

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GERÊNCIA DE MANUTENÇÃO**

PATRÍCIA MOKRZYCKI

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO DE
MÁQUINA INJETORA DE PLÁSTICO, ESTUDO DE CASO EM UMA
EMPRESA FABRICANTE DE COMPONENTES AUTOMOTIVOS.**

**CURITIBA
2012**

PATRÍCIA MOKRZYCKI

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO DE MÁQUINA INJETORA DE PLÁSTICO, ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA FABRICANTE DE COMPONENTES AUTOMOTIVOS.

Monografia apresentada no Curso de Pós Graduação, do curso de Gerência de Manutenção do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gerência de Manutenção.

Orientador: Prof.º Dr.Jorge Carlos Corrêa Guerra

**CURITIBA
2012**

PATRÍCIA MOKRZYCKI

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO DE MÁQUINA
INJETORA DE PLÁSTICO, ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA FABRICANTE
DE COMPONENTES AUTOMOTIVOS.**

Monografia apresentada para obtenção do grau de Especialista no curso de Especialização em
Gerência de Manutenção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Curitiba, 20 de Outubro de 2012

Prof.M.Sc.Marcelo Rodrigues
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª.M.Eg.Marjorie Belinelli

Prof^º.M.Sc.Marcelo Rodrigues
UTFPR

Prof^º.Dr.Jorge Carlos Corrêa Guerra
UTFPR
Orientador

RESUMO

Este estudo analisa a viabilidade econômica e financeira na substituição de uma máquina injetora de plásticos. Isto envolve os custos globais de capital, de operação e de manutenção em diversos cenários de operação do equipamento. São apresentadas as funções da manutenção e analisados os efeitos desta na vida econômica do equipamento. Discutem-se os fatores que impedem a tomada de decisão em relação à substituição dos equipamentos e como as empresas orientam-se para executar a baixa no equipamento quando este atinge sua vida útil. São apresentadas também as causas que levam a substituição dos ativos, e é complementado com cálculos que demonstram que o equipamento deverá ser substituído por apresentar custos de operação e manutenção elevados. Como resultado do estudo, são evidenciados que as decisões de investimentos são mais embasadas e bem sucedidas quando há um acompanhamento e controle de custos dos equipamentos referentes à sua vida econômica e operacional.

Palavras chave: Custos, Substituição, Viabilidade Econômica, Máquina Injetora.

ABSTRACT

This study analyzes the economic and financial viability in the replacement of a plastic injection machine. This involves the overall cost of capital, operation and maintenance in various scenarios of operation of the equipment. We present the functions of maintaining and analyzed the effects of this in the economic life of the equipment. It discusses the factors that hinder the decision making in relation to the replacement of equipment and how companies are moving towards running low on equipment when it reaches its useful life. Also presented are the causes that lead to replacement of assets, and is complemented with calculations showing that the equipment should be replaced by present operating costs and high maintenance. As a result of the study are shown that investment decisions are more informed and successful when there is a monitoring and control equipment costs related to its economic and operational life.

Keywords: Costs, Substitution, Economic Viability, Injection Machine

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama de fluxos de caixa para um projeto de investimento	20
Figura 2 – Representação dos três componentes da TMA	21
Figura 3 – A Curva da Banheira.....	27
Figura 4 – Representação fluxo de funcionamento do equipamento.....	30
Figura 5 – Injetora Battenfeld BSKM 3200_500S, Ano 1980	32
Figura 6 – Injetora Battenfeld BSKM 3200_500S, Ano 1980	32
Figura 7 – Injetora Battenfeld BSKM 3200_500S, Ano 1980	33
Figura 8 – Injetora Battenfeld BSKM 3200_500S, Ano 1980	33
Figura 9 – A Curva da Banheira do equipamento Atual	39
Figura 10 – Equipamento Injetora de Plástico ROMI Prática 450	40
Figura 11 – Representação do diagrama fluxo de caixa ano 1 - CAUE.....	42
Figura 12 – Representação do diagrama fluxo de caixa ano 2 - CAUE.....	42
Figura 13 – Representação do diagrama fluxo de caixa ano 3 - CAUE.....	43
Figura 14 – Representação do diagrama fluxo de caixa ano 4 - CAUE.....	43
Figura 15 – Representação do diagrama fluxo de caixa ano 5 - CAUE.....	44
Figura 16 – Representação do diagrama fluxo de caixa ano 20 - CAUE.....	44
Figura 17 – Representação do diagrama fluxo de caixa ano 1 - TIR	47
Figura 18 – Representação do diagrama fluxo de caixa ano 2 - TIR	47
Figura 19 – Representação do diagrama fluxo de caixa ano 3 - TIR	48
Figura 20 – Representação do diagrama fluxo de caixa ano 4 - TIR	48
Figura 21 – Representação do diagrama fluxo de caixa ano 5 - TIR	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparativo entre equipamentos antigo e atual.....	51
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Representação do Fluxo de Caixa do equipamento atual no período 0 a 30 anos .	35
Tabela 2 - Representação do Cálculo de Depreciação Linear	37
Tabela 3 - Representação do Custo Anual Uniforme Equivalente do equipamento atual	37
Tabela 4 - Representação do Custo Anual Uniforme Equivalente do novo equipamento	45
Tabela 5 - Representação do Cálculo de Recuperação do capital investido - Pay-Back do novo equipamento	50

LISTA DE SIGLAS

CAUE	Custo Anual Uniforme Equivalente
IR	Imposto de Renda
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
VAUE	Valor Anual Uniforme Equivalente
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	JUSTIFICATIVA.....	13
1.2	OBJETIVOS	14
1.2.1	Objetivo Geral.....	14
1.2.2	Objetivos Específicos.....	14
1.3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	14
2	REFERENCIAL TEORICO	15
2.1	GESTÃO ESTRATÉGICA DA MANUTENÇÃO	15
2.1.1	Manutenção Corretiva.....	15
2.1.2	Manutenção Preventiva.....	16
2.1.3	Manutenção Preditiva.....	16
2.1.4	Manutenção Detectiva.....	16
2.2	CUSTOS DE MANUTENÇÃO.....	17
2.2.1	Custos Diretos	17
2.2.2	Custos de Perda de Produção	17
2.2.3	Custos Indiretos.....	17
2.3	ANÁLISE DE INVESTIMENTOS	18
2.4	INDICADORES FINANCEIROS PARA ANÁLISE DE INVESTIMENTOS	18
2.4.1	Indicadores Associados à Rentabilidade.....	19
2.4.1.1	Método do Valor Presente Líquido - VPL	19
2.4.1.2	Método do Valor Anual Uniforme Equivalente - VAUE.....	20
2.4.1.3	Método da Taxa Interna de Retorno - TIR	20
2.4.1.4	Taxa de Mínima Atratividade - TMA.....	21
2.4.2	Indicadores Associados ao Risco do Projeto	22
2.4.2.1	Período de Recuperação do Investimento - Pay-back	22
2.4.2.2	Ponto de Fischer	22
2.5	A DEPRECIAÇÃO E O IMPOSTO DE RENDA NA ANÁLISE DE INVESTIMENTOS	23
2.5.1	Depreciação.....	23

2.5.2 Imposto de Renda.....	24
2.6 SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTO.....	24
2.6.1 Vida Útil e Vida Econômica.....	25
2.6.2 Tipos de Substituição de Equipamento.....	25
2.6.2.1 Baixa sem reposição.....	26
2.6.2.2 Substituição idêntica.....	26
2.6.2.3 Substituição não idêntica.....	26
2.6.2.4 Substituição com progresso tecnológico.....	26
2.7 CURVA DA BANHEIRA.....	27
2.8 PROCESSO DE MOLDAGEM POR INJEÇÃO PLÁSTICA.....	28
3 ANÁLISE TÉCNICA/ECONÔMICA DO EQUIPAMENTO INJETORA DE PLÁSTICO.....	31
3.1 Análise Técnica do Equipamento Injetora de Plástico.....	31
3.2 Análise Econômica do Equipamento Injetora de Plástico.....	34
3.2.1 Análise do Equipamento Atual.....	34
3.2.2 Análise do Novo Equipamento.....	40
3.2.2.1 Cálculo do custo anual uniforme equivalente – CAUE.....	41
3.2.2.2 Método taxa interna de retorno – TIR.....	46
3.2.2.3 Método do valor presente líquido – VPL.....	49
3.2.2.4 Método do período de recuperação do investimento – Pay-back.....	50
3.3 Quadro Comparativo entre Equipamento Antigo e Equipamento Novo.....	51
4 CONCLUSÃO.....	52
5 REFERENCIAS.....	54

1 INTRODUÇÃO.

A atividade de manutenção dentro de uma empresa deve-se integrar ao processo produtivo de forma a contribuir com o foco principal das empresas, que é a maximização dos lucros, segundo Kardec (2001, pg.10),

A manutenção existe para que não haja manutenção. Isto parece paradoxal à primeira vista, mas, numa visão mais aprofundada, vemos que o trabalho da manutenção está sendo enobrecido onde, cada vez mais, o pessoal da área precisa estar qualificado e equipado para evitar falhas e não para corrigi-las.

A manutenção tem como objetivo prever a ocorrência de uma falha ou degradação, determinar antecipadamente a necessidade de correção em uma peça específica, eliminar as desmontagens desnecessárias para inspeção, aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos para operação, reduzir o trabalho de emergência e urgência não planejada, impedir a ocorrência de falhas e o aumento dos danos, aproveitar a vida útil total de cada componente e de um equipamento. Tem ainda, a função de determinar previamente as interrupções de fabricação para cuidar dos equipamentos, assim como a redução de custos de manutenção, e o aumento da produtividade.

A utilização das técnicas de manutenção apresenta as vantagens de aproveitamento ao máximo da vida útil dos elementos da máquina, podendo-se programar a reforma e substituição somente das peças comprometidas. E como desvantagem requer acompanhamentos e inspeções periódicas, através de instrumentos específicos de monitoração e requer profissionais especializados ocasionando alto custo.

Desta maneira ao verificar que a vida útil do equipamento foi atingida, a substituição é realizada imediatamente por equipamento igual ou similar se este apresentar custo equivalente referente à vida econômica com valor igual ou inferior ao do equipamento substituído seria esta a opção correta, porém as empresas optam por manter seus equipamentos desgastados a um alto custo de manutenção.

De acordo com Souza e Clemente (2001, p.139), “em geral, as empresas orientam-se por aspectos técnicos para a tomada de decisão a respeito de baixa e substituição de equipamentos”, assim tendem a postergar a baixa, tal decisão pode ser adequada em curto prazo, porém em longo prazo, esta decisão torna-se insustentável, pois os gastos com manutenção tornam-se altos e não mais efetivos.

Neste estudo será analisado como as decisões de substituição de um equipamento podem ser viáveis a uma empresa em que as despesas de manutenção geralmente superam o valor dos investimentos com novos equipamentos, quando estes ultrapassam sua vida útil.

Para desenvolver esta análise será visto um caso prático de substituição do equipamento injetora de plástico, adquirido na década de 80, onde o custo operacional e de manutenção superaram os custos previstos para o funcionamento da mesma. Com utilização de comandos manuais para a operação do equipamento, com inúmeras paradas de máquinas devido à utilização de peças produzidas pela injetora quando esta se encontrava em manutenção, constatou-se que a manutenção executada na máquina, não mais surtia o efeito esperado, compensando a troca do que continuar mantendo o equipamento antigo.

1.1 JUSTIFICATIVA.

Segundo Ehrlich e Moraes (2005, p.103), “cada equipamento em uso deve-se defender da obsolescência. Ele é um defensor, constantemente assediado por desafiantes candidatos a substituí-lo”.

A substituição de equipamentos pode ser feita através de ativos similares ou com tecnologia mais avançada, sendo as principais razões de uma substituição de acordo com (HIRSCHFELD, 2000, p.443).

Considerando que a maioria das empresas orienta-se pelos aspectos técnicos para a tomada de decisão em relação à baixa e substituição de equipamentos, estas decisões acabam trazendo prejuízos elevados, pois as empresas deveriam levar em conta os custos de capital, operação e manutenção ao longo do tempo e procurar reduzir o custo total ao mínimo.

Um dos principais fatores que impedem a tomada de decisão em relação à substituição dos equipamentos são as deficiências relativas ao acompanhamento e ao controle dos custos dos equipamentos, raramente os dados requeridos para análise estão disponíveis, o que implica uma mudança cultural na empresa. À medida que a cultura atual do *feeling* for substituída por informações efetivas, decisões de investimento serão mais embasadas e bem sucedidas.

1.2 OBJETIVOS.

1.2.1 Objetivo Geral.

Analisar a viabilidade técnica e econômica na substituição do equipamento Injetora de Plástico, quando este atingir a sua vida útil.

1.2.2 Objetivos Específicos.

- Apresentar as funções da manutenção em um equipamento durante sua vida útil.
- Analisar o custo operacional do equipamento (manutenção e operação).
- Analisar as opções de substituição do equipamento.
- Apresentar o estágio da curva da banheira.
- Apresentar o processo de moldagem por injeção plástica.

1.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.

A metodologia utilizada para a realização da monografia apresentará análise documental do equipamento, para descrever as funções da manutenção em um equipamento será utilizada pesquisa bibliográfica a partir de material já publicado sobre o assunto, como livros e artigos.

Para a análise dos efeitos do custo de manutenção será utilizado pesquisa descritiva, com o uso de coleta de dados, expresso em valores reais, referentes ao custo de manter o equipamento em funcionamento, assim será possível fazer a quantificação e comparação de dados.

E para identificar a necessidade de substituição do equipamento assim como a viabilidade econômica, será utilizada a pesquisa quantitativa através da tradução dos valores obtidos na coleta de dados referentes aos custos de manutenção em planilhas de cálculos financeiros com a utilização dos métodos de análise de investimento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO.

2.1 GESTÃO ESTRATÉGICA DA MANUTENÇÃO

A função da manutenção deve estar voltada a garantir o funcionamento dos equipamentos de modo a atender a um processo de produção com confiabilidade, segurança e custos adequados. Para atender a esta função, a manutenção está dividida em tipos, os quais serão caracterizados de acordo com sua função.

2.1.1 Manutenção Corretiva.

A principal função da manutenção corretiva é corrigir ou restaurar as condições de funcionamento de um equipamento, é utilizada em duas condições específicas: quando há um desempenho deficiente apontado pelo acompanhamento das variáveis operacionais e quando há ocorrência de falhas. De acordo com Kardec e Nascif (2001), a manutenção corretiva pode ser dividida em duas classes:

- Manutenção corretiva não planejada

É a correção da falha de maneira aleatória, caracteriza-se pela atuação da manutenção em fato já ocorrido, seja este uma falha ou um desempenho menos que o esperado. Normalmente este tipo de manutenção implica altos custos, pois a quebra inesperada pode acarretar perdas de produção, de qualidade e elevados custos indiretos de manutenção, além de que quebras aleatórias podem ter consequências graves para o equipamento.

- Manutenção corretiva planejada.

É a correção do desempenho menor que o esperado ou da falha, por decisão gerencial, isto é, pela atuação em função de acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar até a quebra. Sua principal característica é função da qualidade da informação fornecida pelo acompanhamento do equipamento.

2.1.2 Manutenção Preventiva.

É a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda do desempenho, procura prevenir a ocorrência de falhas. Alguns fatores são considerados para adoção de manutenção preventiva: quando não é possível a utilização de manutenção preditiva, em sistemas de operação contínua, aspectos relacionados com a segurança do pessoal. Este tipo de manutenção é conveniente quanto mais alto forem os custos de falhas, quanto mais as falhas prejudicarem a produção e quanto maiores forem as implicações das falhas na segurança pessoal e operacional, segundo Kardec e Nascif (2001). Um ponto negativo neste tipo de manutenção é a retirada de equipamento ou sistema de operação para a execução dos serviços programados.

2.1.3 Manutenção Preditiva.

Seu objetivo é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível. Ela tem a função de prever as condições do equipamento, suas verificações ou medições são efetuadas com o equipamento produzindo, de acordo com Kardec e Nascif (2001). Para adotar este tipo de manutenção devem-se atender as condições: o equipamento deve permitir algum tipo de monitoração, e este deve merecer esse tipo de ação em função dos custos envolvidos, as falhas devem ser oriundas de causas que possam ser monitoradas e ter sua progressão acompanhada.

Os custos deste tipo de manutenção podem ser relativamente elevados, pois a mão de obra da manutenção preditiva deve ser bem treinada.

2.1.4 Manutenção Detectiva.

É a atuação efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção, a identificação de falhas ocultas é essencial para garantir a confiabilidade.

Se a confiabilidade do sistema não é alta, haverá um problema de disponibilidade a ele associado, traduzido por excessivo número de paradas. Na manutenção detectiva, especialistas

fazem verificações no sistema, sem tirá-lo de operação, são capazes de detectar falhas ocultas podendo corrigir a situação, mantendo o sistema operando.

2.2 CUSTOS DE MANUTENÇÃO.

A organização de manutenção deve estar voltada a maximizar os lucros da empresa, pois esta apresenta custos para realizar suas atividades. Estes custos podem ser classificados em três grupos, de acordo com Kardec e Nascif (2001).

2.2.1 Custos Diretos.

Os custos diretos são aqueles necessários para manter os equipamentos em operação, neles está incluída a manutenção preventiva, preditiva, detectiva e corretiva.

Dentro do custo direto de manutenção estão os seguintes componentes:

- Custo de mão-de-obra direta: número de horas alocadas ao serviço x salario médio mensal, incluindo encargos sociais.
- Custo de materiais: está incluído o custo de sobressalentes, que é o custo da peça aplicada, e o custo com materiais de consumo como óleos, graxa, e similares.
- Custo de serviços de terceiros: quando há necessidade de contratação de serviços de outras empresas ou profissionais da área.

2.2.2 Custos de Perda de Produção.

São os custos provenientes de perda de produção causados pela falha do equipamento principal, quando não há um equipamento reserva disponível para manter a produção ou falha do equipamento por falta de manutenção.

2.2.3 Custos Indiretos.

Os custos indiretos são aqueles que não podem ser atribuídos diretamente a um bem ou serviço, são custos que incidem sobre toda a produção, estão relacionados com a estrutura

gerencial, administrativa, engenharia e manutenção. Podem estar incluídos os custos com a aquisição de equipamentos, ferramentas e instrumentos da manutenção, assim como depreciação, iluminação, energia elétrica e outras utilidades.

2.3 ANÁLISE DE INVESTIMENTO.

As empresas são organizações que envolvem recursos humanos, financeiros e materiais, e podem ser analisadas por diferentes pontos de vista.

De acordo com Souza e Clemente (2001), na teoria econômica, a empresa é vista como uma unidade produtiva, a qual transforma insumos em produtos gerando assim, valor. Ao produzir bens e serviços demandados pelo mercado obtém lucro, necessário para sua sobrevivência. Para os engenheiros, a empresa é uma unidade técnica que desenvolve determinado processo de produção que envolve fluxo de materiais e trabalho humano. Para os objetivos da análise de investimento, a empresa é considerada como uma entidade orientada para a acumulação de capital, cujo objetivo principal é sua valorização, a qual é alcançada quando as decisões de investimento conduzem a um saldo líquido de ganhos.

Filho e Kopittke (2010) argumentam que ao instalar uma nova fábrica, comprar novos equipamentos, isto é, ao fazer um novo investimento, a empresa deve fazer uma análise da viabilidade do mesmo. Ao se elaborar a análise econômica e financeira devem ser considerados os valores conversíveis em dinheiro, para isto devem ser observados os seguintes critérios:

- Critérios econômicos: rentabilidade do investimento;
- Critérios financeiros: disponibilidade de recursos;
- Critérios imponderáveis: fatores não conversíveis em dinheiro.

Filho e Kopittke (2010, p.93) afirmam que “a análise econômico-financeira pode não ser suficiente para a tomada de decisões”. Para a análise global do investimento, pode ser necessário considerar fatores não quantificáveis como restrições ou os próprios objetivos da empresa.

2.4 INDICADORES FINANCEIROS PARA ANÁLISE DE INVESTIMENTOS.

Um investimento para a empresa é um desembolso feito visando gerar benefícios futuros, assim a decisão de fazer um investimento é parte de um processo que envolve a geração

e a avaliação de diversas alternativas que atendam as especificações técnicas dos investimentos, de acordo com Souza e Clemente (2001).

A análise de investimentos envolve a aplicação de diferentes indicadores que podem ser subdivididos em dois grupos.

2.4.1 Indicadores Associados à Rentabilidade.

Estes indicadores estão relacionados ao ganho ou riqueza do projeto, espera-se que o projeto libere recursos equivalentes aquele imobilizado inicialmente e mais o ganho esperado do investimento, ou seja, um projeto será atrativo se o fluxo esperado de benefícios, mensurado em valores monetários, superar o valor do investimento que originou esse fluxo. Nesta categoria encontram-se três métodos de análise de investimento, os quais são equivalentes e se, bem aplicados conduzem ao mesmo resultado, como afirmam Filho e Kopittke (2010).

2.4.1.1 Método do Valor Presente Líquido – VPL.

O método do valor presente líquido caracteriza-se, de acordo com Oliveira (1982) pela transferência para o instante presente de todas as variações de caixa esperadas, descontadas à taxa mínima de atratividade, isto é, a concentração de todos os valores esperados de um fluxo de caixa na data zero. Usa-se como taxa de desconto a Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Para o VPL a regra de referência é a seguinte:

VPL>0 – indica que o projeto merece continuar sendo analisado.

A referência acima não é suficiente para saber se um projeto é atrativo ou não, tudo que se sabe é que nesse ponto o fluxo esperado de benefícios deve superar os investimentos.

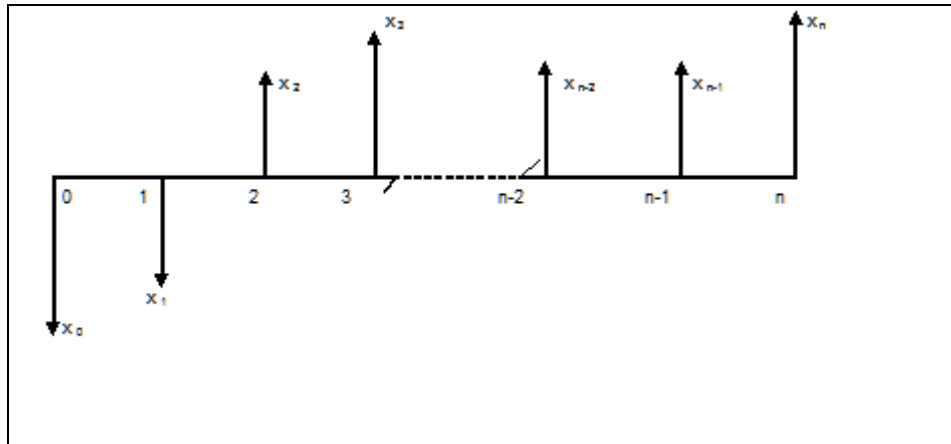


Figura 1 – Diagrama de fluxos de caixa para um projeto de investimento
 Fonte: Filho e Kopittke (2010)

2.4.1.2 Método do Valor Anual Uniforme Equivalente – VAUE.

Uma das grandes utilidades do método do valor anual é a determinação da vida econômica de equipamentos e veículos. Este método consiste em achar a série uniforme anual (A) equivalente ao fluxo de caixa dos investimentos à Taxa Mínima de Atratividade (TMA), ou seja, acha-se a série uniforme equivalente a todos os custos e receitas para cada projeto utilizando-se a TMA. O melhor projeto é aquele que tiver maior saldo positivo. O procedimento para essa transformação é apresentado a seguir:

$$\text{VAUE} = \text{VPL} * \frac{(1+i)^N - 1}{I * (1+i)^N}$$

2.4.1.3 Método da Taxa Interna de Retorno – TIR.

Este método requer o cálculo da taxa que zera o Valor Presente dos fluxos de caixa das alternativas. Os investimentos com TIR maior que a TMA são considerados rentáveis e são possíveis de análise. A TIR tanto pode ser usada para analisar a dimensão retorno como também para analisar a dimensão risco. A regra primária de referencia para uso da TIR, como medida de retorno, é a seguinte:

TIR > TMA – indica que há mais ganho investindo-se no projeto do que na TMA.

2.4.1.4 Taxa Mínima de Atratividade – TMA.

Entende-se como Taxa Mínima de Atratividade a melhor taxa, com baixo grau de risco, disponível para aplicação do capital em análise. A decisão de investir, sempre terá pelo menos duas alternativas para serem avaliadas: investir no projeto ou investir na TMA, de acordo com Souza e Clemente (2001).

Ela é formada a partir de três componentes que fazem parte do cenário para a tomada de decisão, os quais são: o custo de oportunidade, o risco do negocio e a liquidez do negócio.

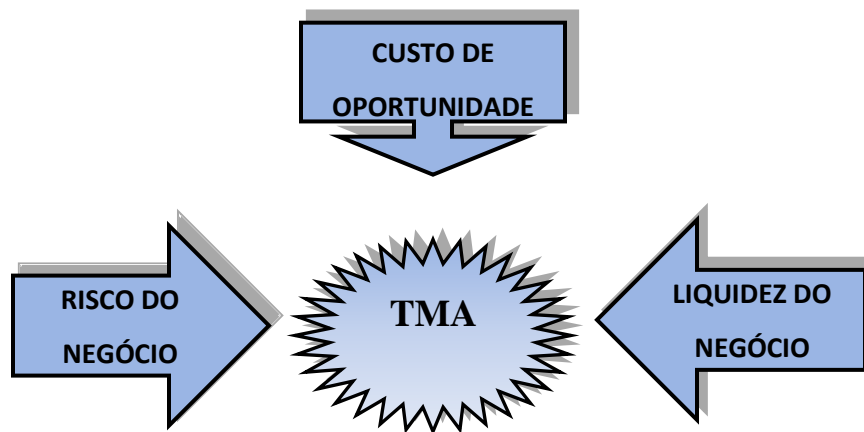


Figura 2 – Representação dos três componentes da TMA
Fonte: Autoria própria

A base para estabelecer uma estimativa da TMA é a taxa de juros aplicada no mercado, para ser atrativa deve render no mínimo, a taxa de juros equivalente a rentabilidade das aplicações correntes e de pouco risco, denominado, custo de oportunidade. O Risco do negócio é considerado o segundo componente da TMA, o ganho tem que remunerar o risco inerente a adoção de uma nova ação, ou seja, o ganho deverá ser condizente com os riscos que a empresa irá correr no mercado em que passará a operar. E a liquidez que é descrita como a facilidade e a velocidade com que a empresa consegue sair de uma posição no mercado e assumir outra.

2.4.2 Indicadores Associados ao Risco do Projeto.

Apesar do risco não poder ser eliminado e nem mensurado, o investidor pode melhorar a sua percepção do risco elevando o nível de informação em relação ao projeto e analisando os indicadores associados ao risco. Entre os indicadores associados ao risco do projeto estão a Taxa Interna de Retorno (TIR), o período de recuperação do investimento (*Pay Back*) e o Ponto de Fisher.

2.4.2.1 Período de Recuperação do Investimento - *Pay-back*.

O indicador de risco de projetos de investimento *Pay-back*, tem importância significativa no processo de decisão de investimentos, pois este indicador estima o prazo necessário para se recuperar o investimento realizado. Para o *Pay-back*, a regra primária de referência é a de que o risco do projeto aumenta à medida que o *Pay-back* se aproxima do final do horizonte de planejamento, de acordo com Bruni e Famá (2003)

2.4.2.2 Ponto de Fischer.

Outra análise da dimensão risco segundo Souza e Clemente (2001), pode ser feita por meio do Ponto de Fischer, esta análise preconiza a existência de um limite para a variabilidade da TMA em que o investidor, em termos de ganho, seria indiferente entre duas alternativas de investimentos. Porém para o investidor ser indiferente é necessário que ambas as alternativas apresentem o mesmo VPL permitindo, matematicamente, que para uma taxa genérica, se igualem as expressões dos VPLs dos projetos.

Ao se igualar as expressões dos VPLs resulta um fluxo de caixa igual à diferença dos fluxos de caixa originais que deve ser igualado a zero, a taxa que torna um fluxo de caixa igual a zero é a taxa interna de retorno (TIR) deste fluxo.

A análise do ponto de inserção de Fischer pode ser feita com base em diagramas de dispersão entre o custo de capital e os diferentes valores presentes líquidos encontrados, no ponto de inflexão de Fischer os dois projetos se equivalem.

2.5 A DEPRECIAÇÃO E O IMPOSTO DE RENDA NA ANÁLISE DE INVESTIMENTOS.

Na análise de investimentos, dois fatores devem ser considerados na tomada de decisão, um deles é a depreciação que é o desgaste que ocorre no equipamento durante o processo de transformação da matéria-prima em produto acabado. Outro fator é o imposto de renda, que traz impactos importantes sobre as análises e as escolhas de investimento.

2.5.1 Depreciação.

Para Filho e Kopittke (2010), a depreciação é definida como a despesa equivalente à perda de valor de um determinado bem, seja por deterioração ou obsolescência.

A depreciação é uma forma contábil de considerar o desgaste de máquinas e equipamentos como parte dos custos de operação. Segundo Souza e Clemente (2001), o valor correspondente à parcela de desgaste do equipamento, embora represente um custo de operação, não se materializa em desembolso, ou seja, saída de caixa. Os valores correspondentes à depreciação seriam acumulados em um fundo denominado Fundo de Depreciação, o qual poderá permitir que, ao se dar baixa de um bem depreciable, o valor monetário correspondente contabilizado nesse fundo seja suficiente para a aquisição de outro bem similar.

De acordo com Ehrlich e Moraes (2005) a legislação permite diversas formas de contabilizar a depreciação, permite-se depreciar anualmente 10% do valor inicial de um equipamento ao longo de dez anos, e ainda segundo os autores a depreciação entra contabilmente como custo, reduzindo os lucros contábeis, sobre os quais incide o imposto de renda.

O método mais comum de depreciação é o linear, no qual se deprecia sempre a mesma fração do valor inicial do equipamento. Um bem se deprecia durante sua vida útil, que é o tempo durante o qual um equipamento pode ser utilizado de modo econômico. A vida útil pode ser limitada devido ao desgaste, que é a perda de qualidade do equipamento devido ao uso, podendo provocar piora na qualidade do produto e aumento nos gastos de manutenção.

Após sua vida útil, um ativo não pode ser depreciado abaixo de seu valor residual esperado. O valor residual estimado é a quantia que se espera obter pela revenda ou outras disposições, quando o ativo for retirado de serviço, de acordo com Motta e Calôba (2009).

2.5.2 Imposto de Renda.

Para Filho e Kopittke (2010), o imposto de renda é uma forma de imposto que incide sobre o lucro das empresas, que é basicamente a diferença entre receitas e despesas, porém para análise de investimentos o que interessa é o fluxo de caixa.

Souza e Clemente (2001) afirmam que o imposto de renda é uma saída de caixa proporcional à renda tributável (lucro antes do IR) e como tal, deve ser considerada nos fluxos de caixa. Segundo Torres (2006), o imposto de renda é baseado no lucro tributável de exercício definido como:

$$\text{Lucro tributável} = \text{Receitas} - \text{Despesas} - \text{Deduções}$$

Entre as deduções permitidas está a depreciação do ativo imobilizado. Ainda segundo Torres (2006), a compra de um equipamento, que irão durar alguns anos, se fosse considerada uma despesa do exercício, introduziria uma distorção no balanço da empresa e diminuiria o montante de imposto a pagar. Daí a exigência fiscal de que ela seja considerada um investimento, que será recuperado ao longo da sua vida útil (depreciação contábil).

De acordo com Ehrlich e Moraes (2005) o que realmente importa em uma análise de investimentos, é o que ganha após os impostos. Para eles a existência de impostos altera substancialmente a perspectiva da rentabilidade e pode influenciar consideravelmente a orientação das atividades econômicas, pois projetos que poderiam apresentar ou não desejabilidade podem alterar completamente os resultados das suas análises ao se incluir os impostos e os incentivos.

2.6 SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTO.

Existem várias razões para uma empresa desejar substituir um equipamento, a deterioração, os altos custos de manutenção e o avanço tecnológico são algumas delas. Segundo Hirschfeld (2000) as principais razões de substituição de equipamento são:

- Custos exagerados da operação e da manutenção devido ao desgaste físico;
- Inadequação para atender a demanda atual;

- Obsolescência em comparação aos equipamentos tecnologicamente melhores e que produzem produtos de melhor qualidade;
- Possibilidade de locação de equipamentos similares com vantagens relacionadas com o Imposto de Renda.

2.6.1 Vida Útil e Vida Econômica.

Para a realização da substituição de um equipamento, dois fatores devem ser analisados: a vida útil e econômica do equipamento.

A vida útil de um equipamento é definida como o período de tempo em que ele continua desempenhando satisfatoriamente as suas funções, depende do projeto do equipamento, da operação adequada, da manutenção entre outros fatores, de acordo com Torres (2006).

O conceito de vida econômica é semelhante ao de vida útil, porém ao invés de se referir à eficiência de sua capacidade de produção, diz respeito aos custos globais em que a empresa incorre para manter em operação determinado equipamento segundo Souza e Clemente (2001).

Para Motta e Calôba (2009) os problemas da determinação da vida econômica de um equipamento ocorrem nas seguintes situações: o bem existente é inadequado para a tarefa; o bem está desgastado causando manutenção excessiva e declínio da eficiência, o bem existente é obsoleto em termos técnicos, isto é, há equipamentos mais modernos.

2.6.2 Substituição de Equipamento.

Os modelos de substituição foram desenvolvidos levando-se em consideração a natureza e as consequências da evolução tecnológica. Para avaliar toda análise de substituição, a empresa deverá ter dados históricos do desempenho dos equipamentos existentes, assim como haverá necessidade de um processo periódico para detectar as necessidades de substituições como um sistema de custos que informe as necessidades de substituição de equipamento.

2.6.2.1 Baixa sem reposição.

Neste caso são analisadas aquelas situações em que o equipamento está perdendo sua razão de existir em virtude da evolução dos produtos e processos. Esse é caso, por exemplo, de uma linha de produção que esta sendo superada tecnologicamente. Segundo Filho e Kopittke (2010) o critério de decisão neste caso será a de que o ativo deverá ser mantido por mais um período se o Valor Presente Líquido de sua manutenção neste período for maior que zero.

2.6.2.2 Substituição idêntica.

É utilizada nos casos em que praticamente não há evolução tecnológica, neste tipo de substituição é considerada a vida econômica do equipamento a qual diz respeito aos custos globais em que a empresa incorre para manter em operação determinado equipamento. Estes custos são classificados em custos de capital que corresponde ao custo total de aquisição e os custos de operação e de manutenção refere-se a decisão de manter o equipamento em funcionamento os quais tendem a encurtar a vida do bem já que são crescentes.

2.6.2.3 Substituição não idêntica.

Ocorre quando há um progresso tecnológico, isto é, os novos equipamentos são mais aperfeiçoados, mas não é possível detectar uma tendência de evolução contínua. Este modelo envolve a determinação da vida econômica do novo ativo que esta sendo cogitado para substituição.

2.6.2.4 Substituição com progresso tecnológico.

Neste tipo é considerado que o progresso tecnológico é constante e que os benefícios econômicos também são constante isto facilita a elaboração de modelos de substituição. Neste modelo é considerado o custo de obsolescência comparando-se os custos de operação de equipamento a ser adquirido com os custos dos equipamentos que serão lançados no mercado.

2.7 CURVA DA BANHEIRA

Segundo Lafraia (2001, p.15), “as fases da vida de um componente ou sistema são descritos pela curva da banheira”.

Na figura 3, pode-se observar que um componente apresenta três períodos de vida, os quais são: mortalidade infantil, período de vida útil e o período de desgaste.

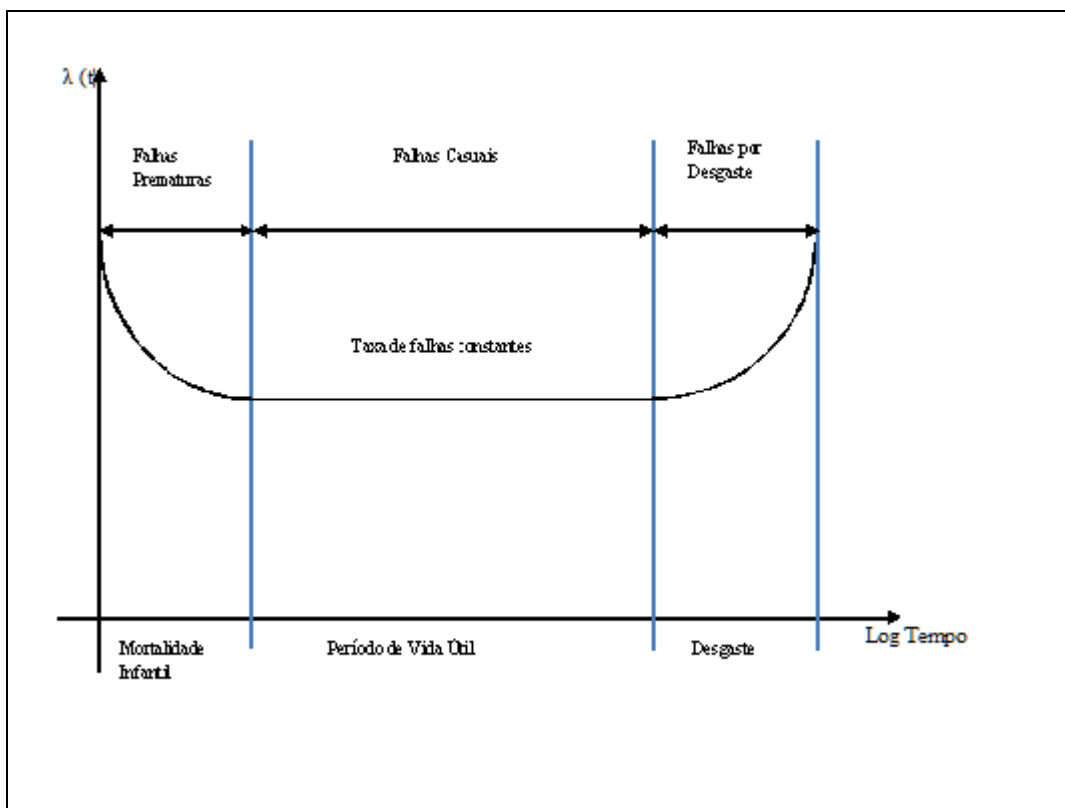


Figura 3 – A Curva da Banheira
Fonte: Lafraia, João Ricardo Baruso (2001)

Segundo Siqueira (2005), as três regiões são bem visíveis na curva da banheira. A parte inicial com probabilidade de falhas decrescentes, a parte central com probabilidade de falhas constantes e aleatórias e a parte final com falhas crescentes resultante do envelhecimento dos componentes.

De acordo com Lafraia (2001), no período de mortalidade infantil ocorrem as falhas prematuras, esta taxa é decrescente. Elas podem ocorrer devido a processos de fabricação

deficientes, controle de qualidade ineficiente, mão de obra desqualificada, pré-teste insuficiente, materiais fora de especificação, erro humano ou instalação imprópria.

O período de vida útil é caracterizado por taxas de falhas constantes ou falhas casuais. Geralmente as falhas são aleatórias, quase impossíveis de evitá-las, por exemplo: cargas aleatórias maiores que as esperadas, resistência menor que a esperada, erros humanos durante o uso, aplicação indevida falhas não detectáveis pela manutenção preventiva.

No período de desgaste, inicia-se o término da vida útil do equipamento, a taxa de falhas cresce continuamente devido ao envelhecimento ou desgaste da máquina, fadiga do equipamento, corrosão, deterioração mecânica, elétrica ou hidráulica, manutenção insuficiente ou deficiente.

Assim, através da curva da banheira, é possível manter a confiabilidade do equipamento quando este estiver em uso, pois é possível verificar se o equipamento está operando sem falhas, cumprindo sua função, sob condições de operação adequadas, por um período de tempo previsto.

Quando o equipamento começa a ficar impossibilitado de exercer a sua função devido ao aumento gradativo das falhas, torna-se necessário uma avaliação mais crítica na verificação de sua vida útil através da análise técnica e econômica do equipamento.

2.8 PROCESSO DE MOLDAGEM POR INJEÇÃO PLÁSTICA

A injeção é o principal processo de fabricação de peças plásticas, inicialmente desenvolvida para transformação de resinas termoendurecíveis, como ureia- formaldeído, o processo teve um grande desenvolvimento com o surgimento dos materiais termoplásticos (poliestireno, polietileno, polipropileno, policarbonato,...) (SANDRETTO, 2010). Nos dias atuais, a moldagem por injeção é um dos principais processos de transformação de materiais de base polimérica como o caso dos mercados de embalagens, automóvel, materiais elétricos e eletrônicos.

O processo por injeção é adequado para a produção em massa, uma vez que a matéria prima pode ser transformada em peça pronta em uma única etapa, pois ao contrário da fundição de metais, na injeção de termoplásticos com a utilização de moldes de boa qualidade não surgem rebarbas, assim o retrabalho de peças injetadas é pouco ou nenhum, (THOMAZI).

O uso desta tecnologia proporciona uma série de vantagens comparativas, entre as quais se destacam: elevada produtividade, alta qualidade, processo totalmente automatizável, pouco ou

nenhum retrabalho das peças e grande flexibilidade em termos de geometria e dimensões das moldagens as quais podem produzir desde micro moldagens inferiores a 1 mg, até peças com mais de 100 Kg. (SANDRETTO, 2010)

A moldagem por injeção de termoplásticos obedece às etapas típicas de transformação destes materiais envolvendo as seguintes etapas: aquecimento do material até adquirir uma viscosidade suficientemente baixa, conformação sobre pressão e resfriamento com consequente recuperação da rigidez.

Conforme o fluxograma representado na figura 4, o funcionamento do equipamento ocorre na seguinte ordem: a unidade de injeção recebe o material no estado sólido, em forma de grânulos ou pó, nesta unidade o plástico é fundido, homogeneizado, transportado, dosado e injetado no molde. A unidade de injeção tem assim duas funções: uma é a plastificação do plástico e outra a sua injeção no molde. Estas injetoras trabalham com um parafuso que serve de embolo de injeção, o parafuso gira em um cilindro aquecível, ao qual o material é alimentado por cima através de um funil.

Na unidade de fechamento as máquinas injetoras são providas de sistemas que promovem a abertura e o fechamento do molde, bem como garantir a força de fechamento necessária para manter o molde fechado durante o processo de injeção do material plástico na cavidade de molde. Esta unidade promove o fechamento do molde com força suficiente para suportar a pressão do material no momento da injeção.

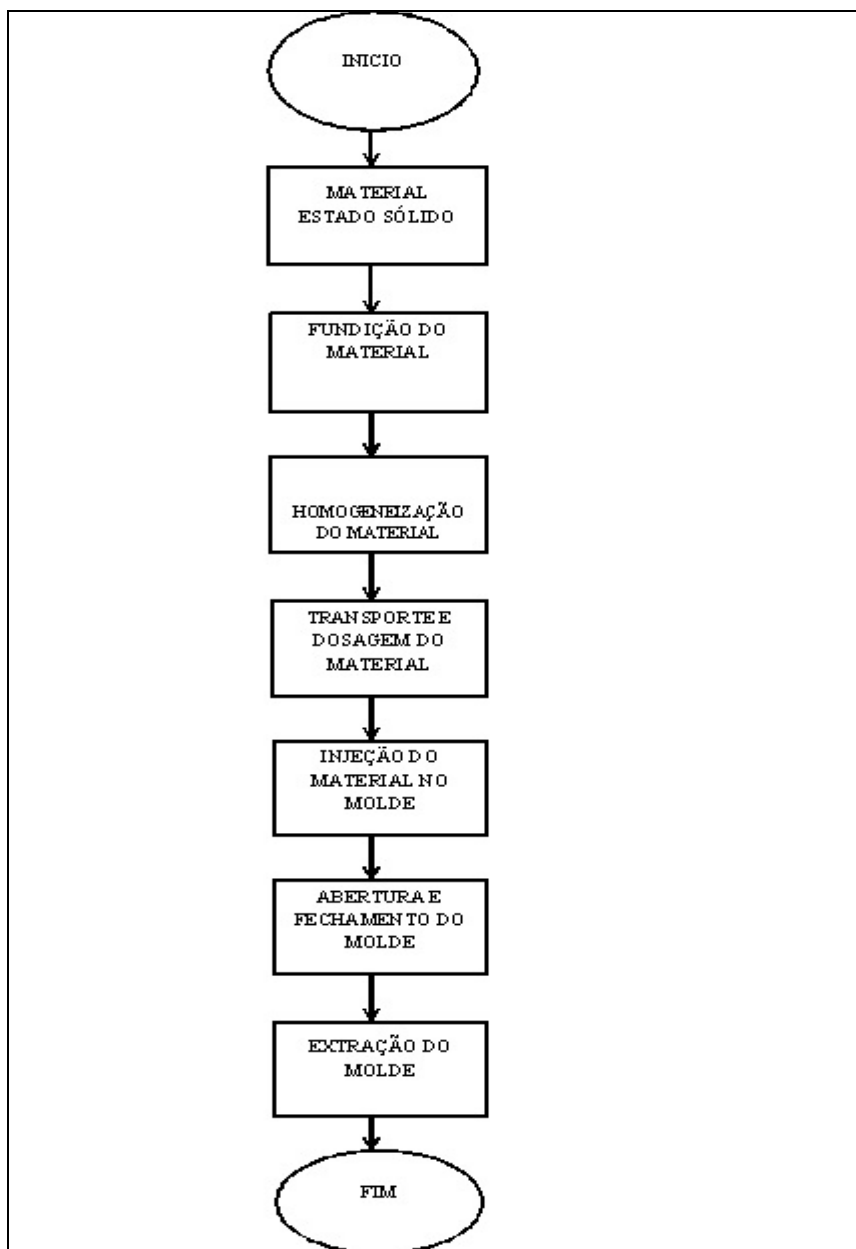


Figura 4 – Representação fluxo de funcionamento do equipamento
Fonte: Autoria própria

3. ANÁLISE TÉCNICA/ECONÔMICA DO EQUIPAMENTO INJETORA DE PLÁSTICO.

O setor de plástico da empresa estudada fabrica caixas plásticas, este componente faz parte do ciclo de produção do produto final fabricado pela empresa. Neste setor estão localizadas as injetoras para plásticos, as quais são destinadas a injetar exclusivamente caixas em polipropileno para atender clientes do mercado interno e externo.

Neste setor os componentes são fabricados a partir de uma unidade de injeção que compreende o dispositivo de alimentação e dosagem, plastificação e injeção e a unidade de fechamento que é responsável pela abertura, fechamento e extração do molde. Após este processo de fabricação, os moldes plásticos são armazenados em local coberto no setor plástico para serem utilizados posteriormente pelos setores que compõem o processo produtivo do produto final, com a parada deste equipamento o fluxo de produção da empresa é interrompido.

3.1 Análise Técnica do Equipamento Injetora de Plástico.

Há uma grande variedade de injetoras de plásticos, sendo os principais tipos de injetoras encontradas nas indústrias a injetora horizontal e a vertical, o estudo será realizado com dados do equipamento injetora de plástico horizontal.

O equipamento injetora para plástico em operação foi fabricado na década de 80, nesta época sua utilização era baixa devida a pouca demanda do mercado, mesmo atingindo sua vida útil, conforme será visto na análise econômica do atual equipamento a seguir, a injetora de plástico continuou sendo utilizado pela empresa devido os gastos com manutenção serem apropriados ao nível de produção. A partir do início da última década, houve um aumento significativo da demanda pelo seu produto, e com uma operação agressiva devido a sua utilização em tempo integral, favoreceu a um desgaste do equipamento onde o aumento das frequências de manutenções preventivas e corretivas ocasionaram um elevado custo para mantê-la em operação.

Nas figuras 5, 6 e 7 o equipamento injetora de plástico com vista lateral e na figura 8 a vista da unidade de fechamento a qual possui semelhança a uma prensa horizontal, a placa de fixação no lado do bico de injeção é fixa e a placa de fixação no lado de fechamento é móvel, de maneira que ela desliza sobre colunas ou barramentos. Sobre estas placas são fixados os moldes de maneira que as peças prontas possam cair depois de extraídas do molde.



Figura 5 - INJETORA BATTENFELD BSKM 3200_500S, Ano 1980
Fonte: Site superbid.net – leilões



Figura 6 - INJETORA BATTENFELD BSKM 3200_500S, Ano 1980
Fonte: Site superbid.net - leilões



Figura 7 - INJETORA BATTENFELD BSKM 3200_500S, Ano 1980
Fonte: Site superbid.net – leilões



Figura 8 - INJETORA BATTENFELD BSKM 3200_500S, Ano 1980
Fonte: Site superbid.net – leilões

3.2 Análise Econômica do Equipamento Injetora de Plástico.

Com o passar do tempo o equipamento se desgasta pelo uso e como consequência os custos de manutenção vão aumentando, ao passo que o seu valor de venda no mercado diminui. Chega-se então a situação em que não é viável economicamente manter o equipamento em operação, mesmo que ele ainda tenha um desempenho adequado é necessário cessar sua operação. Define-se assim, o fim de sua vida econômica, tal problema poderá ser resolvido com a substituição do equipamento.

Através da afirmação, de que a vida econômica, definida como o período de tempo que apresente o menor custo médio anual equivalente, determina a época ótima para a substituição de um equipamento por outro similar, ver-se-á a análise econômica do equipamento injetora de plástico a seguir.

3.2.1 Análise do Equipamento Atual.

O equipamento injetora de plástico atual da empresa apresenta os seguintes dados em relação aos custos de manutenção:

Equipamento.....	Injetora de Plástico
Tempo de operação.....	30 anos
Vida útil (anos)	10 anos
Custo aquisição.....	R\$ 300.000,00
Depreciação contábil linear (% a.a).....	10%
Imposto de Renda	30%
Custo anual de manutenção 1º ano	R\$ 27.000,00
Custo anual de operação/manutenção 2º ano	R\$ 28.350,00
Custo anual de operação/manutenção 3º ano	R\$ 29.767,50*
Custo anual de operação/manutenção 19º ano	R\$ 64.978,72*
Custo anual de operação/manutenção 30º ano	R\$ 111.135,66*

*Custo anual de operação/manutenção demais anos acrescidos 5% a.a

Através da tabela 1, será demonstrado o fluxo de caixa referente aos trinta anos de uso do equipamento. Os valores utilizados não são precisos, pois a empresa utiliza um sistema de rateio dos custos operacionais e manutenção por unidade produtiva e não por equipamento.

Tabela 1 – Representação do Fluxo de Caixa do equipamento atual no período de 0 a 30 anos (continua)

Período	Fluxo de Caixa Antes do IR	Depreciação	Renda Tributável	Imposto de Renda	Fluxo de Caixa após IR
0	-300.000,00				-300.000,00
1	27.000,00	30.000,00	-3.000,00	-900,00	27.900,00
2	28.350,00	30.000,00	-1.650,00	-495,00	28.845,00
3	29.767,50	30.000,00	-232,50	-69,75	29.837,25
4	31.255,88	30.000,00	1.255,88	376,76	30.879,11
5	32.818,67	30.000,00	2.818,67	845,60	31.973,07
6	34.459,60	30.000,00	4.459,60	1.337,88	33.121,72
7	36.182,58	30.000,00	6.182,58	1.854,77	34.327,81
8	37.991,71	30.000,00	7.991,71	2.397,51	35.594,20
9	39.891,30	30.000,00	9.891,30	2.967,39	36.923,91
10	41.885,86	30.000,00	11.885,86	3.565,76	38.320,10
11	43.980,15		43.980,15	13.194,05	30.786,11
12	46.179,16		46.179,16	13.853,75	32.325,41
13	48.488,12		48.488,12	14.546,44	33.941,68
14	50.912,53		50.912,53	15.273,76	35.638,77
15	53.458,15		53.458,15	16.037,45	37.420,71
16	56.131,06		56.131,06	16.839,32	39.291,74
17	58.937,61		58.937,61	17.681,28	41.256,33
18	61.884,49		61.884,49	18.565,35	43.319,15
19	64.978,72		64.978,72	19.493,62	45.485,10
20	68.227,66		68.227,66	20.468,30	47.759,36

Tabela 1 – Representação do Fluxo de Caixa do equipamento atual no período 0 a 30 anos (conclusão)

Período	Fluxo de Caixa Antes do IR	Depreciação	Renda Tributável	Imposto de Renda	Fluxo de Caixa após IR
21	71.639,04		71.639,04	21.491,71	50.147,33
22	75.220,99		75.220,99	22.566,30	52.654,69
23	78.982,04		78.982,04	23.694,61	55.287,43
24	82.931,14		82.931,14	24.879,34	58.051,80
25	87.077,70		87.077,70	26.123,31	60.954,39
26	91.431,58		91.431,58	27.429,48	64.002,11
27	96.003,16		96.003,16	28.800,95	67.202,21
28	100.803,32		100.803,32	30.241,00	70.562,32
29	105.843,49		105.843,49	31.753,05	74.090,44
30	111.135,66		111.135,66	33.340,70	77.794,96

Fonte: Tabela de Cálculo extraída de Souza e Clemente (2001 p.105).

➤ Cálculo da Depreciação Linear do equipamento

A depreciação linear supõe que a depreciação por período é um porcentagem constante do valor inicial do ativo, e, portanto é a mesma em todos os períodos. O valor contábil do equipamento declina linearmente com o tempo de uso.

A depreciação linear por período foi calculada através da fórmula:

$$DLin = (VC_0 - VC_n) / n \quad (1)$$

Onde:

VC_0 = valor de aquisição do equipamento

VC_n = valor residual após os n períodos

n = número de períodos

Tabela 2 – Representação do Cálculo de Depreciação Linear

Ano	Depreciação	Valor contábil
0	-	300.000,00
1	30.000,00	270.000,00
2	30.000,00	240.000,00
3	30.000,00	210.000,00
4	30.000,00	180.000,00
5	30.000,00	150.000,00
6	30.000,00	120.000,00
7	30.000,00	90.000,00
8	30.000,00	60.000,00
9	30.000,00	30.000,00
10	30.000,00	0,00

Fonte: Elaboração Própria da Tabela de Cálculo.

➤ Cálculo do custo anual uniforme equivalente – CAUE

Tabela 3 – Representação do Cálculo de Custo Anual Uniforme Equivalente – CAUE do equipamento atual (continua)

Ano	Valor do Bem	Custo Operação/Manutenção	Custo Anual Uniforme Equivalente - CAUE
0	300.000,00	-	-
1	240.000,00	27.000,00	116.999,98
2	216.000,00	28.350,00	97.642,81
3	194.400,00	29.767,50	90.188,10
4	174.960,00	31.255,88	85.867,48
5	157.464,00	32.818,67	82.909,61
6	141.717,60	34.459,60	80.711,82
7	127.545,84	36.182,58	79.005,69

Tabela 3 – Representação do Cálculo de Custo Anual Uniforme Equivalente – CAUE equipamento atual (conclusão)

Ano	Valor do Bem	Custo Anual Uniforme Equivalente - CAUE	
		Operação/Manutenção	Uniforme
8	114.791,26	37.991,71	77.650,05
9	103.312,13	39.891,30	76.560,33
10	92.980,92	41.885,86	75.680,78
11	83.682,83	43.980,15	74.973,72
12	75.314,54	46.179,16	74.409,76
13	67.783,09	48.488,12	73.967,36
14	61.004,78	50.912,53	73.627,47
15	54.904,30	53.458,15	73.376,91
16	49.413,87	56.131,06	73.202,74
17	44.472,48	58.937,61	73.094,36
18	40.025,24	61.884,49	73.043,53
19	36.022,71	64.978,72	73.042,57
20	32.420,44	68.227,66	73.084,45
21	29.178,40	71.639,04	73.162,71
22	26.260,56	75.220,99	73.273,47
23	23.634,50	78.982,04	73.411,42
24	21.271,05	82.931,14	73.573,23
25	19.143,95	87.077,70	73.753,60
26	17.229,55	91.431,58	73.950,60
27	15.506,60	96.003,16	74.161,43
28	13.955,94	100.803,32	74.382,80
29	12.560,34	105.843,49	74.613,20
30	11.304,31	111.135,66	74.850,38

Fonte: Tabela de Cálculo extraída de Souza e Clemente (2001 p.152) com adaptação.

De acordo com as tabelas 2 e 3, o equipamento atingiu sua vida econômica com dezenove anos de utilização, e sua vida útil de acordo com a depreciação linear, ocorreu aos dez anos de uso. O cálculo demonstra que mesmo atingindo sua vida útil e econômica, a empresa optou por continuar utilizando o equipamento por mais alguns anos, pois seus gastos com manutenção eram viáveis para o volume de produção.

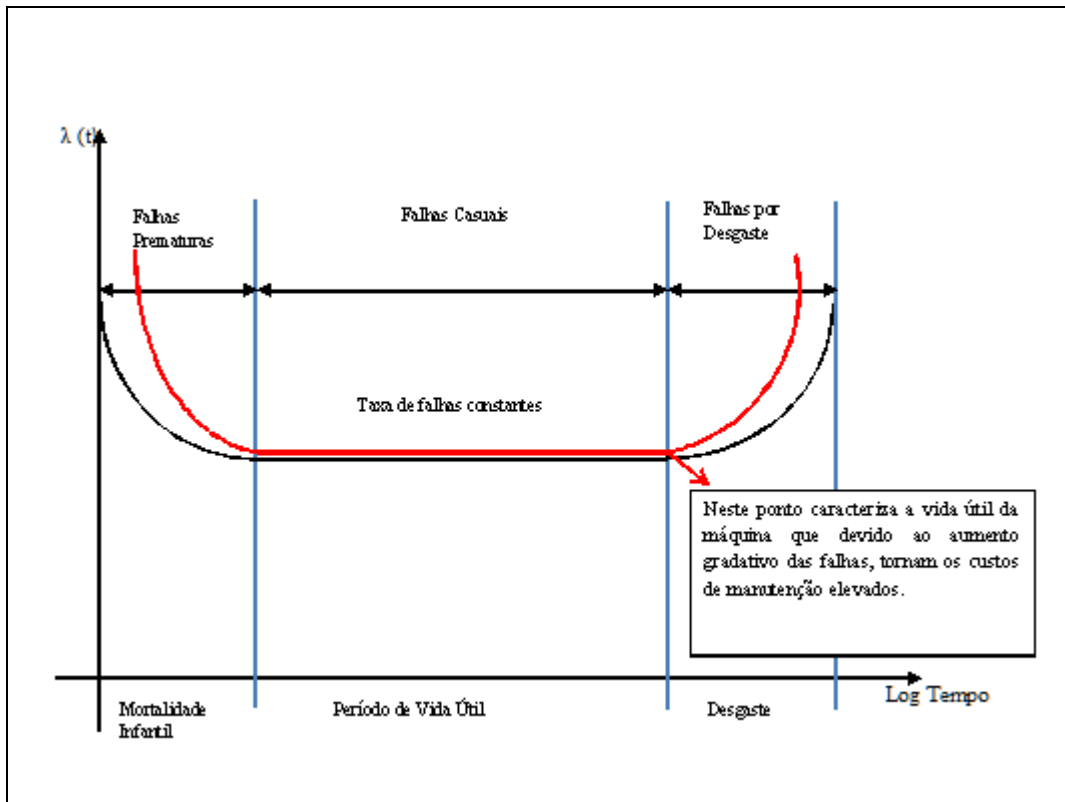


Figura 9 – A Curva da Banheira do Equipamento Atual
Fonte: Lafraia, João Ricardo Baruso (2001)

Porém a empresa ampliou seu volume de produção nos últimos anos para continuar atendendo os requisitos das montadoras e a crescente demanda de peças de reposição constatou-se então que, o bem já havia atingido seu limite de vida econômica, que estava desgastado e que sua capacidade física estava prejudicada causando manutenção excessiva.

A figura 9 demonstra através da curva da banheira que, o bem existente está inadequado para a realização das tarefas, pois a partir do ponto de inflexão que caracteriza o aumento gradativo das falhas devido ao alto desgaste da máquina, gera custos elevados de manutenção, assim, permite que a empresa, do ponto de vista econômico, opte por realizar uma análise de substituição por um equipamento similar, contudo mais eficiente.

Os principais pontos analisados para a futura substituição do equipamento foi à possibilidade de utilizar outros moldes de injeção aumentando assim a variedade de produto, a flexibilidade na programação da produção, melhor controle dos parâmetros de processo e o aumento da produtividade.

3.2.2 Análise do Novo Equipamento.

As decisões de investimento consistem em uma análise da viabilidade de investimento, é necessário considerar se os benefícios gerados com o investimento compensam os gastos realizados, para isso, é preciso construir estimativas futuras de fluxos de caixa.

O novo equipamento que será analisado possui maior capacidade de produção, tecnologia avançada e está demonstrado da figura 9.



Figura 10 – Equipamento Injetora de Plástico ROMI Prática 450
Fonte: Site do fabricante do equipamento – Indústria Romi

Para a decisão de investimento em questão, serão utilizados quatro métodos básicos da análise de investimento, que são:

- Método do Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE)
- Método do Valor Presente Líquido (VPL)
- Método da Taxa Interna de Retorno (TIR)

- Método do Período de Recuperação do Investimento (*Pay-back*)

A seleção de uma alternativa de investimento, não pode ser expressa sob forma de aumento de receitas ou redução de custos, é decidida frequentemente com base no menor custo anual. A seguir serão apresentados os métodos de análise de investimento para um novo equipamento injetora de plástico.

3.2.2.1 Cálculo do custo anual uniforme equivalente – CAUE.

O novo equipamento injetora de plástico apresenta os seguintes dados em relação aos custos de manutenção:

Equipamento.....	Injetora de Plástico
Vida útil (anos)	10 anos
Custo aquisição.....	R\$ 450.000,00
Taxa Mínima de Atratividade – TMA.....	12% a.a
Depreciação contábil linear (% a.a).....	10%
Saldos Anuais	300.000,00
Período proposto para recuperação de capital	5 anos
Custo anual de manutenção 1º ano	R\$ 47.000,00
Custo anual de manutenção 2º ano	R\$ 49.350,00*

*Custo anual de manutenção demais anos acrescido 5% a.a

A determinação da vida econômica consiste em achar os custos ou resultados anuais uniformes equivalentes (CAUE ou VAUE) do ativo para todas as vidas úteis possíveis. O ano para o qual o CAUE é mínimo é o ano da vida econômica do ativo.

A seguir será apresentado o cálculo do CAUE para os cinco primeiros anos, os demais anos serão demonstrados em tabela.

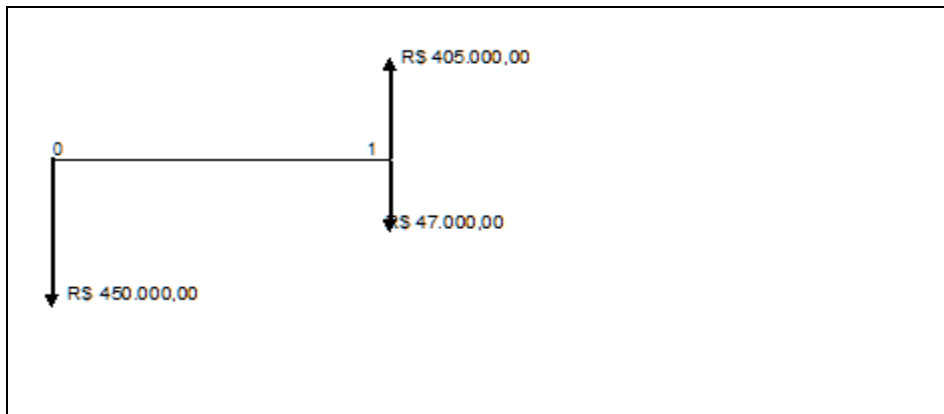
Ano 1

Figura 11 – Representação do diagrama de fluxo de caixa para ano 1 - CAUE

Fonte: Autoria própria

$$CAUE_1 = [450.000 + ((47.000 - 405.000) \times (P/F; 12\%; 1))] \times (A/P; 12\%; 1)$$

$$CAUE_1 = 156.410,16$$

(2)

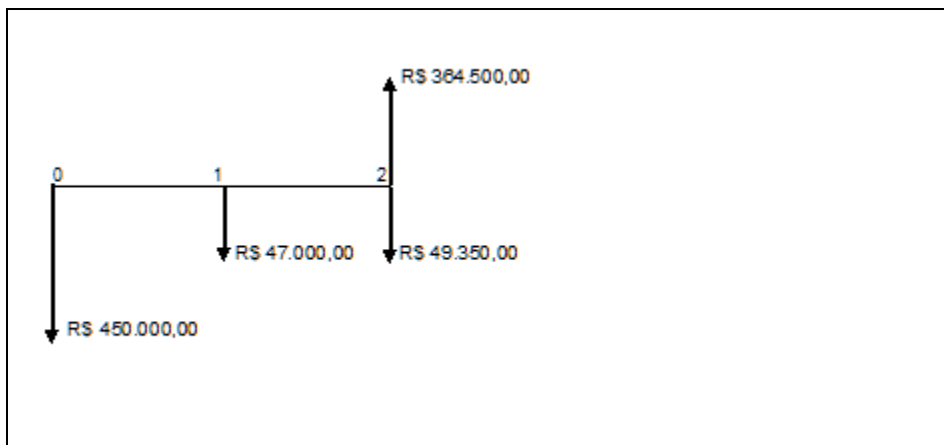
Ano 2

Figura 12 – Representação do diagrama de fluxo de caixa para ano 2 - CAUE

Fonte: Autoria própria

$$CAUE_2 = [450.000 + ((47.000 \times (P/F; 12\%; 1) + (49.350 - 364.500) \times (P/F; 12\%; 2))] \times (A/P; 12\%; 2)$$

$$CAUE_2 = 142.439,18$$

(3)

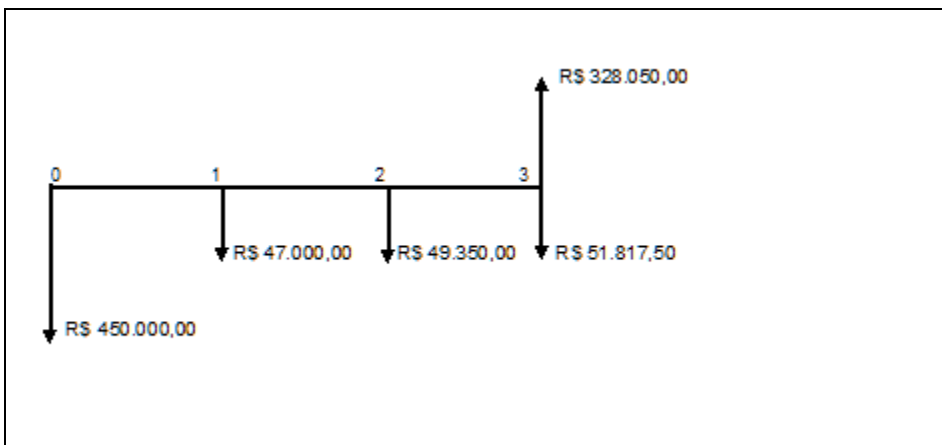
Ano 3

Figura 13 – Representação do diagrama de fluxo de caixa para ano 3 - CAUE
 Fonte: Autoria própria

$$CAUE_3 = [450.000 + ((47.000 \times (P/F; 12\%; 1) + 49.350 \times (P/F; 12\%; 2) + (51.817,50 - 328.050) \times (P/F; 12\%; 3))] \times (A/P; 12\%; 3)$$

$$CAUE_3 = 139.329,71 \quad (4)$$

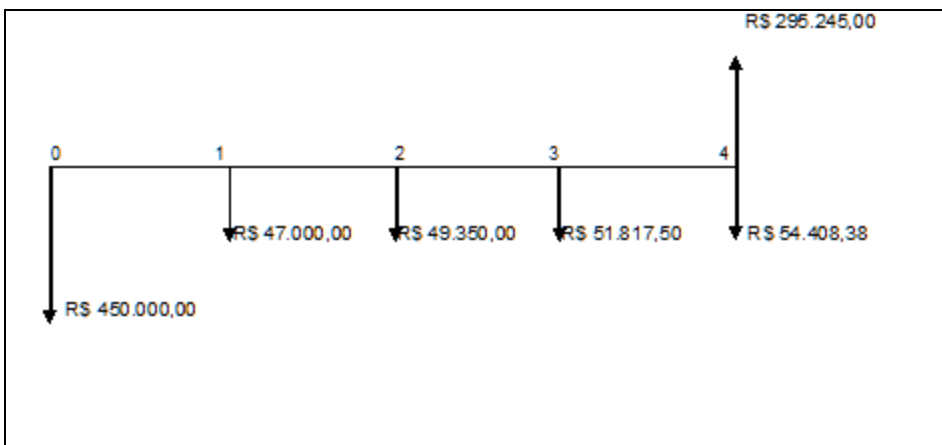
Ano 4

Figura 14 – Representação do diagrama de fluxo de caixa para ano 4 - CAUE
 Fonte: Autoria própria

$$CAUE_4 = [450.000 + ((47.000 \times (P/F; 12\%; 1) + 49.350 \times (P/F; 12\%; 2) + 51.817,50 \times (P/F; 12\%; 3) + (54.408,38 - 295.245) \times (P/F; 12\%; 4))] \times (A/P; 12\%; 4)$$

$$CAUE_4 = 136.664,13 \quad (5)$$

Ano 5

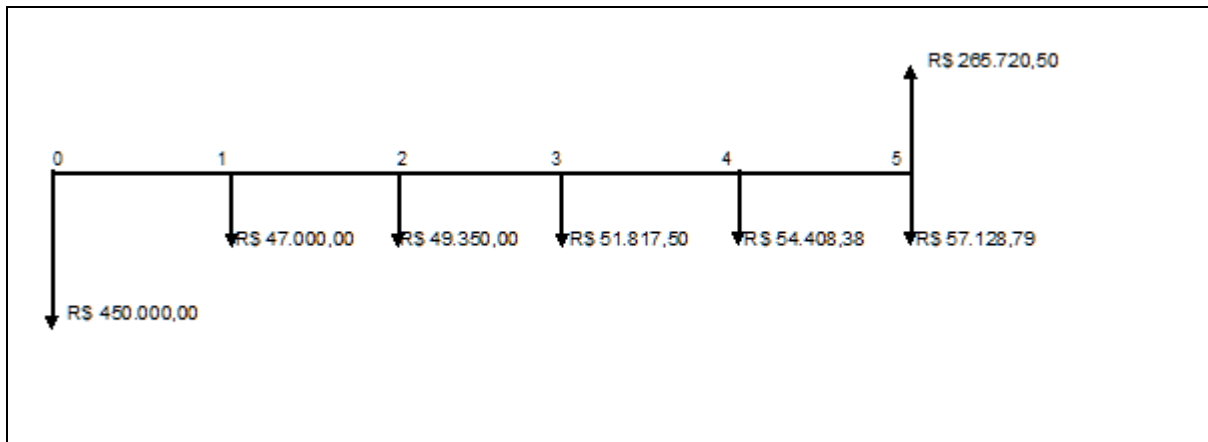


Figura 15 – Representação do diagrama de fluxo de caixa para ano 5 - CAUE

Fonte: Autoria própria

$$CAUE_5 = [450.000 + ((47.000 \times (P/F; 12\%; 1) + 49.350 \times (P/F; 12\%; 2) + 51.817,50 \times (P/F; 12\%; 3) + 54.408,38 \times (P/F; 12\%; 4) + (57.128,79 - 265.720,50) \times (P/F; 12\%; 5))] \times (A/P; 12\%; 5)$$

$$CAUE_5 = 134.376,28 \quad (6)$$

Ano 20

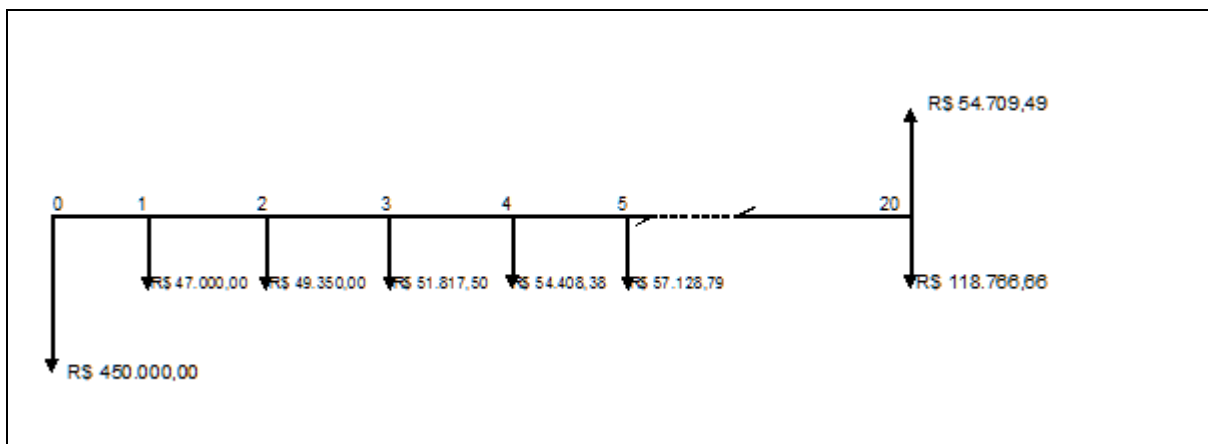


Figura 16 – Representação do diagrama de fluxo de caixa para ano 20 - CAUE

Fonte: Autoria própria

$$CAUE_{20} = [450.000 + ((47.000 \times (P/F; 12\%; 1) + 49.350 \times (P/F; 12\%; 2) + 51.817,50 \times (P/F; 12\%; 3) + 54.408,38 \times (P/F; 12\%; 4) + 57.128,79 \times (P/F; 12\%; 5) + \dots + (118.766,66 - 54.709,49) \times (P/F; 12\%; 20))] \times (A/P; 12\%; 20)$$

$$CAUE_{20} = 123.832,04 \quad (7)$$

Tabela 4 – Representação do Cálculo de Custo Anual Uniforme Equivalente – CAUE – Equipamento novo (Continua)

Ano	Valor do Bem	Custo Manutenção	Custo Anual
			Uniforme Equivalente - CAUE
0	450.000,00	-	-
1	405.000,00	47.000,00	156.410,16
2	364.500,00	49.350,00	142.439,18
3	328.050,00	51.817,50	139.329,71
4	295.245,00	54.408,38	136.664,13
5	265.720,50	57.128,79	134.376,28
6	239.148,45	59.985,23	132.402,73
7	215.233,61	62.984,50	130.739,04
8	193.710,24	66.133,72	129.341,58
9	174.339,22	69.440,41	128.188,69
10	156.905,30	72.912,43	127.221,50
11	141.214,77	76.558,05	126.417,92
12	127.093,29	80.385,95	125.780,59
13	114.383,96	84.405,25	125.348,38
14	102.945,57	88.625,51	124.998,07
15	92.651,01	93.056,79	124.704,71
16	83.385,91	97.709,62	124.578,85
17	75.047,32	102.595,11	124.533,85
18	67.542,59	107.724,86	124.456,47

Tabela 4 – Representação do Cálculo de Custo Anual Uniforme Equivalente – CAUE – Equipamento novo (Conclusão)

Ano	Valor do Bem	Custo Manutenção	Custo Anual Uniforme Equivalente - CAUE
19	60.788,33	113.111,10	124.578,53
20	54.709,49	118.766,66	123.832,04
21	49.238,55	124.704,99	124.761,04
22	44.314,69	130.940,24	124.972,11

Fonte: Tabela de Cálculo extraída de Souza e Clemente (2001 p.152) com adaptação.

Através do cálculo de Custo Anual Uniforme Equivalente – CAUE percebe-se que a vida econômica do equipamento será atingida aos vinte anos, a partir do vigésimo primeiro ano não valerá a pena manter o equipamento em uso, pois seus custos com manutenção não serão viáveis para a empresa.

3.2.2.2 Método da Taxa Interna de Retorno – TIR.

O método da Taxa Interna de Retorno requer o cálculo da taxa que zera o Valor Presente dos fluxos de caixa, os investimentos com TIR maior que TMA são considerados rentáveis e são passíveis de análise. Considerando que a Taxa Mínima de Atratividade da empresa é de 12% ao ano, e que a empresa optou por um equipamento totalmente automatizado exigindo um investimento de R\$ 450.000,00, o qual propiciará saldos anuais de R\$ 300.000,00 durante cinco anos, segue cálculo da TIR.

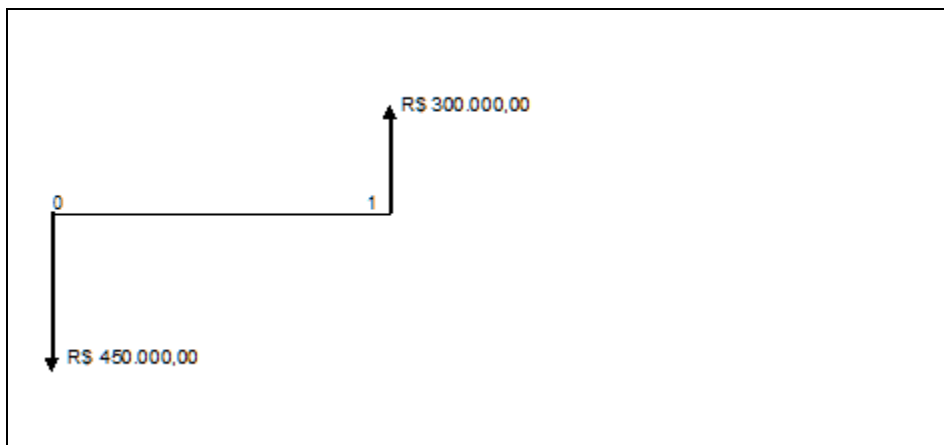
Ano 1

Figura 17 – Representação do diagrama de fluxo de caixa para ano 1 - TIR
 Fonte: Autoria própria

$$TIR = -450.000,00 + 300.000,00 (P/A; i; 1)$$

$$TIR = -33,33 \%$$

(8)

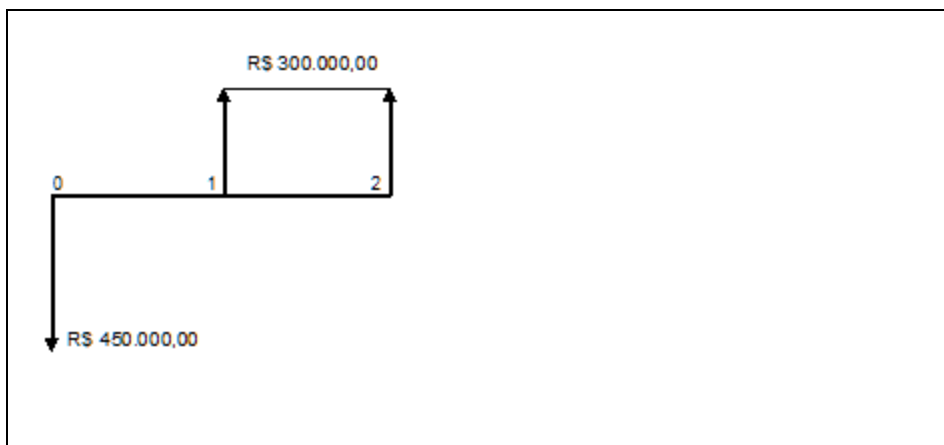
Ano 2

Figura 18 – Representação do diagrama de fluxo de caixa para ano 2 - TIR
 Fonte: Autoria própria

$$TIR = -450.000,00 + 300.000,00 (P/A; i; 2)$$

$$TIR = 21,53 \%$$

(9)

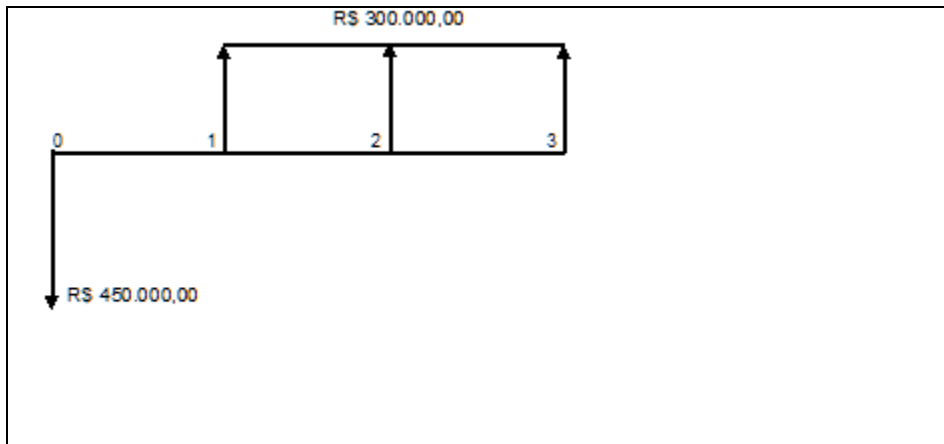
Ano 3

Figura 19 – Representação do diagrama de fluxo de caixa para ano 3 - TIR
 Fonte: Autoria própria

$$TIR = -450.000,00 + 300.000,00 (P/A; i; 3)$$

$$TIR = 44,63 \%$$

(10)

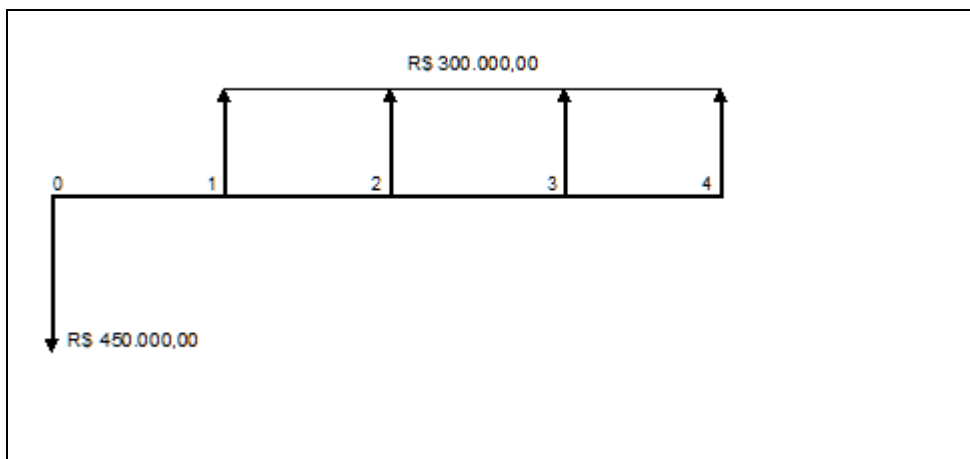
Ano 4

Figura 20 – Representação do diagrama de fluxo de caixa para ano 4 - TIR
 Fonte: Autoria própria

$$TIR = -450.000,00 + 300.000,00 (P/A; i; 4)$$

$$TIR = 55,17 \%$$

(11)

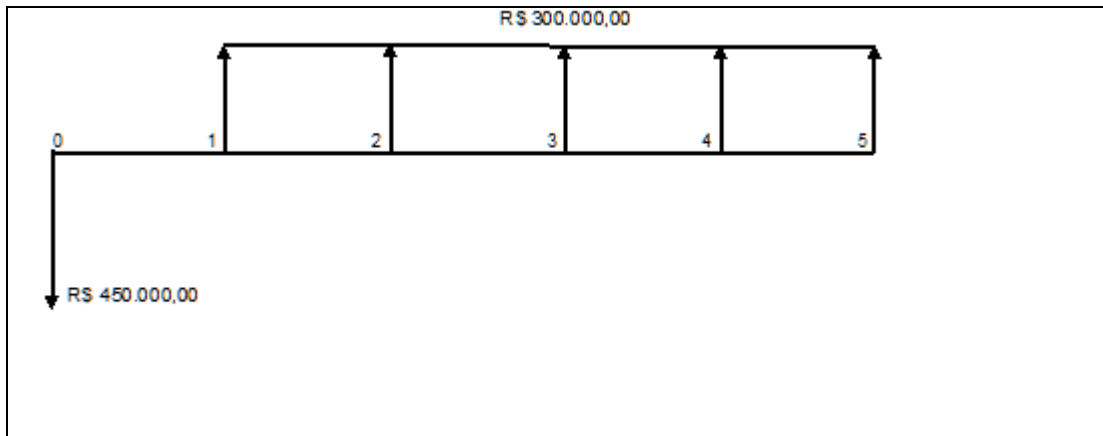
Ano 5

Figura 21 – Representação do diagrama de fluxo de caixa para ano 5 - TIR
 Fonte: Autoria própria

$$TIR = -450.000,00 + 300.000,00 (P/A; i; 5)$$

$$TIR = 60,38 \% \quad (12)$$

A partir do ano dois, a TIR é maior que a TMA e, portanto o projeto deve continuar sendo analisado, pois, apresenta a regra primária de referencia para uso da TIR como medida de retorno, de que: $TIR > TMA$ – indica que há mais ganho investindo-se no projeto do que na TMA.

3.2.2.3 Método do Valor Presente Líquido – VPL.

Pelo método do Valor Presente Líquido tem-se:

$$VPL = -450.000,00 + 300.000,00 (P/A; 12\%; 5)$$

$$VPL = 631.432,86 \quad (13)$$

Calculado o VPL, o valor obtido de R\$ 631.432,86 representa o excesso de caixa ao final do quinto ano, isto significa que o projeto consegue recuperar o investimento inicial de R\$ 450.000,00, remunera também aquilo que teria sido ganho se o capital para esse investimento (R\$ 450.000,00) tivesse sido aplicado na TMA (12% a.a).

3.2.2.4 Método do Período de Recuperação do Investimento - *Pay-back*.

Através do *Pay-back*, poderemos analisar o número de períodos necessários para que o fluxo de benefícios supere o capital investido. A tabela a seguir ilustra a recuperação do capital para o projeto em análise.

Tabela 5 – Recuperação do capital investido – *Pay-Back* do novo equipamento

Período	Fluxo de Caixa	Valor recuperado em cada período
0	0	
1	300.000,00	267.857,14
2	300.000,00	507.015,31
3	300.000,00	720.549,38
4	300.000,00	911.204,80
5	300.000,00	1.081.432,86

Fonte: Tabela de Cálculo extraída de Souza e Clemente (2001 p.81)

Verifica-se que o investimento inicial de R\$ 450.000,00 seria recuperado entre um e dois anos. O procedimento para o cálculo do capital recuperado é bastante simples, conforme demonstrado a seguir.

$$\frac{x}{450.000,00 - 267.857,14} = \frac{2-1}{507.015,31 - 267.857,14}$$

Da expressão acima resulta “x” igual a 0,76. Assim, o Período de Recuperação – *Pay-Back* para o projeto em análise é 1,76, ou seja, um ano e setenta e seis dias.

Assim mais um indicador demonstra que o projeto em análise é de baixo risco, pois considerando a regra primária de referencia do *Pay-Back* de que o risco do projeto aumenta à medida que o *Pay-back* se aproxima do final do horizonte de planejamento, neste caso o tempo

que o projeto levará para recuperar o capital investido será antes de dois anos considerando o prazo de cinco anos do projeto.

3.3 Quadro Comparativo entre Equipamento Antigo e Equipamento Novo.

No quadro a seguir, é possível realizar uma comparação entre os equipamentos antigo e novo, em relação ao custo de manutenção, volume de produção, qualidade e variedade de produtos e satisfação do cliente.

	Equipamento Antigo	Equipamento Novo
Vida Útil	Atingida	10 anos
Vida Econômica	Atingida	20 anos
Custo Manutenção (R\$)	111.135,66	47.000,00
Volume de produção	Baixo	Alto
Nível Segurança Operacional	Baixo	Alto
Nível Qualidade Produtos	Médio	Alto
Variedade nas dimensões do produto	Não	Sim
Satisfação dos clientes	Baixa	Alta

Quadro 1 – Comparativo entre equipamentos antigo e novo
Elaboração própria

Pode-se observar que o antigo equipamento não está mais atendendo as necessidades da empresa e de seus clientes, assim, a comparação entre eles, demonstra a necessidade de substituição pelo novo equipamento.

4. Conclusão.

Para garantir seu espaço no mercado, é necessário que as empresas invistam em tecnologia, como, novas máquinas e equipamentos a fim de atender seus clientes com produtos de qualidade. Porém é necessário realizar avaliações sobre o impacto econômico e financeiro que uma nova aquisição pode propiciar à empresa.

No estudo de caso apresentado, a empresa constatou que o equipamento atual já havia atingido sua vida útil e econômica, e os gastos com manutenção eram elevados, de acordo com as tabelas 2 e 3. Verificou-se que através de uma análise de viabilidade econômica utilizando alguns critérios de cálculo, seria possível averiguar a melhor opção de investimento na substituição do equipamento injetora de plástico. Constatou-se que, com a determinação da vida econômica do equipamento seria possível realizar um planejamento para investimento que propiciasse maiores vantagens para a empresa.

Para verificar a viabilidade em adquirir um novo equipamento, a empresa utilizou alguns métodos de análise econômica. Através do Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE), a vida econômica do novo equipamento ficou estimada para vinte anos de uso, até este período os custos com manutenção serão viáveis para manter o equipamento em operação, conforme visto na tabela 4. Outro método utilizado foi a Taxa Interna de Retorno (TIR), a qual é um indicador da rentabilidade do projeto, para este ser viável, é necessário que esta taxa seja maior que a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), como pode ser verificado através do cálculo, a partir do segundo ano, a empresa já começa a ter retorno do capital investido.

Porém, somente a TIR não é suficiente para analisar a viabilidade de um projeto, pois a rentabilidade pode não ser aquilo que a empresa gostaria de obter como ganho mínimo no projeto analisado, para isso, foi utilizado outro método, o Valor Presente Líquido (VPL) que representa o superávit ou déficit de caixa no final do período analisado. Através deste cálculo constatou-se que a empresa teria um excesso de caixa ao final do quinto ano - período de cinco anos que a empresa estima retorno - no valor de R\$ 631.432,86, isto significa que a empresa consegue recuperar o investimento inicial de R\$ 450.000,00 e ainda tem um ganho de capital sobre a TMA.

E o ultimo método utilizado foi o *Pay-Back*, o qual analisa o numero de períodos necessários para a recuperação do investimento, e através da tabela 5 pode ser verificado que a empresa recuperaria seu capital em menos de dois anos.

Assim, com base nos dados analisados a empresa possui informações embasadas em indicadores financeiros que permitem uma análise da viabilidade em adquirir um novo equipamento, sem que seja tomada uma decisão errônea, a qual pode trazer sérias consequências, como prejuízos elevados, o que neste caso não ocorrerá, pois os dados revelam que o projeto em análise é de baixo risco, ou seja, a empresa pode investir na compra do novo equipamento, pois a rentabilidade do projeto é alta e a recuperação de capital ocorrerá num curto período de tempo, antes de dois anos.

REFERÊNCIAS

BRUNI, Adriano Leal; FAMÁ, Rubens. **As Decisões de Investimentos**. Vol.2. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2003

EDUARDO THOMASI. Disponível em: http://www.thomazi.net/arquivos_files/apostila-moldes.pdf. acesso em 31 jul.2012

EHRLICH, Pierre Jacques; MORAES, Edmilson Alves de. **Engenharia Econômica: Avaliação e Seleção de Projetos de Investimento**. 6.ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2005.

FILHO, Nelson Casarotto; KOPITTKE, Bruno Hartmut. **Análise de Investimentos: Matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 11.ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2010

HIRSCHFELD, Henrique. **Engenharia Econômica e Análise de Custos**. 7.ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2000

INDÚSTRIAS ROMI S.A. Disponível em: <http://www.romi.com.br>, acesso em: 31 jul.2012.

LAFRAIA, João Ricardo Baruso. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2001

MOTTA, Regis da Rocha; CALÔBA, Guilherme Marques. **Análise de investimentos: Tomada de Decisão em Projetos Industriais**. 1.ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2009

OLIVEIRA, José Alberto Nascimento de. **Engenharia Econômica: uma abordagem as decisões de investimento**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1982.

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Aquino Nascif. **Manutenção: função estratégica**. 2.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001

SANDRETTO DO BRASIL. Disponível em:
<http://www.sandretto.com.br/site/estudos/ManutencaoBasicaCaracteristicasdasMaquinasInjetora.pdf>.
acesso em 31 de julho 2012

SIQUEIRA, Iony Patriota de. **Manutenção Centrada na Confiabilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

SOUZA, Alceu; CLEMENTE Ademir. **Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: Fundamentos, técnicas e aplicações**. 4.ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2001

SUPERBID BRASIL. Disponível em:
http://www.superbid.net/home/auction/offerDetail.htm?auction_id=14248&offer_id=539646#bar_ranavegacaoleilao. acesso em 16 ago. 2012

TORRES, Oswaldo Fadigas Fontes. **Fundamentos da Engenharia Econômica e da Análise Econômica de Projetos**. São Paulo: Thomson Learning, 2006