

# ANÁLISE DE RISCO ECONÔMICO DA IMPLANTAÇÃO DE UMA MÁQUINA AUTOMÁTICA DE CORTE NA INDÚSTRIA DE COURO CEARENSE

**Tullio Camboim Morais (UFC)**

tulliocm@gmail.com

**Glenia Rodrigues Pinheiro (UFC)**

glenia.pinheiro@gmail.com

**MAXWHEEL VERAS RODRIGUES (UFC)**

maxweelveras@gmail.com



*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-chaves: Análise de risco, Couro, Máquina automática de corte*

## 1. Introdução

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.

Atualmente, mais de 60% do couro bovino é destinado aos segmentos automotivo e de estofamento (COURO..., 2008). 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.

Esse cenário tem feito com que as empresas do ramo busquem soluções que aumentem sua capacidade produtiva. Uma das alternativas consiste na automatização de pelo menos uma parte do seu processo produtivo. Essa automatização é feita com o uso de máquinas.

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.

Este trabalho visa elaborar uma análise de risco para verificar a viabilidade da aquisição de uma máquina automática de corte de couro através do uso da simulação de Monte Carlo.

## 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 o construção dos mesmos, e são determinantes nos resultados finais.

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.

## 2.1 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.

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.

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.

### 2.1.1 A simulação de Monte Carlo

Segundo Laponi (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 como os *softwares* como *@risk®* e *Crystal Ball®*.

### 2.1.2 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.

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

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.

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.

### 2.1.3 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).

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 permite a execução mais de mil *loopings* em poucos segundos.

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).

### 2.1.4 Análise dos dados de saída

Correia Neto (2009, p.199) atenta para o fato de que o retorno do projeto é 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.

Análise da dispersão é importante, pois 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.

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**

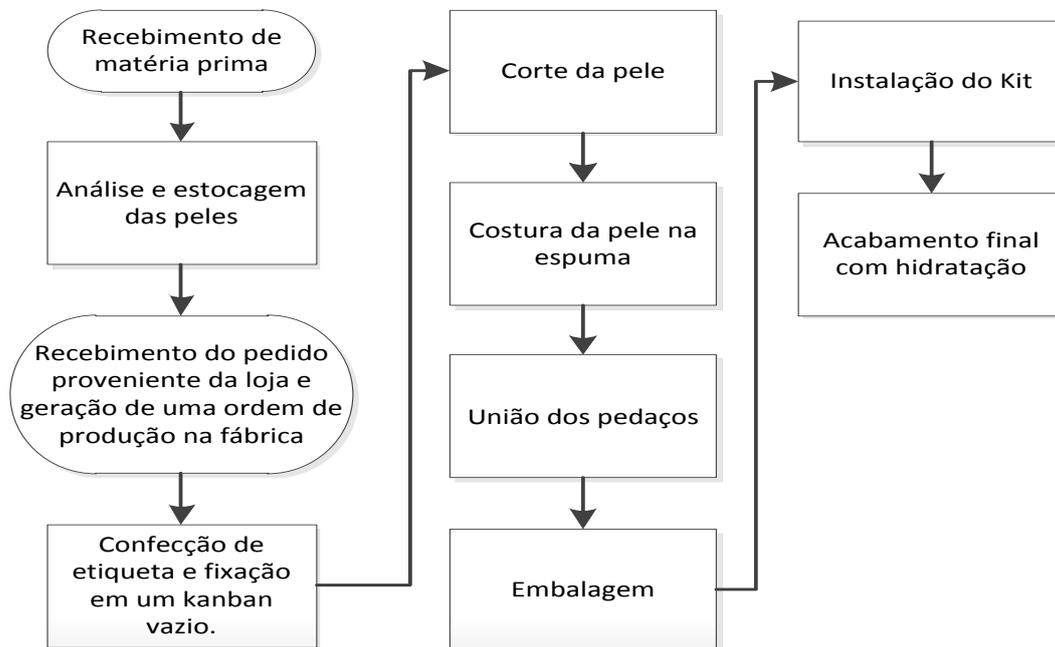
#### **3.1 Etapa 1 – Descrição da Empresa**

A empresa sede do estudo atua 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.

#### **3.2.2 Etapa 2 – Descrição do Processo Produtivo**

O fluxo de materiais e informações referente ao processo produtivo, ocorre segundo o fluxograma da figura 1:

Figura 1 - Fluxograma de descrição do processo produtivo



Fonte: Elaborado pelos autores

O processo todo é realizado manualmente, sendo estudado a mecanização do processo de corte, melhor detalhado abaixo.

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

O processo de corte, que é 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.

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, posiciona os moldes sobre o material, e em seguida corta 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. Além de levar um tempo considerável, esse processo não garante que o corte minimizará o desperdício.

Uma vez posicionados os moldes, o operador usa o estilete para realizar o corte do material. A figura 2 ilustra o corte manual:

Figura 2 - Processo manual de corte de couro



Fonte: Elaborado pelos autores

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.

As limitações do processo atual são: necessidade de espaço e organização para estocagem dos gabaritos de corte; necessidade de manutenção dos gabaritos de corte; incerteza quanto à eficiência do plano de corte estabelecido pelo operador; qualidade do corte e aproveitamento do material dependentes das habilidades de trabalho do operador; risco de acidentes de trabalho.

#### 3.2.4 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.

Como no processo anterior, as peles necessitam ser examinadas, tendo as imperfeições marcadas antes do corte. Depois a pele é estendida sobre uma das duas 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 figura 3 ilustra o corte:

Figura 3 - 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: redução do desperdício de pele; eliminação da necessidade de fabricação de moldes; redução no nível de acidentes; confiabilidade, precisão e qualidade de corte constante.

### 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.

#### **4.5.1 Etapa 5.1 – Projeção do Investimento inicial**

A Taurus XD é adquirida por meio de importação. A máquina sai dos Estados Unidos a um preço de 185.000 dólares FOB. 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 total do investimento em equipamento para digitalização dos moldes é de R\$ 8.052,64. Totalizando R\$ 528.331,46.

#### **4.5.2 Etapa 5.2 – Projeção dos Fluxos Subsequentes**

A aquisição da máquina acarretará em mudanças nos custos de produção da empresa. Analisa-se a seguir os custos mensais que se alteram com a compra da máquina de corte:

- **Custo com Serras (CIF);**

Avaliando os cortadores metálicos, as serras e o tempo de desgaste dos mesmos por dois operadores foi dado por R\$ 54,47 reais.

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 1 ilustra a mudança no custo com mão de obra, tomando como total a soma dos custos com salário, encargos, vale transporte e alimentação.

Tabela 1 - Cálculo do custo de mão de obra (situação atual e proposta)

<b>Mão de Obra</b>			
	<b>Cargo</b>	<b>Nº de funcionários</b>	<b>Total</b>
<b>Quadro atual</b>	<i>Cortador de couro</i>	5	R\$ 6.262,45
	<i>Cortador de sintético</i>	1	R\$ 1.252,49
	<i>Cortador de espuma</i>	1	R\$ 1.252,49
	<i>Marcador</i>	2	R\$ 2.504,98
	<i>Modelador</i>	1	R\$ 1.252,49
	<i>Total</i>	10	R\$ 10.666,65
	<b>Quadro proposto</b>	<i>Operador de máquina de corte</i>	1
<i>Assistente do operador</i>		1	R\$ 1.252,49
<i>Cortador de espuma</i>		1	R\$ 1.252,49
<i>Marcador</i>		1	R\$ 1.252,49
<i>Digitalizador</i>		1	R\$ 1.551,83
<i>Total</i>		5	R\$ 6.371,59
<b>Economia de (R\$):</b>			R\$ 4.295,06

Fonte: Elaborado pelos autores

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, com o tempo de uso, os moldes vão se desgastando necessitando de uma troca periódica. Adicionalmente, há o custo para a fabricação de novos moldes quando da existência de um novo modelo de carro.

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 existirão mais. Sendo gerado um fluxo positivo de R\$ 300,00.

- Aluguel da sala de modelagem;  
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,

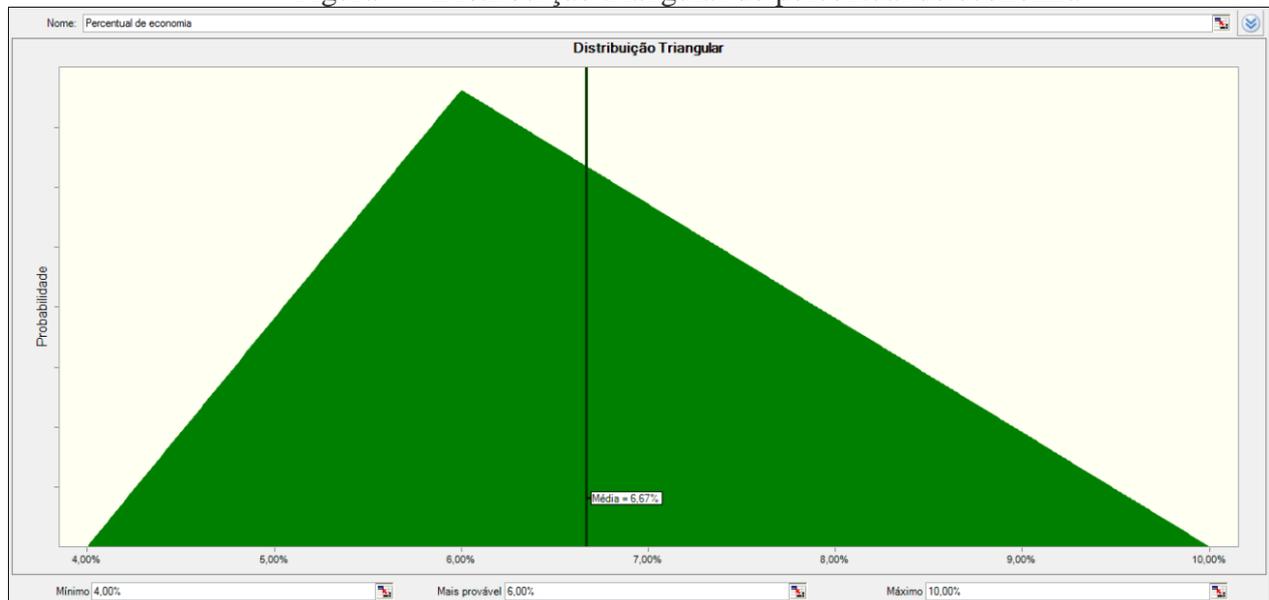
entrando com sinal positivo no mesmo. Como o galpão é alugado, o valor do aluguel da sala é encontrado por meio de uma regra de três, tendo o valor de R\$ 288,71.

- Economia de material;

Gerber Technology (2004) afirma que com a aquisição da máquina consegue-se uma redução de 6% no desperdício de material, no entanto houve casos em que esse número chegou a 10%.

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

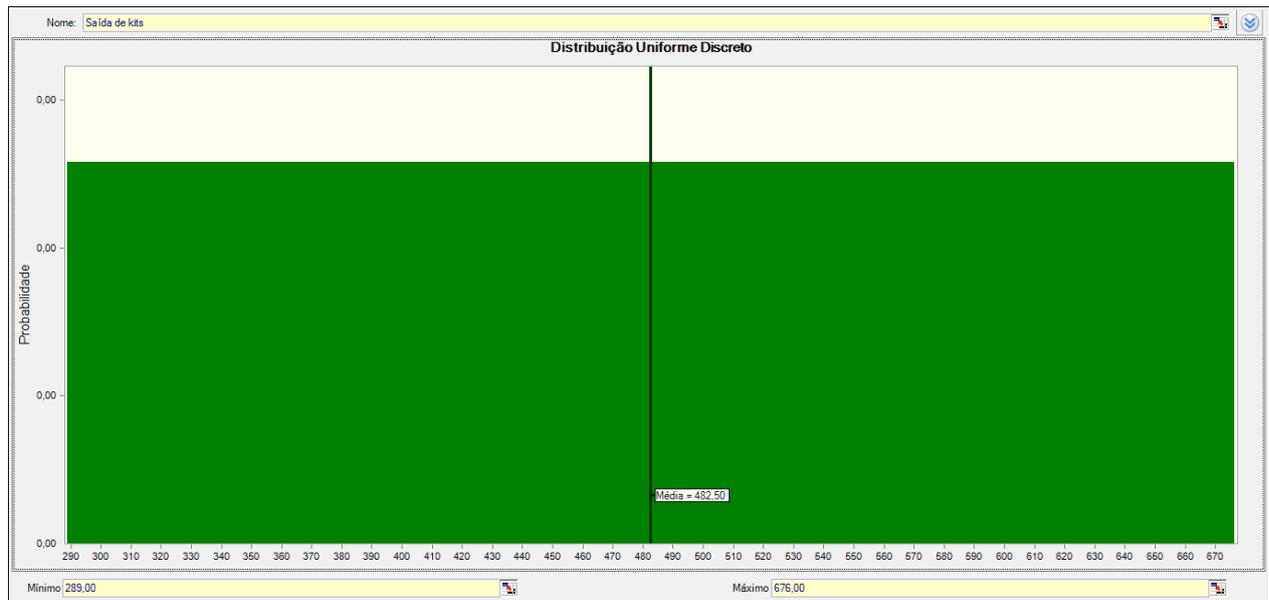
Figura 4 – Distribuição triangular do percentual de economia



Fonte: Elaborado pelos autores

Já o volume de couro cortado depende de mais outras duas variáveis estocásticas, o volume de vendas e a área dos kit's vendidos. Os dados foram analisados pelo módulo *Imput 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 5 mostra essa distribuição:

Figura 5 – Distribuição uniforme do volume de vendas

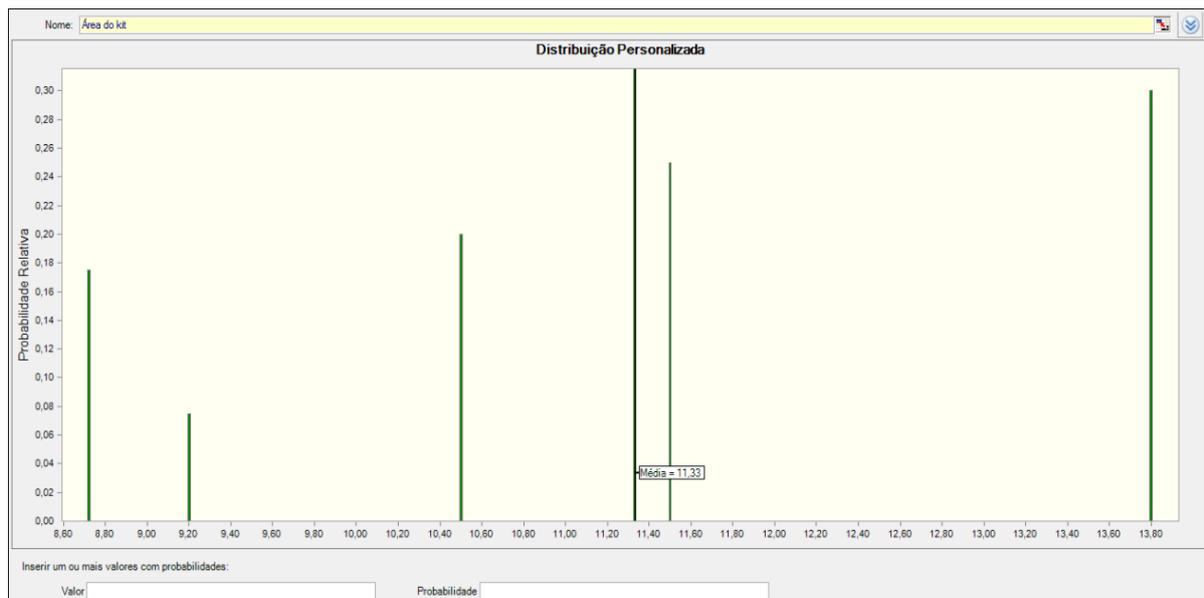


Fonte: Elaborado pelos autores

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 6 ilustra essa distribuição:

Figura 6 – Distribuição de probabilidades das áreas de banco



Fonte: Elaborado pelos autores

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).

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;**

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 2 ilustra o cálculo do custo futuro de manutenção.

Tabela 2 - Gastos com manutenção (situação proposta)

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

Fonte: Elaborado pelos autores

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.

A tabela 3 mostra o cálculo dessa energia adicional:

Tabela 3 - Gastos adicionais de energia (situação proposta)

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

Fonte: Elaborado pelos autores

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.

A tabela 4 esboça o cálculo do saldo mensal dos futuros fluxos de caixa:

Tabela 4 - Cálculo do fluxo de caixa periódico

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

Fonte: Elaborado pelos autores

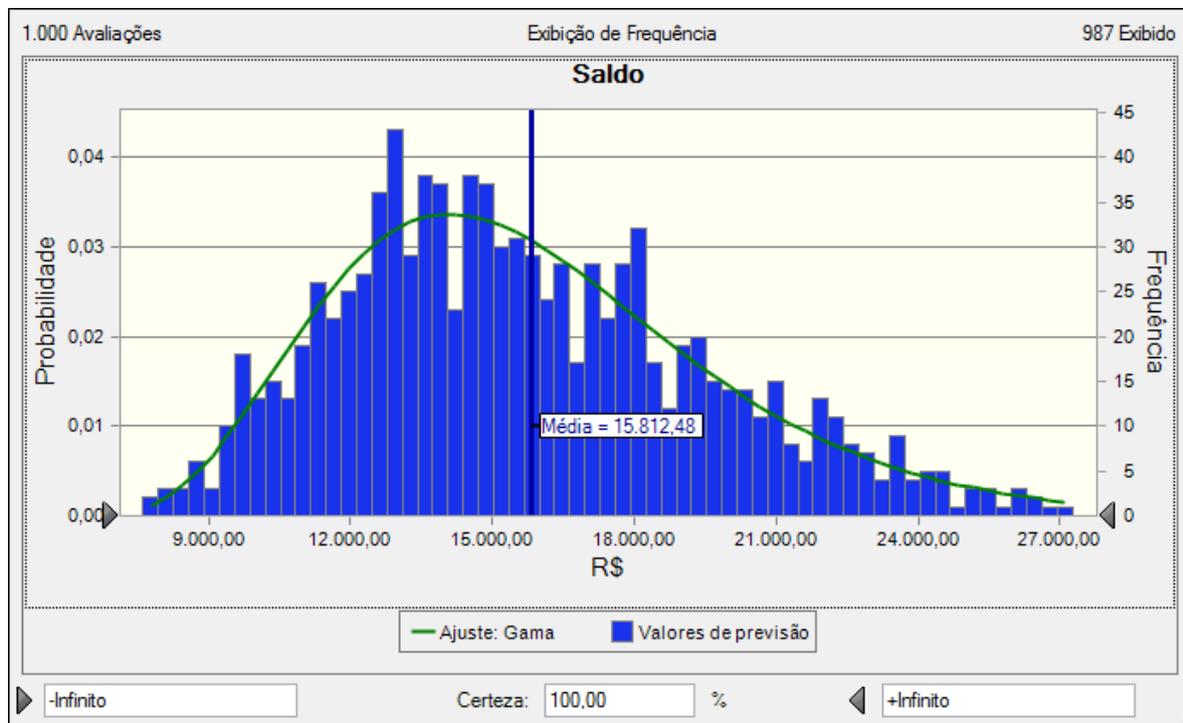
O fluxo de caixa do projeto é construído pelo investimento inicial, mais uma série de 60 fluxos de valor igual ao saldo mensal mostrado na tabela 4. A partir desse fluxo de cinco anos, calculam-se os indicadores financeiros do projeto de investimento.

### 3.2.6 Etapa 6 – Execução do Modelo

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 consequentemente 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 7:

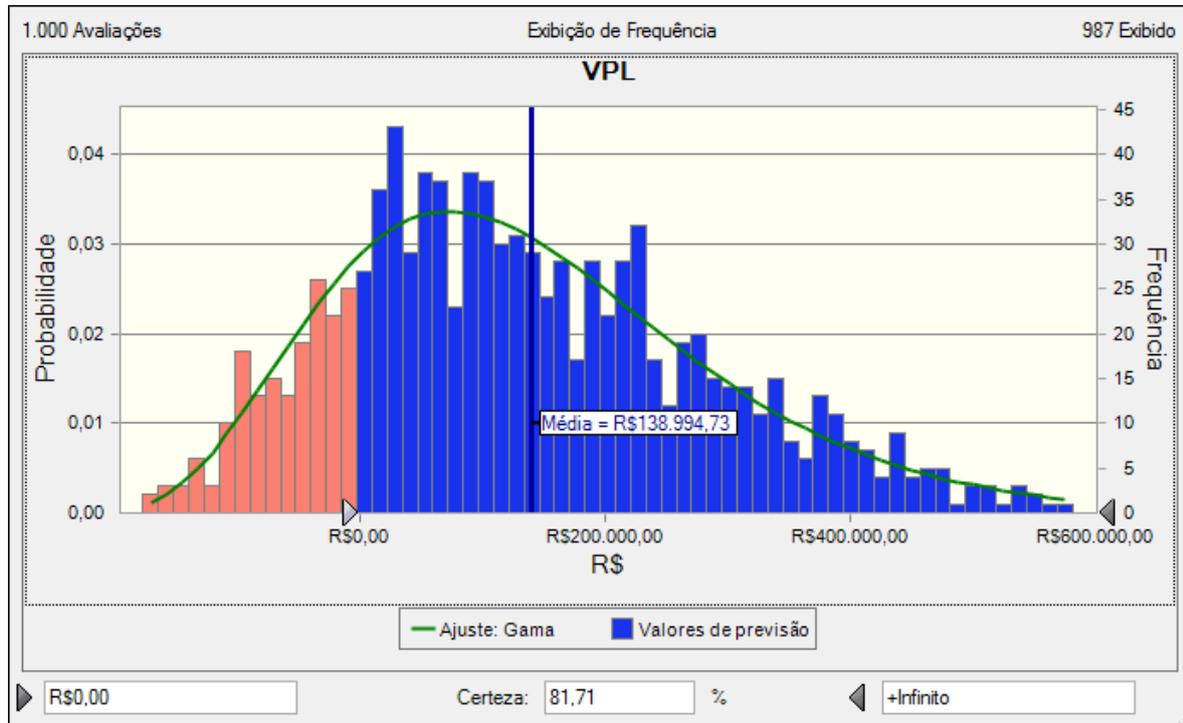
Figura 7 – Distribuição de probabilidade do fluxo de caixa



Fonte: Elaborado pelos autores

Considerando o investimento inicial e fluxos futuros de caixa, o VPL é calculado. A taxa de desconto usada no cálculo é a taxa de juros praticada em um empréstimo do BNDES para financiamentos desse porte. A figura 8 mostra a distribuição de probabilidade do VPL.

Figura 8 – Distribuição de probabilidade do VPL

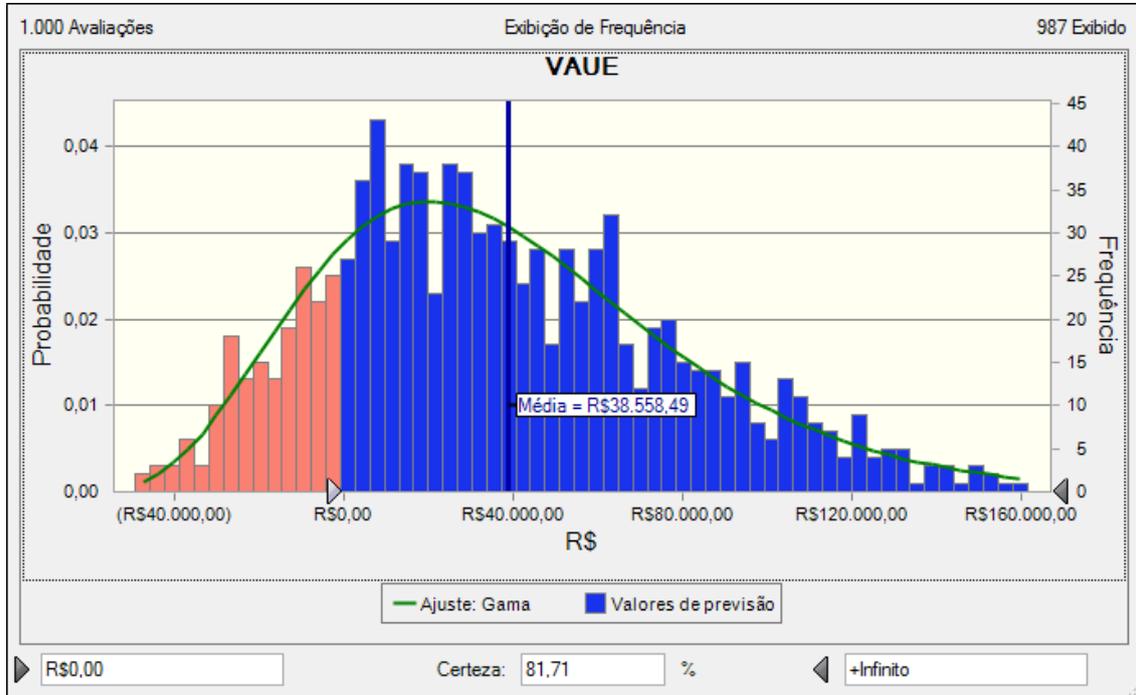


Fonte: Elaborado pelos autores

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 9 ilustra a distribuição probabilística do **VAUE**.

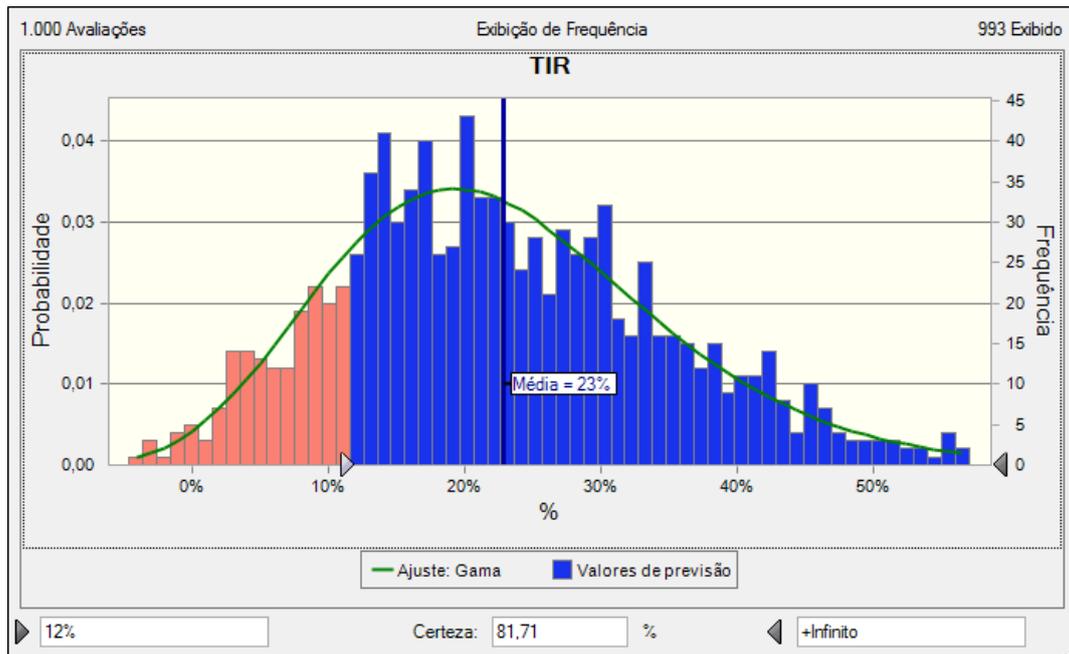
Figura 9 – Distribuição de probabilidade do VAUE



Fonte: Elaborado pelos autores

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, durante cinco anos. Usando agora o método da taxa interna de retorno, para o fluxo de caixa projetado temos a seguinte distribuição para a TIR.

Figura 10 – Distribuição de probabilidades para a TIR

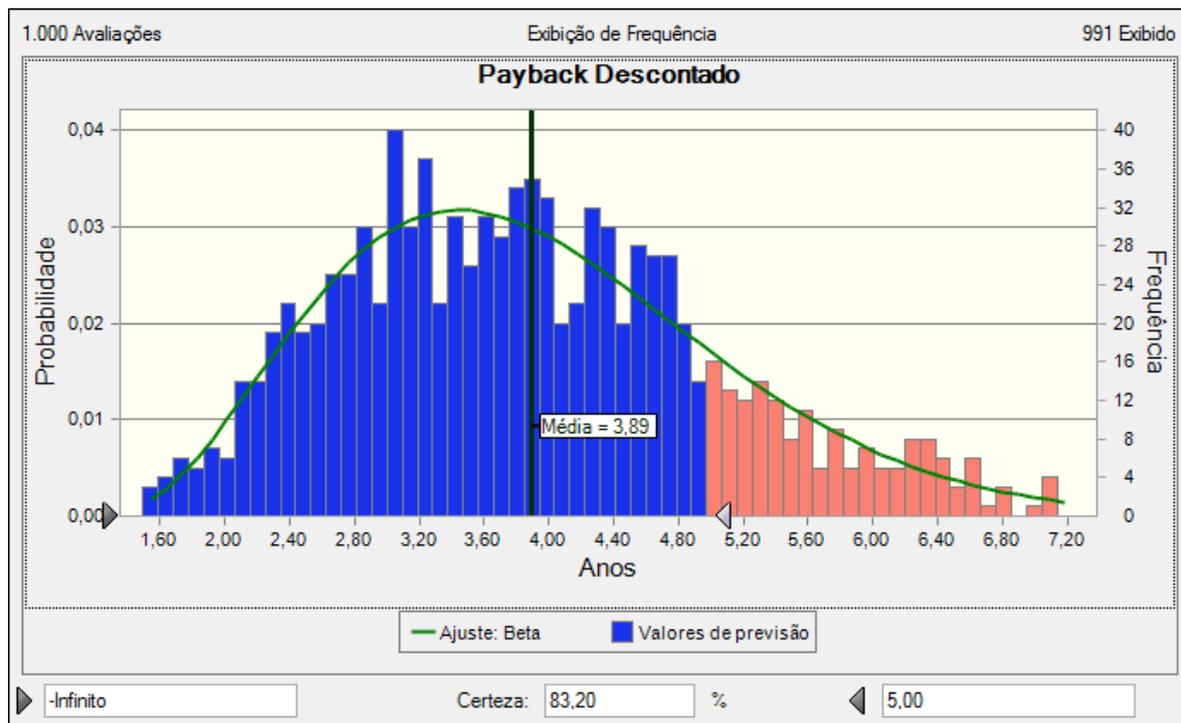


Fonte: Elaborado pelos autores

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

Recorrendo agora ao método do *Payback* descontado para o cálculo do prazo de recuperação do investimento inicial. Conforme é mostrado na figura 11, o investimento precisa de 3,89 anos para ser recuperado.

Figura 11 – Distribuição de probabilidades do *payback* descontado



Fonte: Elaborado pelos autores

O estudo aponta um prazo razoável para recuperação do investimento.

### 3.2.7 Etapa 7– Análise dos Resultados

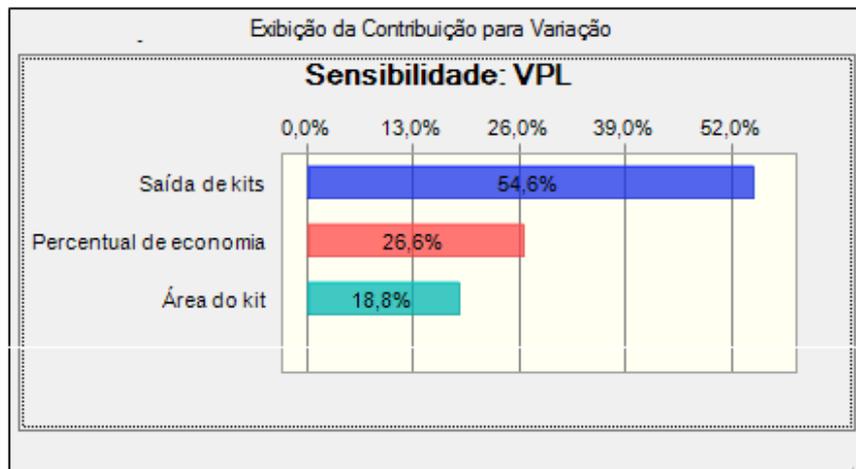
Os números acima nos mostram que o projeto tem 81,71% de chance de sucesso, gerando um saldo positivo na data presente e sendo mais rentável que um investimento que apresente a taxa mínima de atratividade. Analisando um horizonte de cinco anos, pode-se afirmar que as chances de que o projeto se pague 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. Pois os dois últimos podem ser calculados a partir da distribuição de probabilidades do primeiro.

As distribuições geradas 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).

Realizando a análise de sensibilidade da variabilidade do VPL tem-se:

Figura 12 – Contribuição das variáveis na dispersão da função objetivo (VPL)

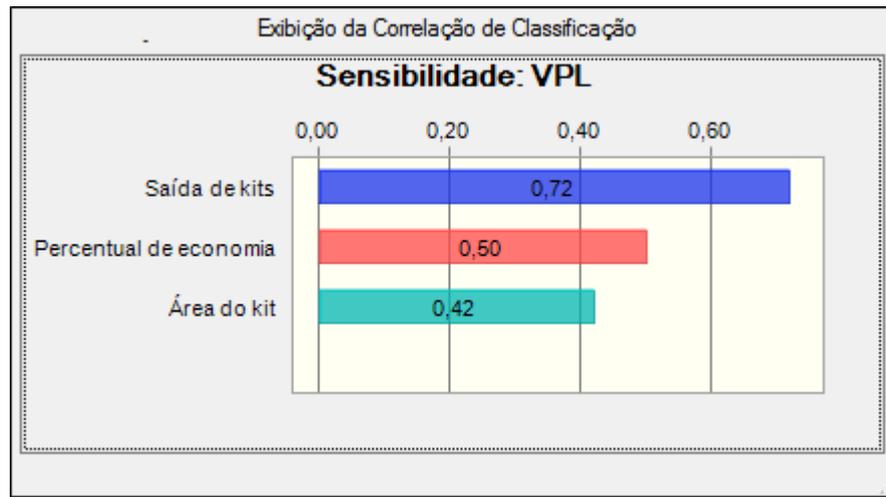


Fonte: Elaborado pelos autores

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.

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



Fonte: Elaborado pelos autores

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%.

## 5 Conclusões e recomendações

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.

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 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.

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.

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](http://www.simucad.dep.ufscar.br/dn_sim_doc01.pdf)>. Acesso em 11 novembro 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.

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

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.