralmente solicitada que é o prazo de recuperação do investimento.

Observando o tempo de vida de um projeto, pode-se perceber que o fluxo de caixa cumulativo inicia negativo com o valor I do investimento inicial, e vai aumentando na medida em que as receitas se consolidam. O *payback* se dá na data

em que o fluxo cumulativo de caixa tem seu valor igual à zero, a partir dessa data o projeto começa a dar lucro.

Pela própria natureza do método, conclui-se que quanto menor o *payback* mais atraente é o projeto. Contudo, segundo Motta e Calôba (2002, p. 97) o *payback* deve ser tratado apenas como indicador, não tendo valor decisivo na escolha entre alternativas de investimento. Isso ocorre pelo fato do *payback* não ser uma medida de rentabilidade do investimento, por essa razão Bruni e Famá (2007, p. 75) recomenda o uso do *payback* com auxílio de outros métodos como o valor presente líquido e a taxa interna de retorno.

Algumas empresas estabelecem uma política em que se determina um prazo máximo para recuperação do investimento. Dessa forma alternativas que possuam um *payback* maior que o prazo máximo estabelecido são descartadas. É evidente que essa política deve estar de acordo com o ramo de atuação da empresa, visto que investimentos e receitas variam em função do setor de atividades. Como exemplo disso, Motta e Calôba (2002, p. 98) apresenta o fato de que investimentos ligados à infraestrutura, indústria mineral e siderurgia possuem um *payback* superior a 10 anos.

O cálculo do *payback* é simplificado para o fato em que o investimento inicial é seguido de uma série uniforme de receitas líquidas. Para esse caso, o cálculo do *payback* é dado pela seguinte expressão:

$$Payback = \frac{Inv}{R} \quad (4)$$

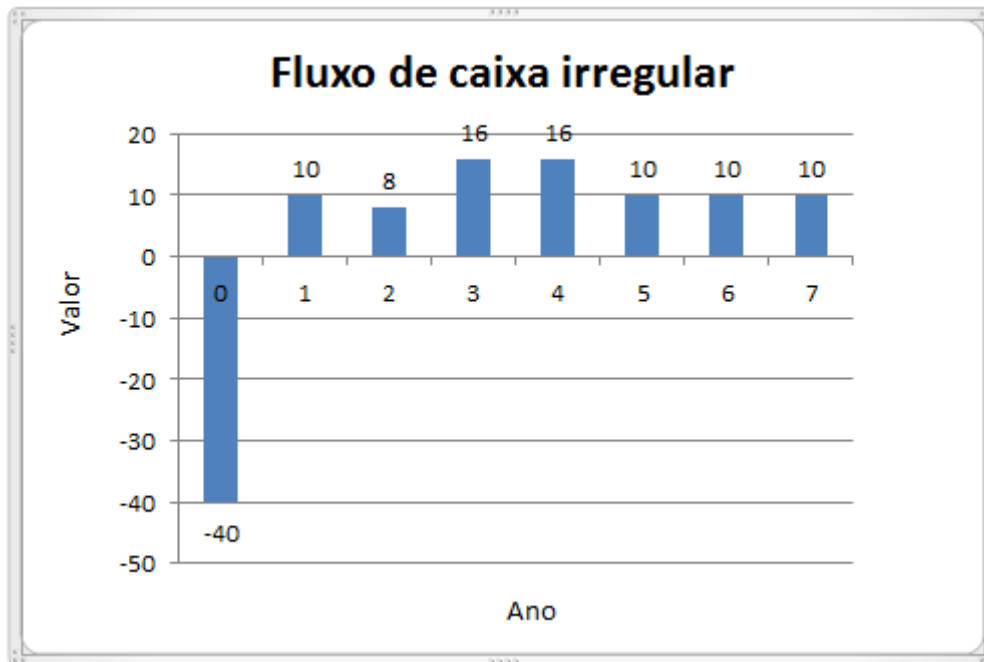
Onde:

Inv representa o investimento inicial;

R representa a receita líquida que se repete a cada período.

Quando as entradas não são uniformes, calcula-se o *payback* através de uma tabela, na qual estão representados os fluxos de caixa pontuais e cumulativos de cada período. Para o fluxo de caixa apresentado na figura 2 tem-se:

Figura 2 - Exemplo de fluxo de caixa irregular



Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Tabela 1 - Cálculo do Payback simples para fluxo de caixa irregular

Payback Simples								
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7
Fluxo de caixa do período	-40	10	8	16	16	10	10	10
Fluxo de caixa cumulativo	-40	-30	-22	-6	10	20	30	40

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Percebe-se da tabela acima que o fluxo de caixa cumulativo no período 3 é negativo e no período 4 já é positivo, conclui-se que o *payback* se dá entre os dois períodos e o tempo de recuperação do investimento não é inteiro. O valor é encontrado usando interpolação linear:

$$\frac{\Delta F_{CC}}{1} = \frac{F_{CC}}{X} \quad (5)$$

Onde:

ΔF_{CC} representa a variação de valor no fluxo de caixa cumulativo;

F_{CC} representa o valor do último fluxo de caixa antes da inversão de sinal;

X é a parte fracionária do período de *payback*.

Os métodos acima expostos referem-se ao cálculo do *payback* simples, há ainda o descontado, o qual considera o valor do dinheiro no tempo. Segundo Bruni e Famá (2007, p. 72), o *payback* descontado considera o custo de capital e possui procedimento de cálculo similar ao do simples, se diferenciado pela etapa de trazer os fluxos de caixa a valor presente. A tabela 2 ilustra o cálculo do *payback* descontado para o mesmo fluxo de caixa:

Tabela 2 - Cálculo do *Payback* descontado para fluxo de caixa irregular

Payback Descontado								
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7
Fluxo de caixa do período	-40	10	8	16	16	10	10	10
Fluxo de caixa cumulativo	-40	-30	-22	-6	10	20	30	40
Valor presente do fluxo de caixa	R\$ 40,00	R\$ 9,09	R\$ 6,61	R\$ 12,02	R\$ 10,93	R\$ 6,21	R\$ 5,64	R\$ 5,13
Fluxo de caixa cumulativo descontado (i =10%)	-R\$ 40,00	-R\$ 30,91	-R\$ 24,30	-R\$ 12,28	-R\$ 1,35	R\$ 4,86	R\$ 10,51	R\$ 15,64

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Percebe-se uma diferença no *payback* time entre o método simples e o descontado, sendo o último sempre maior. Essa diferença aumenta com o aumento da taxa de desconto.

Bruni e Famá (2007, p. 72) atenta para um fato pouco percebido, no qual o método do *payback* dá uma ideia da magnitude do risco relacionado a um investimento. Segundo ele, quanto maior o *payback* de um projeto maior seu risco, pois o grau de certeza das estimativas de receitas futuras decresce com o decorrer do tempo. A obra ainda descreve o *payback* como medida de liquidez, existindo uma relação inversa de proporcionalidade, quanto menor o *payback* maior a liquidez.

Os cálculos acima apresentados se aplicam na situação em que o fluxo de caixa é simples, ou seja, quando ocorre apenas uma mudança de sinal do fluxo

cumulativo. Nos demais casos o cálculo do *payback* se torna complicado e a informação que ele passa está relacionada a uma percepção de menor importância.

Com apresentação do método do *payback* acaba por elucidarem-se os métodos determinísticos de análise de investimentos. Os métodos probabilísticos são abordados a seguir.

2.3.2 Modelos Probabilísticos

Correia Neto (2009, p. 4) afirma que “A incerteza é uma característica comum aos projetos”, uma vez que “todo ato de projeção envolve algum nível de incerteza”. Dessa forma o fato de não saber se as projeções acontecerão como o previsto agrega um nível de incerteza ao projeto.

No entanto, “Essa situação não invalida o procedimento de avaliação com o *VPL* e a taxa esperada considerando uma taxa requerida” (LAPPONI, 2007, p. 18). Essa afirmação se dá justamente pela possibilidade de mensuração objetiva da incerteza, transformando-a em situação de risco (CORREIA NETO, 2009, p. 199).

Os modelos probabilísticos são usados para avaliação de projetos de investimentos, quando o fator da incerteza é considerado. Nos projetos a incerteza se apresenta através da aleatoriedade das variáveis que compõem os cálculos, as quais podem ser volume de vendas, investimento inicial e alguns custos indiretos como os custos com manutenção.

A medição e análise de risco de projetos de investimentos possibilitam conhecer os resultados consequentes de cada cenário possível, e a probabilidade de ocorrência de cada um deles (ABREU, 1982, p. 96). A avaliação de investimentos considerando os fatores de risco pode ser realizada através das técnicas de análise de sensibilidade, análise de cenários e simulação de Monte Carlo.

2.3.2.1 A simulação de Monte Carlo

Segundo Lapponi (2007, p.435) a simulação de Monte Carlo é uma técnica que, “utiliza números aleatórios relacionados com uma distribuição de probabilidades para gerar estimativas”. Os cenários futuros são simulados através do uso de ferramentas computacionais. Softwares como @risk® e Crystal Ball® são usados no mundo todo, em simulações de cenários nas mais diversas aplicações: finanças e derivativos, seguros, indústrias (principalmente as de óleo e gás), estudos de análise de qualidade (seis sigma).

O nome da técnica é advindo da cidade do mesmo nome, localizada em Mônaco, onde as roletas dos famosos cassinos representam um mecanismo de geração de números aleatórios.

2.3.2.1.1 Construção do Modelo

Para avaliação de um projeto de investimento com o uso da simulação de Monte Carlo é necessária a construção de um modelo, que represente a situação em estudo e seja executado com o intuito de gerar os cenários futuros. O processo se inicia com a análise e classificação das variáveis do sistema, o qual se ocorre da seguinte forma,

As contas incertas do fluxo de caixa são representadas no modelo por variáveis estocástica. Outras contas, cujos comportamentos futuros são certos ou previstos com mais assertividade, pode ser colocadas no modelo sem o comportamento aleatório (CORREIA NETO, 2009, p. 205).

A entrada de uma variável estocástica no sistema se dá por meio da associação dela a uma distribuição teórica de probabilidades, para que isso ocorra, a série de valores possíveis para essa variável é submetida a um teste de aderência.

Um teste de aderência consiste na “verificação da qualidade na escolha da distribuição que acreditamos ser a melhor representação dos dados da população” (DA COSTA, 2002, p. 27). Os testes mais usados são: Qui-Quadrado, Anderson-Darling e Kolmogorov-Smirnov. Após o teste indicar a

distribuição que melhor representa a variável estocástica, dá-se a entrada no modelo.

Uma vez inseridas todas as variáveis determinísticas e estocásticas, a construção do modelo é finalizada com a definição das relações entre elas, que correspondem aos cálculos necessários para a determinação (saída) das variáveis de previsão, Fluxos de caixa, por exemplo.

2.3.2.1.2 Execução do Modelo

Após construído, o modelo está pronto para execução, que ocorre em um *looping* composto por duas etapas. Na primeira, o computador atribui para cada variável estocástica, um valor aleatório da distribuição à ela associada. Na segunda, os valores gerados de cada variável estocástica são combinados com os valores determinísticos para cálculo da variável de previsão. A cada execução do *looping*, um fluxo de caixa é gerado, e a partir dele são calculados valores de *VPL* e *TIR* por exemplo (CORREIA NETO, 2009, p. 205).

Após a execução de *n loopings*, é possível construir uma distribuição de probabilidade para cada variável de previsão. Nesse ponto o uso de computador é essencial, pois permitem a execução mais de mil *loopings* em poucos segundos ou quantos se queira.

No entanto, Abreu (1982, p. 153) fala que é indiferente a escolha de mais de mil *loopings*, “já que depois de um certo tempo as frequências tendem a se estabilizar e as modificações que ocorram só afetam marginalmente a distribuição de probabilidades”.

Um ponto de destaque é que, do teorema do limite central, “mesmo no caso de uma distribuição não-normal, a distribuição das médias amostrais será aproximadamente normal, desde que a amostra seja grande” (STEVENSON, 1981, p. 181), isso significa que, depois de mil interações, a distribuição da variável de saída pode ser aproximada à uma distribuição normal “passível de análise através

de suas propriedades, juntamente com seus parâmetros (média e desvio-padrão)” (CORREIA NETO, 2009, p. 201).

2.3.2.1.3 Análise dos dados de saída

De posse de uma distribuição probabilística da variável de saída, pode-se fazer uma análise estatística para embasar uma melhor avaliação econômica do projeto, respondendo a perguntas como: Qual a média e desvio-padrão do *VPL*? Qual a probabilidade de se ter $VPL < 0$? Quais os valores mínimo e máximo de *VPL*?

Correia Neto (2009, p.199) atenta para o fato de que o retorno do projeto é um retorno esperado, uma vez que são calculados “sobre valores projetados, ainda não realizados e passíveis de desvios”. Dessa forma, na análise de risco se tem o Valor Esperado do Valor Presente Líquido, que corresponde à média dos *VPLs* gerados pelo modelo.

Assim como a média da distribuição dá o valor esperado, o desvio padrão mede a dispersão em torno dessa média. A variabilidade característica das variáveis estocásticas pode levar a situações favoráveis ou desfavoráveis à viabilidade do projeto, aumentando ou diminuindo indicadores como *VPL* e *TIR*. Tomando por base o *VPL*, resultados maiores que os calculados na análise determinística são bem recebidos, ao contrário de resultados menores e/ou negativos.

Análise da dispersão é importante, pois, mesmo que se tenha um projeto com uma alta probabilidade de se ter $VPL > 0$, se o desvio padrão for alto, podem ocorrer situações em que se tenha um retorno modesto e outras na qual o retorno é significativo. Conclui-se então que, o desvio padrão retrata o risco associado ao investimento no projeto, uma vez que, se o desvio padrão é alto, menor é a probabilidade de ocorrência do valor esperado e maior a probabilidade da ocorrência de valores distantes dessa média.

A variabilidade da distribuição gerada tem como origem uma maior variabilidade nos dados de entrada, que pode ocorrer por um maior número de

variáveis estocásticas no modelo ou pela presença de variáveis de desvio padrão significativo, ambos conferindo uma maior insegurança ao projeto.

Para análise da variabilidade de uma distribuição, o cálculo do coeficiente de variação é o mais indicado, uma vez que permite a comparação entre distribuições com médias diferentes e, expressa o desvio padrão como porcentagem da média. O cálculo é feito pela aplicação da fórmula:

$$Cv = \sigma/\mu \quad (6)$$

A comparação entre distribuições com médias diferentes ocorre, por exemplo, no caso em que se constroem dois modelos cada um representando alternativas diferentes de investimentos e deseja-se confrontá-los a fim de se escolher a melhor alternativa.

Assim, a Análise de Risco de investimento no projeto se completa depois de examinado um conjunto de fatores: probabilidade de ocorrência de sucesso, média e variabilidade dos valores esperados.

3 METODOLOGIA DO ESTUDO

O capítulo que se segue, classifica o trabalho e apresenta os procedimentos metodológicos, elaborados e seguidos pelo autor, durante a realização do mesmo com o intuito de atingir os objetivos traçados no capítulo inicial.

3.1 Tipo de pesquisa

Segundo Gil (1991, p. 45), “com relação às pesquisas, é usual a classificação com base em seus objetivos gerais”, classificando-as em exploratórias, descritivas e explicativas.

Nesse sentido, a pesquisa pode ser considerada como exploratória, uma vez que “têm por objetivo familiarizar-se com o fenômeno ou obter uma nova percepção dele e descobrir novas idéias” (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007, p.63). Isso se confirma pelo fato da pesquisa ser concretizada a partir de pesquisa bibliográfica e estudo de caso (GIL, 1991, p. 45).

Pode-se também observar características de uma pesquisa descritiva, visto que tem como objetivo, a descrição de um fenômeno e o estabelecimento de relações entre variáveis, utilizando a observação sistemática como técnica de coleta de dados (GIL, 1991, p. 45).

Quanto à coleta de dados, pode-se acrescentar que, seguindo a classificação de Marconi e Lakatos (2009, p. 43), a pesquisa utilizou-se dos dois processos de coleta de dados, a documentação direta e a indireta.

Documentação direta pelo fato da obtenção de dados ter ocorrido no local em que os fenômenos ocorrem, a qual se deu através de pesquisas de campo (observação intensiva do processo de produção).

A documentação indireta ocorreu quando, utilizou-se fontes de dados coletados por outras pessoas, provenientes de material já elaborado. Assim, foram levantadas informações provenientes de pesquisa documental (formulários e documentos da empresa) e bibliográfica (catálogos de equipamentos).

Dessa forma, a pesquisa se desenvolve através da aplicação do método de estudo que será, a seguir, apresentado.

3.2 Método do estudo

O estudo se desenvolve seguindo as seguintes etapas apresentadas abaixo:

3.2.1 Etapa 1 – Descrição da Empresa

Essa etapa tem o objetivo de apresentar uma breve descrição da empresa em que a pesquisa foi desenvolvida, identificando: seu ramo de atuação, tempo de operação no mercado, principais produtos fabricados, principais clientes e estrutura física em que as operações ocorrem.

3.2.2 Etapa 2 – Descrição do Processo Produtivo

O objetivo aqui é fazer uma descrição de todo o processo de produção dos produtos, desde o recebimento até a entrega dos pedidos, detalhando todas as etapas do processo produtivo, e destacando as relações existentes entre elas. Essa descrição é importante, pois dá uma noção da relação entre o processo estudado e as outras etapas de produção.

3.2.3 Etapa 3 – Descrição do Processo em Estudo (Atual)

Objetiva-se, nesta etapa, apresentar o processo de corte de couro atual, destacando-se suas peculiaridades. Durante a descrição, algumas limitações do processo são evidenciadas.

3.2.4 Etapa 4 – Descrição do Processo em Estudo (Proposto)

A quarta etapa tem como objetivo demonstrar como é feito o corte de couro usando a máquina automática de corte, isso feito através da descrição do processo, onde são evidenciadas as vantagens do método proposto.

3.2.5 Etapa 5 – Construção do Modelo

Aqui, busca-se contabilizar detalhadamente os custos e receitas incrementais em cada período, de modo a projetar um fluxo de caixa associado à

aquisição da máquina. As variáveis são classificadas em determinísticas ou estocásticas, e de acordo com a classificação, são imputadas por valor absoluto ou distribuição de probabilidades em uma planilha de *Excel®* com o software *Crystal Ball®* instalado.

É importante salientar que, para se chegar à distribuição inserida na planilha, é necessária uma análise prévia do comportamento dos dados, de forma a selecionar uma distribuição que melhor os representa, às vezes isso é feito usando o módulo *Input Analyzer* do software *Arena®*.

Por fim, depois de imputadas, as variáveis são relacionadas, ao definirem-se as relações de cálculo entre elas. Realiza-se assim o objetivo desta etapa, construção do modelo para cálculo dos índices financeiros.

3.2.6 Etapa 6 – Execução do Modelo

Nesta etapa, executa-se o modelo construído na etapa anterior com o objetivo de prever o comportamento das variáveis de saída: *VPL*, *TIR*, *VAUE* e *payback*. Com ajuda do software *Crystal Ball®*, o computador realiza o número de *loopings* configurado, gerando um fluxo de caixa associado a cada um deles, formado por valores aleatórios amostrados das distribuições associadas às variáveis estocásticas.

3.2.7 Etapa 7– Análise dos Resultados

As distribuições de fluxo de caixa, geradas na etapa anterior, são avaliadas segundo os métodos abordados, objetivando assim uma análise econômica e de risco do investimento no projeto. Também é feita uma análise de sensibilidade para mensurar os impactos das variáveis de entrada nos resultados finais.

4 APLICAÇÃO DO MÉTODO

4.1 Etapa 1 - Descrição da Empresa

A empresa sede do estudo, desenvolve suas atividades no mercado a mais de 40 anos. Atuante no ramo de tapeçarias automotivas, desenvolve-se, em sua linha de produção, bancos, direções, e tapetes em material sintético e couro da mais alta qualidade, para os mais variados tipos de veículos automotivos, barcos, lanchas, jet-ski, quadriciclos, jatos e aviões. Além disso, capotas marítimas são fabricadas em menor quantidade, sob-regime de encomenda.

A estrutura física da empresa é representada por uma fábrica localizada no município de Horizonte-Ce, que fabrica os kit's que abastecem as duas lojas do grupo em Fortaleza-CE (Matriz e filial um) e uma segunda filial em João Pessoa-PB. As lojas foram apresentadas em ordem decrescente de volume de vendas.

A empresa ainda distribui kit's e material produtivo (linha, couro, sintético) para capotarias de Fortaleza e diversas cidades do país, atestando ainda mais o seu Know-how no mercado.

4.2 Etapa 2 – Descrição do Processo Produtivo

O fluxo de materiais e informações referente ao processo produtivo, ocorre nas fases descritas abaixo:

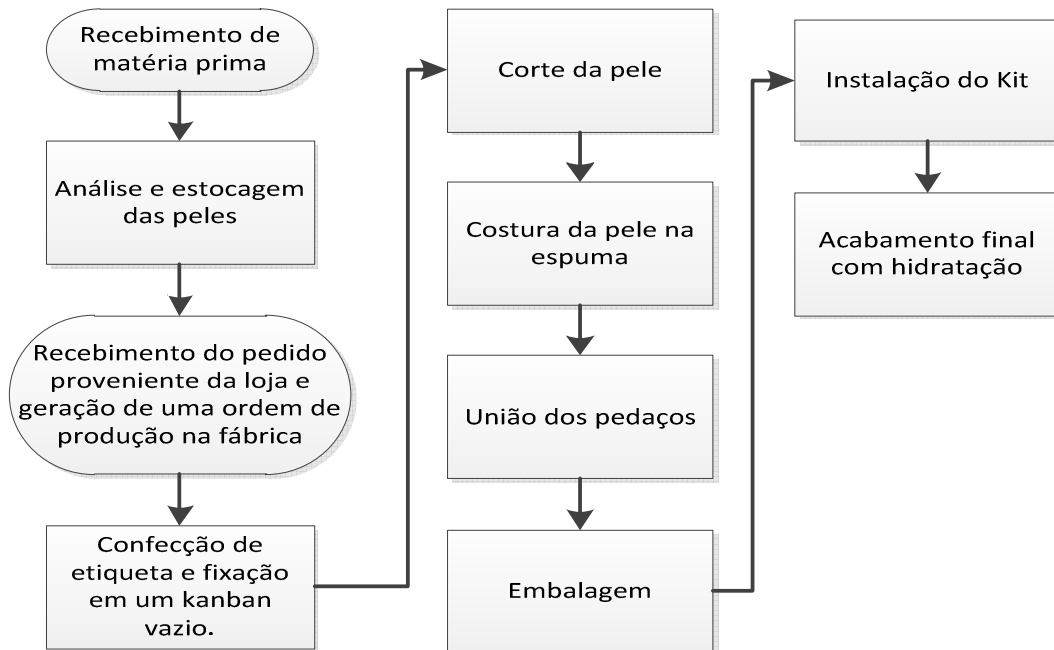
- a) O processo produtivo se inicia com o recebimento, análise e estocagem da matéria prima. Na análise das peles, um funcionário estende a mesma sobre uma mesa e, usando giz, faz marcações sobre as imperfeições encontradas, furos, estrias, cicatrizes e marcas de carrapato. Depois de marcadas, as peles são estocadas de acordo com a classificação de cor, textura e material, onde ficam esperando o processo de corte.
- b) Nas lojas, os clientes tem a liberdade de escolher o material, acabamento, cor do revestimento e a cor da linha de costura, isso tudo é associado ao modelo

do veículo. Os pedidos se transformam em ordens de produção na fábrica de kit's.

- c) Cada ordem de produção gerada na fábrica corresponde a uma etiqueta adesiva que é fixada em um kanban vazio. A etiqueta, com informações do pedido feito na loja, permite a escolha dos materiais necessários e gabaritos de corte que abastecerão o kanban.
- d) O kanban segue para o setor de corte, onde a pele é cortada nas várias partes que compõem o banco, levando em consideração as imperfeições marcadas anteriormente. Em seguida, os pedaços são colocados no kanban que segue para o setor de costura.
- e) No departamento de costura, cada pedaço é unido a uma camada fina de espuma. Depois, a linha escolhida pelo cliente é usada para unir essas partes, formando as capas para os bancos. O kanban então segue para a expedição .
- f) Na expedição, as capas dos bancos são embaladas, formando um kit pronto para ser entregue aos pontos de venda.
- g) Na loja, o revestimento dos bancos, originalmente de tecido, é substituído pelo revestimento em couro.
- h) Em seguida é feito o acabamento final, onde os bancos são hidratados com produtos específicos.

O processo pode ser retratado também na figura 3:

Figura 3 - Fluxograma de descrição do processo produtivo



Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

4.3 Etapa 3 – Descrição do Processo em Estudo (Atual)

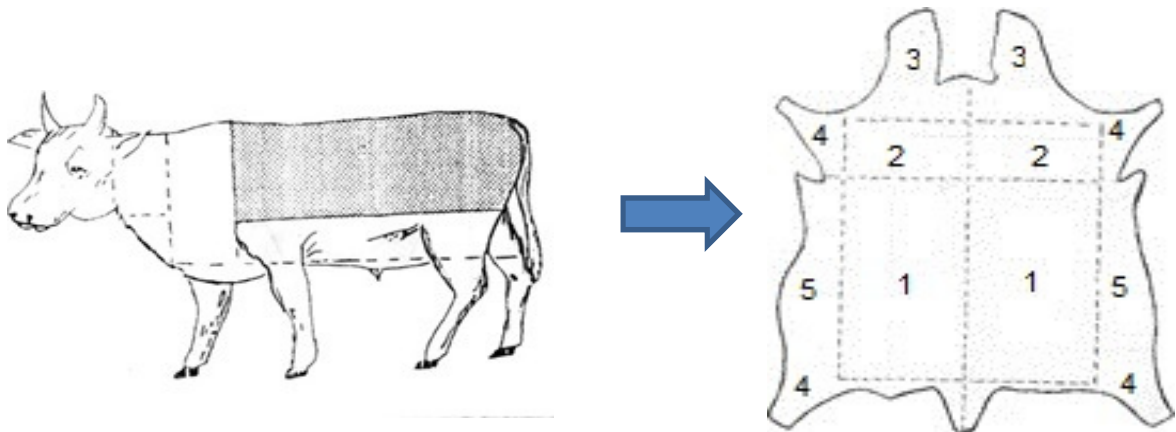
O processo em estudo consiste no corte das peles, atualmente ele é feito de forma manual e possui algumas peculiaridades. Por ser um produto de origem animal, entre cada pele, existem variações características de tamanho, imperfeições e textura, essa ultima podendo variar até em uma mesma pele.

Dentre as imperfeições mais comuns pode-se citar:

- a) Estrias;
- b) Cicatrizes: geralmente originados de cortes em arame e uso de chicote;
- c) Cortes de esfola: causados por falha no momento da extração do couro do animal abatido;
- d) Marcas de ferradura;
- e) Veias;
- f) Marcas de pragas como carrapatos e bernes.

A pele é classificada em regiões primárias e secundárias, cada uma com aplicações diferentes na produção dos produtos. A divisão da pele é mostrada na figura 4:

Figura 4 - Pele no animal e suas divisões



Fonte: Adaptado de http://www.sinacouro.org.br/escola_senai/SENAI_cortador.htm.

Onde:

1. Culatra ou Lombo;
2. Espádua;
3. Pescoço ou cabeça;
4. Garras;
5. Barriga.

Na figura acima, os números 1 e 2 representam as regiões primárias da pele.

Um couro de boa qualidade apresenta fibras consistentes, elasticidade e facilidade de manipulação. Quanto às imperfeições, elas devem ser levadas em consideração, sendo identificadas e marcadas para então ser excluídas da região habilitada para o corte. A figura 4 mostra o processo de marcação de imperfeições:

Figura 5 - Processo de marcação de imperfeições na pele



Fonte: Adaptado de http://www.alemao.com.br/corte_costura.htm.

O processo de corte manual é facilitado pelo uso de moldes, também chamados de gabaritos de corte, que podem ser de chapa galvanizada, aço ou papelão. Cada molde define a forma e dimensões de uma parte do produto, dessa forma são usados vários moldes para o corte de um determinado tipo de banco, sendo necessário então um conjunto de moldes para cada modelo de carro, uma vez que os bancos são diferentes.

Em virtude do grande número de moldes é necessário muita organização e um grande espaço para armazená-los. Outra desvantagem do uso de moldes é que eles devem ser substituídos periodicamente, pois apresentam deformações com o tempo de uso, comprometendo a qualidade das peças cortadas.

O processo de corte se inicia quando o operador estende o material a ser cortado sobre a superfície da mesa de corte. Uma vez a pele estendida, o operador posiciona os moldes sobre o material para em seguida prosseguir com o corte de fato. No posicionamento dos moldes deve-se atentar para as imperfeições, excluindo-as da região de corte.

Como as peças de couro são assimétricas, o operador deve posicionar os moldes de forma a aproveitar o material ao máximo possível. Isso exige que o operador mude constantemente a posição e rotação dos gabaritos, de forma a

encontrar uma disposição ideal. Isso além de levar um tempo considerável, ainda não garante que o corte minimizará o desperdício.

Uma vez posicionados os moldes, o operador usa o estilete para realizar o corte do material. Deve-se fazer o corte rente ao contorno do molde, tendo o cuidado para não apoiar os dedos fora da área do molde, a fim de evitar possíveis ferimentos. A figura 5 ilustra o corte manual:

Figura 6 - Processo manual de corte de couro



Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Na empresa estudada, os operadores usam lâminas como ferramenta de corte, sendo necessária constante afiação e troca das mesmas, esta última realizada com uma menor frequência. A afiação é feita com uso de lima e pedra de afiar.

Um fator de extrema importância é a qualidade do corte, um corte preciso garante boa aparência e estrutura do produto. Isso exige firmeza e equilíbrio do operador no uso da faca. Na operação de corte devem ser marcados os pontos que antecedem a costura ou cola.

Após o corte, as peças são conferidas quanto à quantidade e qualidade, numeradas e organizadas em pilhas.

Destacando as limitações do processo atual obtém-se:

- a) Necessidade de espaço e organização para estocagem dos gabaritos de corte;
- b) Necessidade de manutenção dos gabaritos de corte;
- c) Incerteza quanto à eficiência do plano de corte estabelecido pelo operador;
- d) Qualidade do corte e aproveitamento do material dependentes das habilidades de trabalho do operador;
- e) Risco de acidentes de trabalho.

4.4 Etapa 4 – Descrição do Processo em Estudo (Proposto)

No processo proposto utiliza-se a máquina Gerber Taurus XD para o processo de corte das peles. A máquina apresenta como componentes do sistema:

- a) Uma mesa de corte estática com duas zonas de trabalho;
- b) Um cabeçote móvel que percorre a mesa analisando ou cortando a pele;
- c) Dois computadores: um para armazenar digitalmente os gabaritos de corte e definir o plano de corte, e outro para controle das funções da máquina.

Como no processo anterior, as peles necessitam ser examinadas, tendo as imperfeições marcadas antes do corte. Uma vez examinada e marcada, a pele é estendida sobre uma das zonas de trabalho da mesa de corte da máquina.

A partir de uma ordem de produção, o cabeçote percorre toda a pele escaneando-a, de forma a armazenar as dimensões e imperfeições da pele. Essa etapa gera um desenho na tela do computador, que passa então a processar o encaixe dos moldes e avaliar diferentes disposições, de modo a definir o melhor plano de corte.

A etapa seguinte consiste no corte do couro em si. O cabeçote usa as quatro ferramentas disponíveis para realizar cortes com diferentes acabamentos e uma caneta para realizar as marcações. A figura 7 ilustra o corte:

Figura 7 - Processo de corte usando a Gerber Taurus XD



Fonte: <http://www.youtube.com/watch?v=WYBrTsRYGME>.

Caso haja outra ordem de produção em processo, finalizando o corte de uma pele, o cabeçote se desloca para a outra zona de trabalho e começa a escanear outra pele.

O processo de corte usando a Taurus XD da Gerber permite:

- a) Redução do desperdício de pele;
- b) Eliminação da necessidade do uso de moldes;
- c) Redução no nível de acidentes;
- d) Melhoria ergonômica nos postos de trabalho;
- e) Confiabilidade, precisão e qualidade de corte constante, acarretando em maior facilidade e rapidez no processo de costura.

4.5 Etapa 5 – Construção do Modelo

A etapa de projeção dos fluxos de caixa consiste na determinação do investimento inicial e fluxos de caixa subsequentes.

4.5.1 Etapa 5.1 – Projeção do Investimento inicial

A etapa de projeção dos fluxos de caixa se inicia com a determinação do investimento inicial, representado em sua maior parte pela compra da máquina automática de corte.

A Taurus XD não está disponível no país, sendo sua aquisição feita por meio de importação. A máquina sai dos Estados Unidos a um preço de 185 000 dólares FOB, ou seja, com riscos e custos de frete por conta do comprador. O gasto com frete e desembaraço aduaneiro gira em torno de 40% do preço do produto.

Adotando a conversão do dólar comercial em real de 2,01; disponível em 30/05/2012, pode-se chegar à quantia de R\$ 520.278,82 como custo de aquisição da máquina.

O investimento inicial também é composto por um compressor, uma mesa digitalizadora e um software de desenho CAD (Acumark®). O primeiro é necessário para alimentar a máquina de corte com ar comprimido, e foi dimensionado de acordo com Gerber *Technology* (2004). Os dois últimos, são necessários para digitalização dos moldes já existentes, de forma a armazená-los posteriormente no computador de controle da máquina de corte. O total do investimento em equipamento para digitalização dos moldes é de R\$ 5.350,00.

Vale destacar aqui outra vantagem do método proposto, o processo de modelagem de um carro novo é bem mais rápido que o do método normal, além de ser mais barato, uma vez que é feita a digitalização da peça em tecido, não necessitando a confecção de moldes em papelão.

A tabela 3 ilustra a composição do investimento inicial:

Tabela 3 - Cálculo do Investimento Inicial

Natureza	Descrição	Valor
Investimento Inicial	Máquina (FOB)	-185.000,00
	Frete + Desembaraço Aduaneiro	-74.000,00
	Cotação do Dólar	2,01
	Total Máquina	-520.278,82
	Mesa digitalizadora + Software	-5.350,00
	Compressor Schulz	-2702,64
	Saldo	-528.331,46

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

O sinal negativo, a título de convenção, representa que haverá saída de dinheiro quando for feito o investimento. Conclui-se que fluxo de caixa inicia-se com o investimento inicial de R\$ 528.331,46.

4.5.2 Etapa 5.2 – Projeção dos Fluxos Subsequentes

O processo continua com a determinação dos fluxos subsequentes. A aquisição da máquina acarretará em mudanças nos custos de produção da empresa, como consequência disso alguns custos diminuem e outros aumentam. O saldo dessa conta representa o fluxo de caixa de cada período.

Analisa-se a seguir os custos mensais que se alteram com a compra da máquina de corte:

- Custo com Serras (CIF);

Atualmente o couro é cortado manualmente, a ferramenta de corte utilizada consiste num suporte metálico que segura uma serra. A figura 8 mostra a ferramenta de corte.

Figura 8 - Serra de corte



Fonte: Adaptado de http://www.sinacouro.org.br/escola_senai/SENAI_cortador.htm.

A tabela 4 ilustra o cálculo:

Tabela 4 - Cálculo do Consumo de serras Starret

Serras Starret		
-	Op. 1	Op. 2
Cortadores	7	7
Qtd. Serras	0,5	0,333333
Frequência	4	22
Total mês Qtde	14	14,66667
Preço unit.	3,8	3,8
Total mês (R\$)	53,2	55,73333
Gasto Médio de (R\$):	54,47	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Conforme a tabela acima mostra, dois operadores foram entrevistados, perguntando-os quanto ao consumo de serra.

Com a aquisição da máquina de corte, esse custo será substituído pelo custo com as lâminas esféricas da máquina, dessa forma o valor do consumo de serra deve entrar como positivo na composição do fluxo de caixa.

- Mão de obra direta;

Como a máquina possibilita o corte mecanizado do couro, a sua aquisição acarretará em algumas mudanças no quadro de funcionários do setor de corte. A tabela 5 ilustra a mudança no custo com mão de obra.

Tabela 5 - Cálculo do custo de mão de obra (situação atual e proposta)

Mão de Obra							
	Cargo	Nº de funcionários	Salário	Encargos	Vale transporte	Alimentação	Total
Quadro atual	<i>Cortador de couro</i>	5	3110,00	2120,09	606,05	426,32	6262,45
	<i>Cortador de sintético</i>	1	622,00	424,02	121,21	85,26	1252,49
	<i>Cortador de espuma</i>	1	622,00	424,02	121,21	85,26	1252,49
	<i>Marcador</i>	2	1244,00	848,03	242,42	170,53	2504,98
	<i>Modelador</i>	1	622,00	424,02	121,21	85,26	1252,49
	Total		10	6220,00	4240,17	121,21	85,26
Quadro proposto	<i>Operador de máquina de corte</i>	1	1000,00	681,70	121,21	85,26	1888,17
	<i>Assistente do operador</i>	1	622,00	424,02	121,21	85,26	1252,49
	<i>Cortador de espuma</i>	1	622,00	424,02	121,21	85,26	1252,49
	<i>Marcador</i>	1	622,00	424,02	121,21	85,26	1252,49
	<i>Digitalizador</i>	1	800,00	545,36	121,21	85,26	1551,83
	Total		5	3666,00	2499,11	121,21	85,26
Economia de (R\$):							4.295,06

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Pode-se perceber que os cortadores de couro e sintético serão substituídos pelo operador da máquina e seu assistente, uma vez que o último é necessário para auxiliar o operador na preparação da pele antes do corte e, recolhimento da mesma ao final da operação.

Outro fato importante é que a funcionária que atualmente trabalha no setor de modelação será substituída por um digitalizador, que será responsável pelo processo de digitalização das peças e armazenagem dos modelos no computador de acionamento da máquina.

A diferença entre o total de salários na situação anterior e situação atual entra com sinal positivo no fluxo de caixa.

- Custos de fabricação e/ ou manutenção dos moldes de Papelão e Eucatex (CIF);

Atualmente, quando um carro novo é lançado, as capas originais em tecido são desmembradas em suas partes para construção de um molde *master* em Eucatex. A partir da matriz, são fabricados os moldes em papelão, que são os utilizados no processo de corte. Com o tempo de uso, os moldes de papelão vão se desgastando necessitando de uma troca periódica.

Na máquina automática de corte os moldes são digitais, arquivos CAD armazenados no computador de acionamento da máquina, dessa forma o custo com papelão e Eucatex não existirá mais, o que faz com que esse custo entre como positivo no fluxo de caixa.

Tabela 6 – Cálculo do gasto com material de modelagem

Material de Modelagem	
Tipo	Gasto
<i>Nomal</i>	200
<i>Eucatex</i>	100
Gasto Médio (R\$):	300

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

- Aluguel da sala de modelagem;

A atividade de modelagem se torna bem mais simples com a aquisição da mesa digitalizadora, que será ligada a um dos computadores da sala comercial. Dessa forma, o espaço onde atualmente é feita a modelagem não será mais utilizado.

Pelo princípio do custo de oportunidade deve-se incorporar o valor do aluguel da sala ao fluxo de caixa mensal, entrando com sinal positivo no mesmo. Como o galpão é alugado, o valor do aluguel da sala é encontrado por meio de uma regra de três, levando em conta a área da sala, valor do aluguel e área total do galpão. A tabela 7 ilustra o cálculo:

Tabela 7 - Cálculo do aluguel da sala de moldes

Aluguel - Sala dos moldes	
Descrição	Valor
Área da Sala dos moldes (m ²)	86,6125
Área total do Galpão (m ²)	1200
Aluguel do galpão (R\$)	4000
Gasto Médio de (R\$):	288,71

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

- Economia de material;

Conforme mostrado anteriormente, no processo de corte manual o próprio operador é quem constrói o plano de corte, o que não garante que o plano seja o ideal.

A Gerber Taurus XD possui um computador que controla o cabeçote e simula as diversas possibilidades de encaixe, de modo a determinar a melhor disposição possível. Gerber *Technology* (2004) afirma que dessa forma consegue-se uma redução de 4% no desperdício de material, no entanto houve casos em que esse número chegou a 10%.

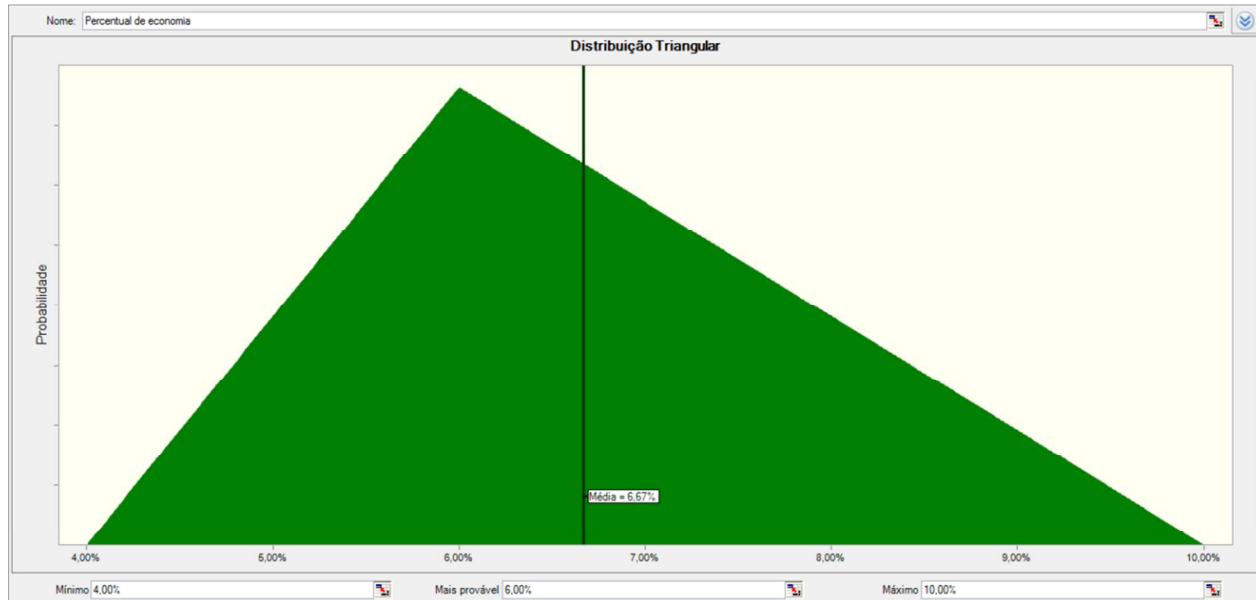
Vale ressaltar que essas informações foram confirmadas com empresas que já possuem a máquina. O dono de uma delas, a Tapeçaria do Alemão, contou que depois de comprada a primeira máquina, essa redução possibilitou não só a recuperação do investimento como também ajudou na compra das subsequentes, hoje a empresa conta com sete máquinas desse tipo.

Segundo Gerber *Technology* (2004), existe a possibilidade de aquisição do SimulNest®, um computador exclusivo para otimização, que permite aumentar o percentual de economia em mais 2%. O cálculo do investimento inicial incluiu a compra desse opcional.

A economia de material se comporta como uma variável estocástica, pois depende de duas outras, o percentual de economia e o volume de couro cortado. O percentual de economia pode ser associado (com

certo nível de aproximação) a uma distribuição triangular, especificada pelos valores de Mínimo: 4%; Máximo: 10%; e Mais provável: 6%. A figura a seguir mostra o gráfico dessa distribuição.

Figura 9 – Distribuição triangular do percentual de economia

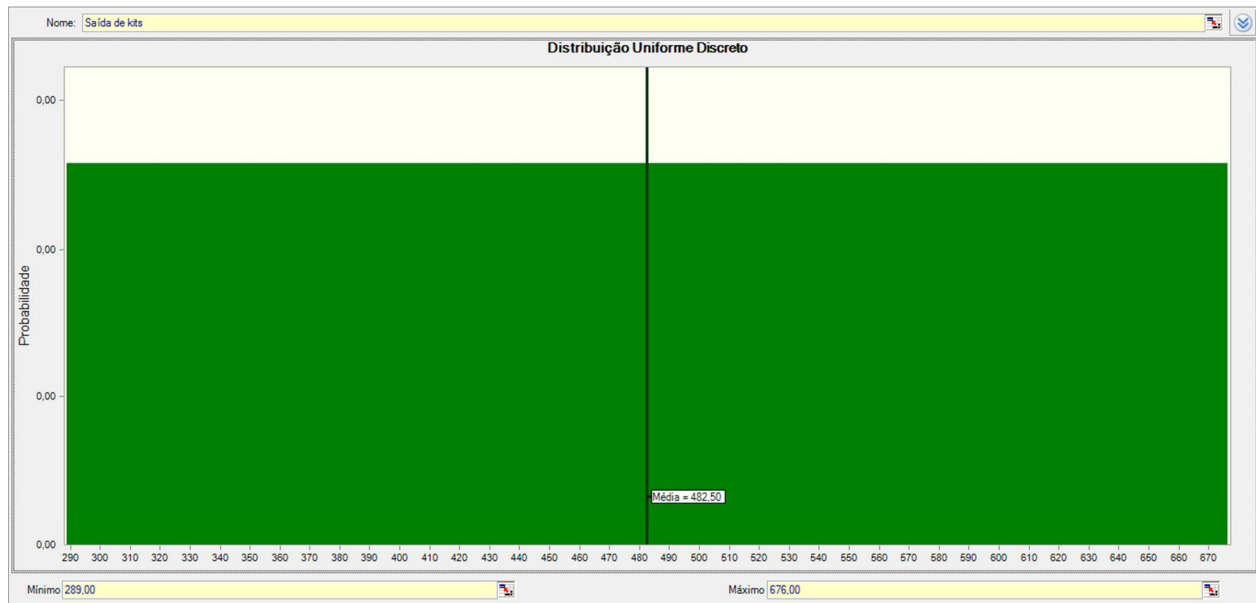


Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Já o volume de couro cortado depende de mais outras duas variáveis estocásticas, o volume de vendas e a área dos kit's vendidos. Para fazer a projeção do volume de vendas, observou-se o histórico de vendas dos últimos 12 meses.

Os dados foram analisados pelo módulo *Input Analyzer* do software Arena®, que mostrou que o volume de vendas, mais se aproxima de uma distribuição uniforme discreta, especificada pelos valores 289 (mínimo) e 676 (máximo). A figura 10 mostra essa distribuição:

Figura 10 – Distribuição uniforme do volume de vendas

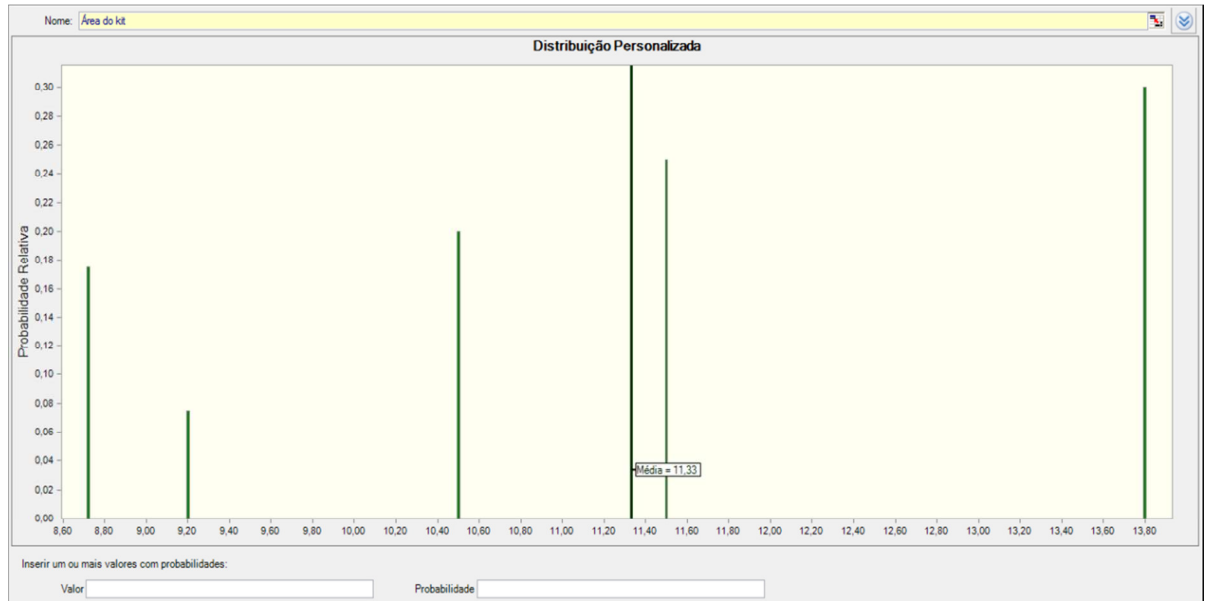


Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

A probabilidade de ocorrência de qualquer valor de vendas na faixa entre o mínimo e o máximo especificado é a mesma, isso garante um aspecto retangular ao gráfico.

Para projetar a área dos kit's que serão vendidos, construiu-se uma distribuição customizada, associando a área de banco de cada um dos cinco modelos mais vendidos à sua probabilidade de ocorrência. Tal probabilidade é proporcional à média de participação de cada modelo nas vendas totais. A figura 11 ilustra essa distribuição:

Figura 11 – Distribuição de probabilidades das áreas de banco



Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Cada uma das cinco colunas do gráfico refere-se a um dos cinco carros mais vendidos, e a altura de cada uma delas é proporcional à sua probabilidade de ocorrência (média de participação das vendas totais no histórico observado).

É importante salientar que, a escolha dos cinco carros mais vendidos para construção da distribuição não leva a grandes desvios de realidade, uma vez que, esses modelos possuem grande relevância nas vendas totais.

O volume de couro cortado é obtido pela soma dos produtos do número de vendas de cada modelo por sua respectiva área. Finalmente, o cálculo da economia de desperdício de material pode ser feito com a aplicação da porcentagem sobre o atual volume de couro cortado.

- Gastos com manutenção;

Em virtude do processo proposto ser mecanizado, é de se esperar futuras intervenções de manutenção na máquina. Informações obtidas com proprietários fazem concluir de que se trata de um equipamento bastante robusto, uma vez que são feitas todas as manutenções preventivas, o equipamento começa a ter problemas só após cinco anos de uso.

Dessa forma, o custo de manutenção futuro consistirá nas visitas técnicas para realização das manutenções preventivas e nas trocas das lâminas esféricas de corte. A tabela 8 ilustra o cálculo do custo futuro de manutenção.

Tabela 8 - Gastos com manutenção (situação proposta)

Gastos com Manutenção			
Descrição	Qtd.	Valor Unit.	Valor (Tot)
<i>Visitas técnicas</i>	4	100	400
<i>Facas de corte</i>	2	15	30
Ganho Médio de (R\$):			- 430,00

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Como os gastos com manutenção passarão a existir com a nova situação proposta, eles entrarão com sinal negativo no fluxo de caixa.

- Energia elétrica;

O processo automático de corte utilizará energia adicional para o funcionamento da máquina. De acordo com *Gerber Technology* (2004), é necessária energia elétrica para alimentar dois geradores de vácuo, um compressor, o sistema de acionamento, uma mesa digitalizadora e dois computadores. A tabela 9 mostra o cálculo dessa energia adicional:

Tabela 9 - Gastos adicionais de energia (situação proposta)

Gastos Adicionais com Energia - Situação Proposta						
Requisitos do Sistema	Quantidade	Tensão	Amperagem	Potência (Unt.)	Potência (Tot.)	Fator de Uso
<i>Compressor de Ar Schulz</i>	1	220	16,82	3700	3700	0,16
<i>Gerador de vácuo 60 Hz</i>	2	208	25,6	5324,8	10649,6	0,45
<i>Sistema de Acionamento</i>	1	220	15	3300	3300	1
<i>Computadores</i>	2	220	1,8	396	792	1
<i>Mesa digitalizadora</i>	1	5	0,5	2,5	2,5	0,2
Horas de funcionamento	176					
Consumo Total (Kwh)	1665,287135					
Tarifa	0,4011					
Gasto Médio de (R\$):						- 667,99

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

O fator de uso ilustra a porção do tempo em que cada componente é utilizado em um ciclo de trabalho. Como haverá um gasto adicional, esse valor entrará como negativo no fluxo de caixa.

Deve-se destacar que os cálculos acima apresentados consistem apenas em uma previsão. O modelo se encontra sujeito a variações nas variáveis estocásticas e nas outras que foram consideradas de valor fixo, no entanto com menor magnitude nas últimas. A tabela 10 esboça o cálculo do saldo mensal dos futuros fluxos de caixa:

Tabela 10 - Cálculo do fluxo de caixa periódico

Natureza	Descrição
Economias (+)	<i>Custos Serras</i>
	<i>Funcionários</i>
	<i>Custos fabricação/ manutenção de moldes (papelão)</i>
	<i>Custo aluguel sala</i>
	<i>Economia de material</i>
Total	
Gastos (-)	<i>Manutenção</i>
	<i>Energia</i>
	Total
Saldo	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

O fluxo de caixa do projeto então é construído pelo investimento inicial, mais uma série de 60 fluxos de valor igual ao saldo mensal mostrado na tabela 10. A partir desse fluxo de cinco anos, calculam-se os indicadores financeiros do projeto de investimento. É importante frisar que, a repetição de um mesmo saldo no fluxo de caixa não traz prejuízos ao modelo, uma vez que o modelo será executado mil de vezes, garantindo uma variabilidade razoável de saldos.

A execução desta etapa nos permitiu a construção do modelo, visto que na projeção das variáveis do sistema, foram calculadas as variáveis determinísticas e, atribuídas distribuições probabilísticas para aquelas que apresentavam comportamento estocástico (Percentual de economia, volume de vendas e áreas de banco). A relação entre as variáveis, para o cálculo dos indicadores financeiros (tabela 10), finalizou a construção do modelo.

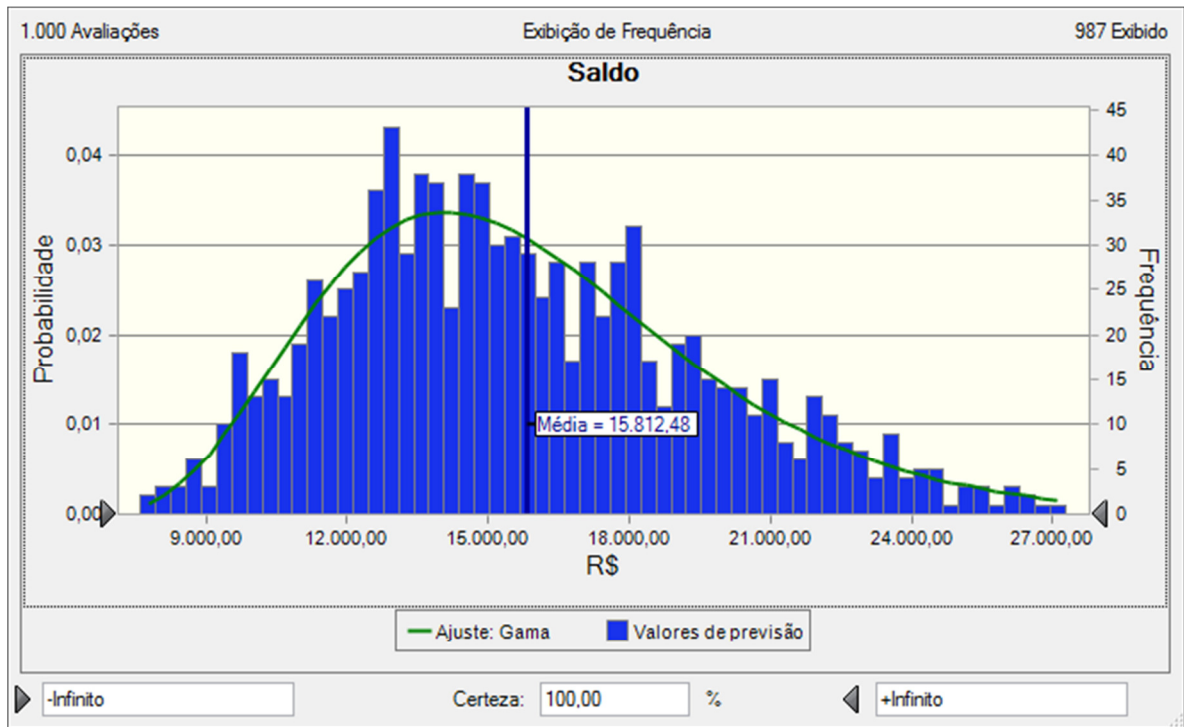
4.6 Etapa 6 – Execução do Modelo

Nesta etapa, ocorre a Simulação de Monte Carlo, onde o modelo construído na etapa anterior é executado 1000 vezes. A cada execução, cada uma das variáveis estocásticas assume um valor, valor este que pertence à distribuição imputada para aquela variável e foi definido por meio de sorteio.

Os valores das variáveis estocásticas são combinados com os das determinísticas e o saldo do período é calculado. Depois de 1000 execuções é possível obter a distribuição do saldo mensal, e conseqüentemente a distribuição das outras variáveis de previsão, representadas aqui pelos indicadores econômicos: *VPL*, *TIR*, *VAUE* e *payback*.

A execução do modelo nos mostra que os saldos têm uma distribuição de probabilidade com valor médio de R\$ 15.812,48 e comportamento ilustrado na figura 12:

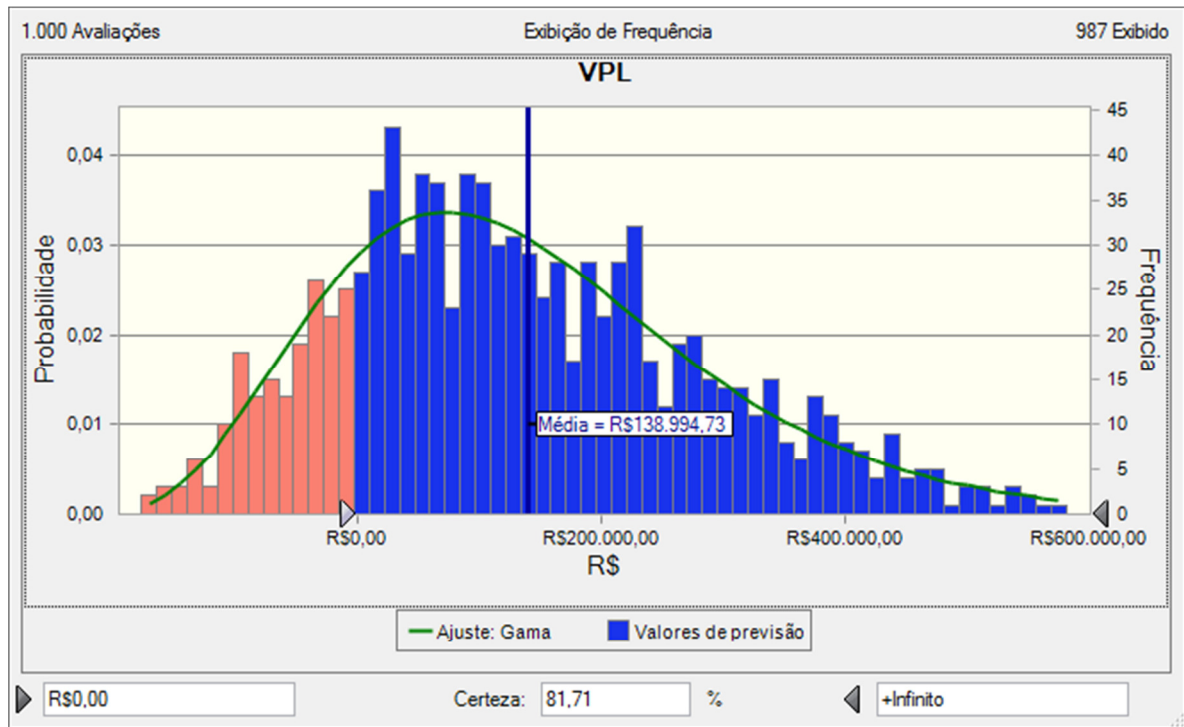
Figura 12 – Distribuição de probabilidade do fluxo de caixa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Considerando o investimento inicial e fluxos futuros de caixa, o *VPL* calculado com a aplicação da equação (1). A taxa de desconto usada no cálculo é a taxa de juros praticada em um empréstimo do BNDES para financiamentos desse porte. A figura 13 mostra a distribuição de probabilidade do *VPL*.

Figura 13 – Distribuição de probabilidade do VPL

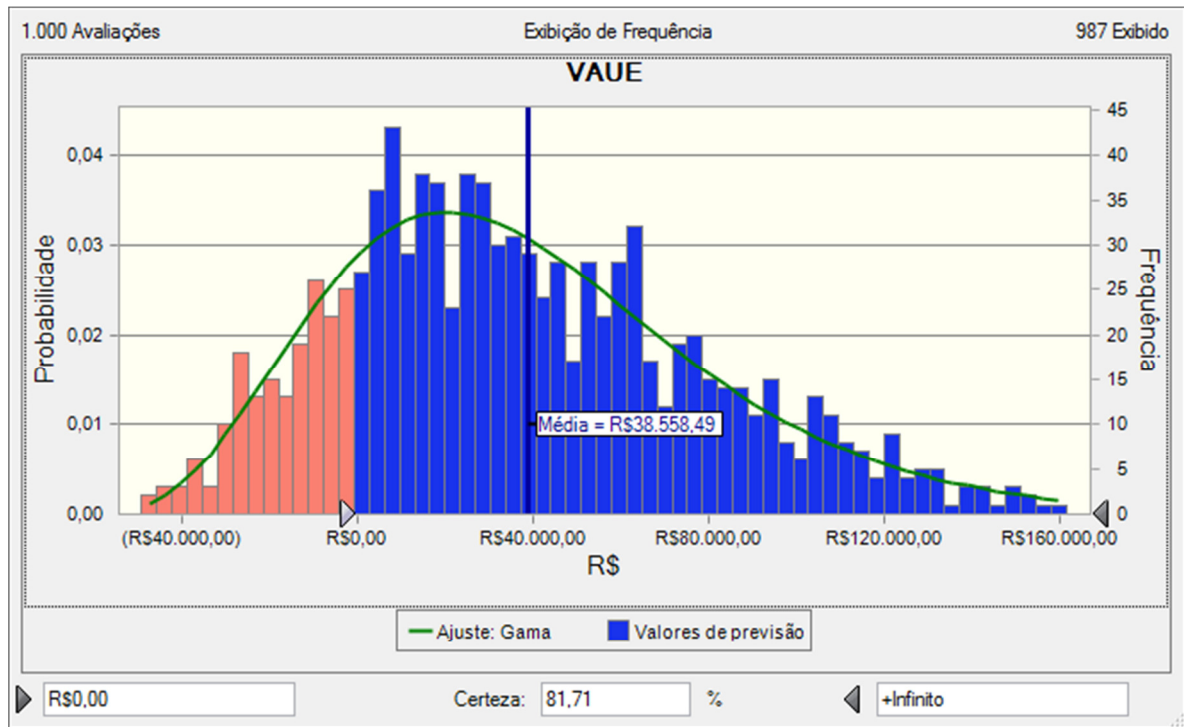


Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

A área do gráfico em vermelho representa os pontos em que se tem $VPL < 0$, e representa 18,29% do gráfico total, ou seja, tem-se 81,71% de chance de termos um $VPL > 0$.

O fluxo de caixa do projeto, ao invés de ser descontado para a data atual calculando o VPL , pode ser transformado em um fluxo uniforme através do $VAUE$. A figura 14 ilustra a distribuição probabilística do $VAUE$.

Figura 14 – Distribuição de probabilidade do VAUE

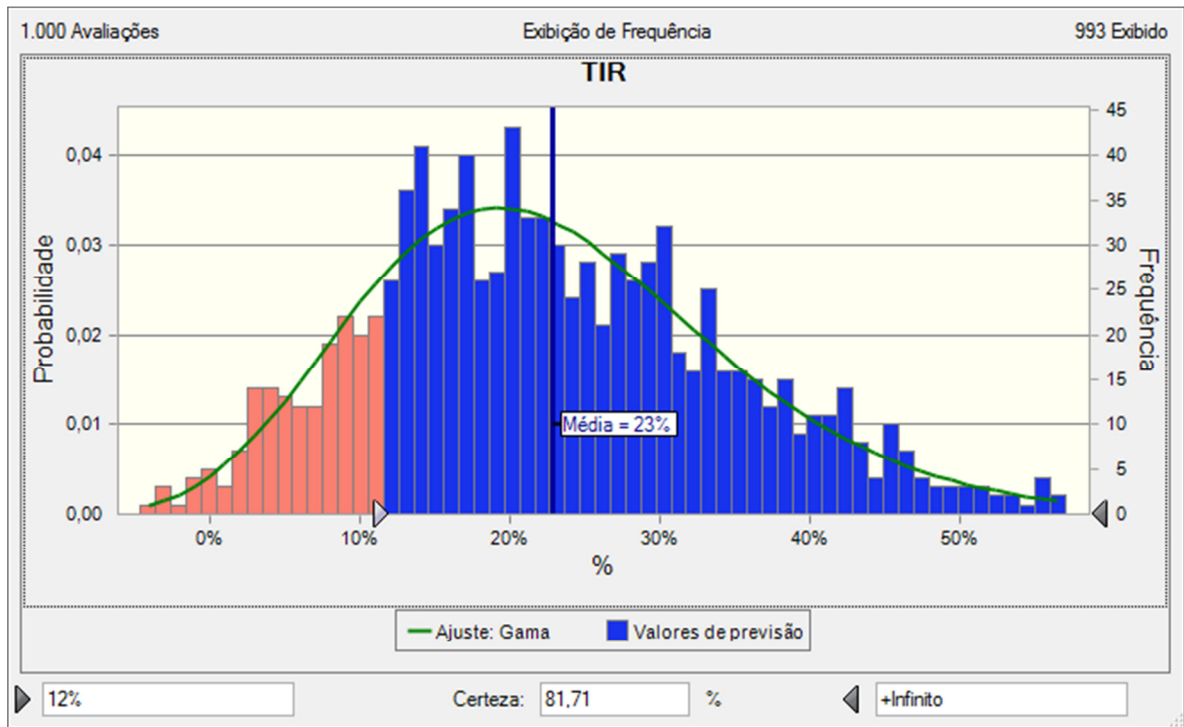


Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

O gráfico nos mostra que para uma taxa de desconto anual de 12%, o fluxo de caixa original se transforma em um fluxo anual médio de R\$ 38.558,49, ou seja, é como se a aquisição da máquina resultasse em um fluxo anual dessa quantia durante cinco anos.

Usando agora o método da taxa interna de retorno, calcula-se a taxa de desconto na qual o *VPL* se iguala a zero. Para o fluxo de caixa projetado temos a seguinte distribuição para a *TIR*.

Figura 15 – Distribuição de probabilidades para a TIR

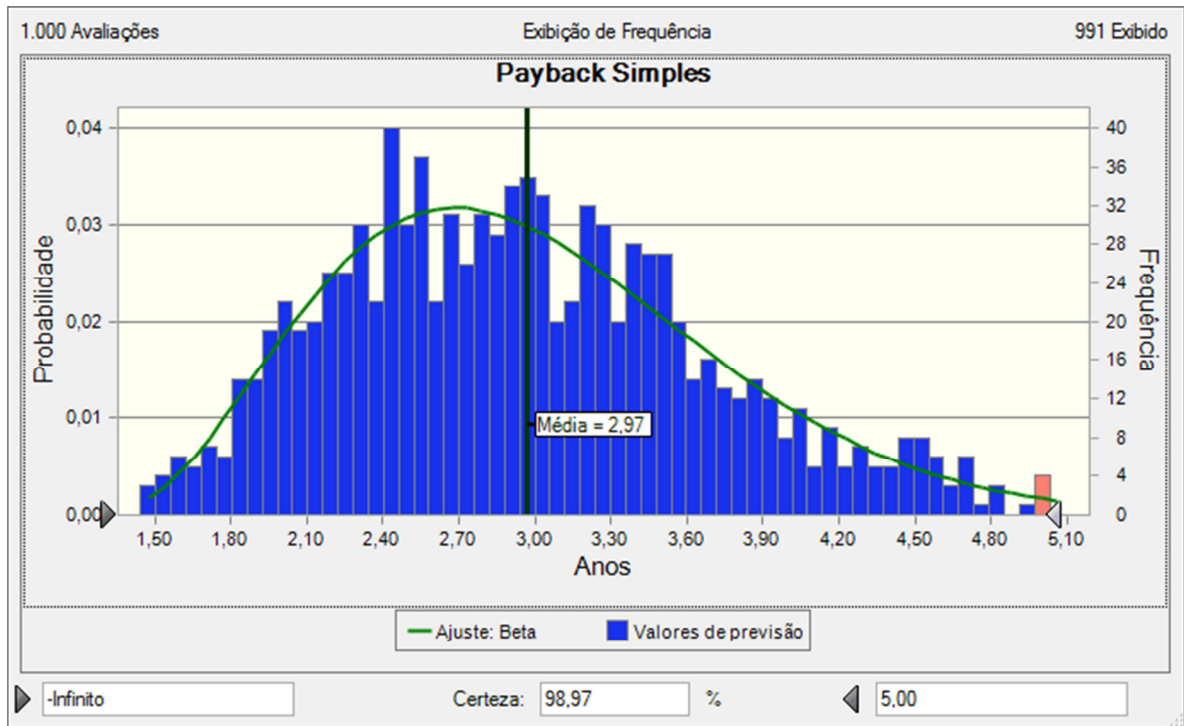


Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

O gráfico acima nos mostra que a *TIR* segue uma distribuição com média de 23%. A área do gráfico em azul nos mostra que $TIR > TMA$ em 81,71% dos casos.

Recorrendo agora ao método do *Payback* para o cálculo do prazo de recuperação do investimento inicial, mostra-se na figura 16 a distribuição de probabilidade para ele gerada.

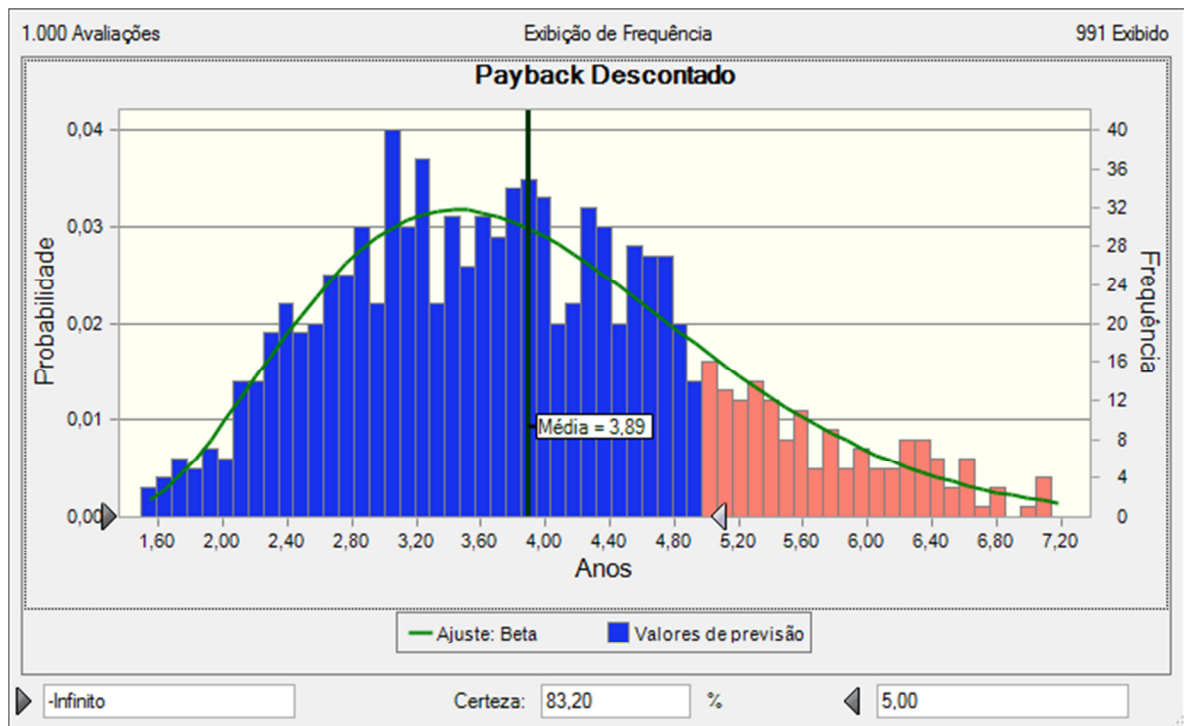
Figura 16 – Distribuição de probabilidades do *payback* simples



Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Conforme se pode ver acima, o investimento inicial precisará de 2,97 anos para poder ser recuperado, em média. Isso é um bom resultado diante do alto investimento inicial.

O cálculo acima é o do *Payback* simples, para incorporar o efeito da taxa de juros (valor do dinheiro no tempo), calcula-se o *Payback* descontado. Conforme é mostrado na figura 17, o investimento precisa de 3,89 anos para ser recuperado.

Figura 17 – Distribuição de probabilidades do *payback* descontado

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Pode-se constatar que, conforme mostrado na revisão bibliográfica, o prazo de recuperação do investimento aumenta com a introdução de uma taxa de desconto no cálculo. Ainda sim, o investimento parece mostrar um prazo razoável para recuperação do investimento.

4.7 Etapa 7 – Análise dos Resultados

A tabela 11 resume as características das distribuições de probabilidades de cada indicador, geradas através da Simulação de Monte Carlo:

Tabela 11 – Resumo geral de indicadores

Indicador	Média	Mínimo	Máximo	Objetivo	Coefficiente de Variação
VPL	138.994,73	-177.394,66	704.043,02	P(VPL > 0) = 81,71%	114%
VAUE	38.558,49	-49.211,00	195.308,39	P(VAUE > 0) = 81,71%	114%
TIR	23%	-5%	63%	P(TIR > TMA) = 81,71%	53,51%
Payback simples (Anos)	2,97	1,45	5,78	P(Payback < 5 anos) = 98,97%	25,50%
Payback descontado	3,89	1,50	8,31	P(Payback < 5 anos) = 83,20%	30,60%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

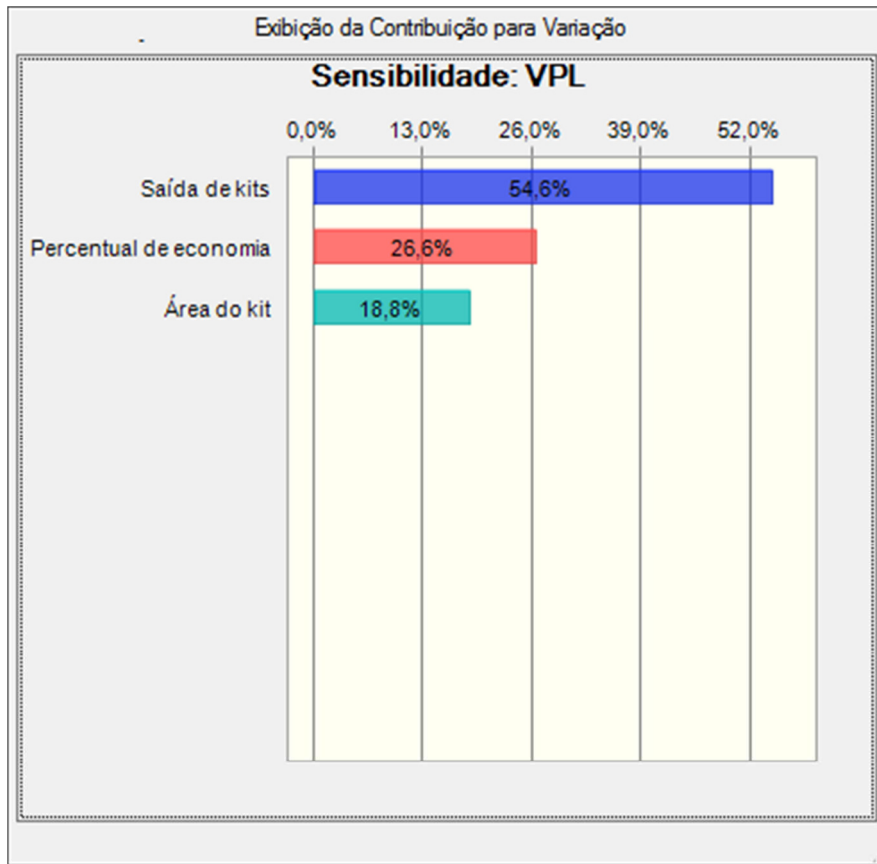
Os números acima nos mostram que o projeto tem 81,71% de chance de sucesso, gerando um saldo positivo na data presente e sendo mais rentável que um investimento que apresente a taxa mínima de atratividade. Analisando um horizonte de cinco anos, pode-se afirmar que as chances de que o projeto se pague nesse prazo são maiores do que 80%.

Analisando os indicadores, observa-se o fato de que a probabilidade de se ter $VPL > 0$; $VAUE > 0$ e $TIR > 0$, é a mesma. Isso ocorre pois os dois últimos indicadores podem ser calculados a partir da distribuição de probabilidades do primeiro.

As distribuições geradas nos mostram resultados positivos, no entanto, uma análise de dispersão das curvas, através do cálculo do coeficiente de variação, nos mostra que a variabilidade é muito alta. Tomando como exemplo o VPL , tem-se que o desvio padrão é 1,14 vezes maior do que a média, caracterizando a situação em que é alta a probabilidade de se ter sucesso (81,71%), mas os retornos podem ser desde modestos (Média = R\$ 138.994,73) até muito significativos (Máximo = R\$ 704.043,02).

A análise de sensibilidade pode ser feita em qualquer uma das variáveis de previsão, e permite saber quais as variáveis que mais afetam a função objetivo (no caso a variável de previsão em análise), quanto à sua variabilidade e valor. Realizando a análise de sensibilidade da variabilidade do VPL tem-se:

Figura 18 – Contribuição das variáveis na dispersão da função objetivo (VPL)

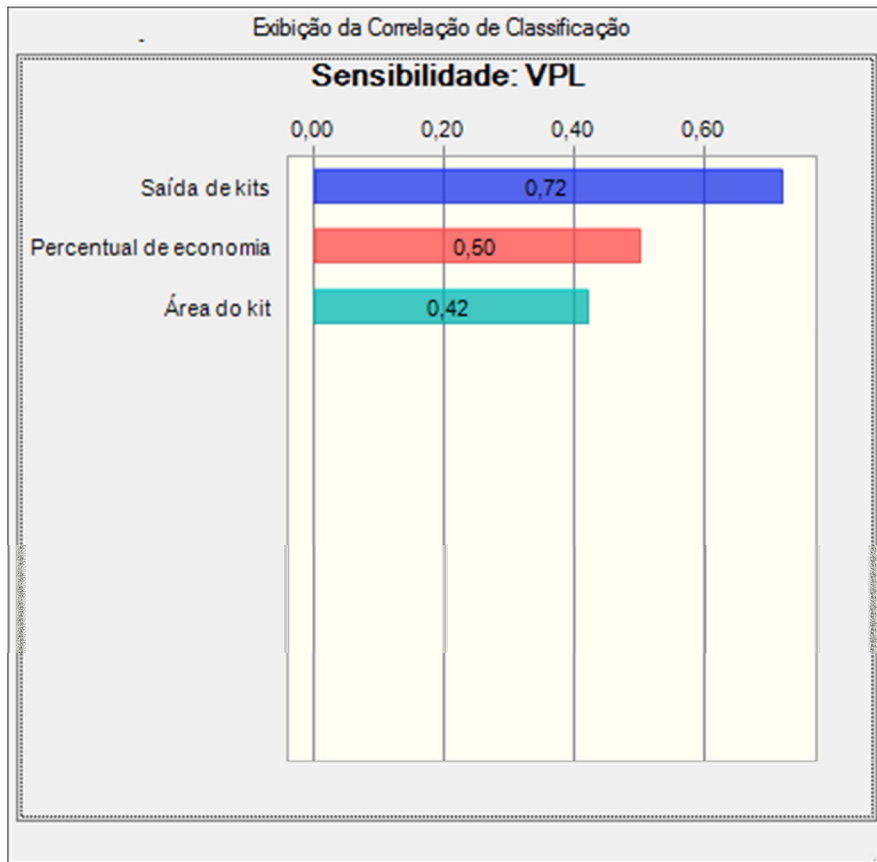


Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Conforme mostrou-se acima, a saída de kit's é a variável que mais contribui para a variabilidade dos *VPLs* (54,6%), seguida pelo percentual de economia (26,6%) e pela área de cada kit (18,8%). Conclui-se então que, se fosse possível de ser feito, o controle da variabilidade nas vendas era o que traria a maior segurança ao investimento no projeto. A segunda variável dificilmente pode ser controlada, pois vai depender dos aspectos das peles a serem cortadas, dos cortes a serem feitos e das condições da máquina.

Outra análise de sensibilidade que pode ser feita é a correlação entre uma variável e o valor da função objetivo, para o *VPL* tem-se:

Figura 19 – Contribuição das variáveis no valor da função objetivo (VPL)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

A interpretação que se tem aqui é que o volume de vendas, além de ser a variável que mais contribui para a dispersão, também é que mais contribui para o valor médio do *VPL*, mantendo com esse uma correlação de 72%.

Observa-se então que o projeto, apesar de se mostrar positivo em todos os métodos em que foi analisado, é marcado por uma grande variabilidade, se mostrando então como um projeto rentável, porém arriscado. Em consequência, deve-se trabalhar no controle na variabilidade do volume de vendas, dando ao investidor uma maior segurança em relação ao investimento, tornando este assim mais atraente.

Vale ressaltar que, a escolha de outra variável de previsão para a análise de sensibilidade não traria resultados discrepantes dos encontrados.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Empresas que atuam em mercados promissores trabalham para atender a demanda crescente até que esbarram no limite máximo de sua capacidade produtiva.

Incrementos significativos na capacidade de produção podem ser conseguidos pela aquisição de máquinas, proporcionando a mecanização dos processos produtivos. No entanto antes da compra da máquina é necessário um estudo para verificar a viabilidade econômica dessa operação.

O presente estudo auxiliou uma empresa em seu processo de ampliação da capacidade produtiva, verificando a viabilidade econômica da aquisição de uma máquina automática de corte de couro.

Para auxiliar o estudo foi realizada uma revisão bibliográfica das ferramentas utilizadas na avaliação de projetos de investimentos onde foram abordados os métodos do valor presente líquido, valor uniforme equivalente, taxa interna de retorno, *Payback* simples e descontado.

Em outra corrente, abordou-se o modo de utilização da Simulação de Monte Carlo como ferramenta na análise de risco de investimentos, descrevendo as etapas de construção e execução do modelo, e análise dos dados de saída.

Em seguida, descreveram-se as etapas de fabricação de bancos em couro, atingindo-se assim o objetivo de conhecer tal processo. Os processos de corte de couro, atual e proposto, foram analisados detalhadamente, de forma a verificar as economias e gastos decorrentes da possível mudança de adotar o processo mecanizado, atingiu-se aqui, o objetivo de identificar as variáveis necessárias aos cálculos da viabilidade.

Foram levantadas economias nos custos com funcionários, material produtivo, material de corte e aluguel da sala de material de modelagem. Os gastos

adicionais relacionados à possível aquisição da máquina consistem em energia e manutenção.

Em seguida, selecionaram-se as variáveis do sistema que seriam avaliadas com um comportamento estocástico, e a elas foram associadas uma distribuição de probabilidades. Definiu-se depois a relação delas com as variáveis determinísticas do sistema, finalizando assim a construção assim o modelo de simulação.

O modelo então foi executado, atingindo o objetivo de simular o modelo construído, buscando identificar os cenários que garantem a viabilidade do equipamento. Concluiu-se aqui, que o saldo entre, economias e gastos adicionais possibilitou a construção de um fluxo de caixa, necessário para a recuperação do investimento em um prazo menor do que cinco anos (81,80% de chance para o *payback* descontado).

A aplicação dos métodos *VPL*, *VAUE* e *TIR* foi necessária para concluir que o projeto de investimento é bastante rentável, no entanto a análise da variabilidade das distribuições geradas nos mostrou que, apesar de rentável, o investimento é arriscado. O projeto deve ser aceito, mas o investidor deve estar atento, e atuar nas variáveis responsáveis por tal risco.

Nesse sentido, a realização de uma análise de sensibilidade foi necessária para alcançar o objetivo de identificar o impacto das variáveis do sistema nos indicadores econômicos. Tal análise identificou o volume de vendas como a variável que mais contribui tanto para a variabilidade quanto para o valor da função objetivo, dessa forma, sabe-se assim, onde devem ser tomadas as ações para controle de risco e retorno do projeto.

É importante lembrar que, a decisão de aceitação de um investimento pode mudar conforme o perfil do investidor, nesse caso o investidor que aceita essa proposta sabe dos 20% de risco de insucesso ($VPL < 0$) que está correndo. Algum outro investidor, de perfil mais conservador, talvez não aceitasse tal proposta.

É aí que se encontra a vantagem da análise de risco, pois fornece um estudo muito mais detalhado do investimento, mostrando ao investidor todos os resultados possíveis, desde o pior até o melhor, e a probabilidade de sucesso no investimento. Dessa forma, qualquer decisão tomada será embasada em um ambiente de maior certeza.

A experiência adquirida na aplicação do método mostrou que, todo investimento deveria ser passível de uma análise dessa natureza, uma vez que, dificilmente um caso possui todas as variáveis determinadas por um valor fixo. Além disso, vale ressaltar os benefícios advindos de tomar-se uma decisão com maior nível de certeza.

É importante ressaltar que, na análise de um investimento, o investidor também deve levar em conta não só o aspecto econômico, mas também outros aspectos, como um maior nível de qualidade agregado ao produto, uma vez que as máquinas proporcionam maior robustez ao processo produtivo.

Concluiu-se então, o objetivo geral do estudo, ao realizar uma análise de risco econômico advinda da aquisição de uma máquina automática de corte de couro.

Recomenda-se, para trabalhos futuros, a inserção de mais variáveis aleatórias com o intuito de tornar o modelo mais real, e evitar o surgimento de variações não previstas na análise inicial, fato propício em análises que se estendem por um longo intervalo de tempo, como no caso em questão. Variações nos custos de manutenção, energia elétrica e mão de obra (valor do salário mínimo), poderiam dar essa nova dimensão ao modelo.

REFERÊNCIAS

ABREU, Paulo Fernando Simas Peixoto de; STEPHAN, Christian. **Análise de investimentos**. Rio de Janeiro: Campus, 1982.

BRUNI, Adriano Leal; FAMÁ, Rubens. **As decisões de investimentos**. São Paulo: Atlas, 2007.

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITCKE, Bruno Hartmut. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. São Paulo: Atlas, 2008.

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITCKE, Bruno Hartmut. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. São Paulo: Atlas, 2010.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino; SILVA, Roberto da. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CORREIA NETO, Jocildo Figueredo. **Elaboração e avaliação de projetos de investimento: considerando o risco**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

COURO, produto nobre e de inegável importância econômica. **Centro das Indústrias de Curtumes do Brasil (CICB)**, Brasília, 29 agosto 2008. Disponível em: <<http://www.monitormercantil.com.br/index.php?pagina=Noticias&Noticia=53530&Categoria=OPINI%C3%83O>>. Acesso em: 16 maio 2012.

DA COSTA, Miguel Antônio Bueno. **Apostila relativa à disciplina de Simulação Aplicada à Engenharia de Produção**. São Carlos, 2002. Disponível em: <http://www.simucad.dep.ufscar.br/dn_sim_doc01.pdf>. Acesso em 11 novembro 2012.

DUBOIS, Alexy; KULPA, Luciana; SOUZA, Luiz Eurico de. **Gestão de custos e formação de preços: conceitos, modelos e instrumentos: abordagem do capital de giro e da margem de competitividade**. São Paulo: Atlas, 2009.

EXPORTAÇÃO de couro atinge US\$ 2 bi. **Portal DBO**, Fortaleza, 11 janeiro 2012. Disponível em: <[http://www.portaldbo.com.br/novoportal/Site/Conteudo/Noticias/2601..Exportacao+de+couro+atinge+US\\$+2+bi+.aspx](http://www.portaldbo.com.br/novoportal/Site/Conteudo/Noticias/2601..Exportacao+de+couro+atinge+US$+2+bi+.aspx)>. Acesso em: 14 maio 2012.

GERBER TECHNOLOGY. **Catálogo de equipamento: Gerber Taurus XD**. Portugal, 2004. Disponível em: <<http://www.galileu.ind.br/produtos/gerber/catalogo/TaurXDfurnP.pdf>>. Acesso em: 4 junho 2012.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

INDUTRIALIZAÇÃO do couro. **Gabriel S Spaniol Bolsas e Sapatos**, São Paulo, 12 maio 2012. Disponível em: <<http://www.gabrielspaniol.com.br/industrializacao-do-couro>>. Acesso em: 18 maio 2012.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina Andrade. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos**. São Paulo: Atlas, 2009.

LAPPONI, Juan Carlos. **Projetos de investimento na empresa**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

MOTTA, Regis da Rocha; CALÔBA, Guilherme Marques. **Análise de investimentos: tomada de decisão em projetos industriais**. São Paulo: Atlas, 2009.

PERSPECTIVAS para o mercado automotivo são favoráveis. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 11 fevereiro 2012. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/mercado/25162-perspectivas-para-o-mercado-automotivo-sao-favoraveis.shtml>>. Acesso em: 18 maio 2012.

STEVENSON, William J. **Estatística aplicada à administração**. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1981.