

Análise de retorno financeiro aplicado a dois robôs autônomos manipuladores que atuam na descarga de peças no processo de injeção de termoplásticos.

Diego Alves de Miranda (UNIVILLE) diegoalves_klx@hotmail.com

Renato Cristofolini (UNIVILLE) renato.cristofolini2011@gmail.com

Resumo:

A cada dia que passa as empresas buscam saber se a aquisição de novos equipamentos irá render de alguma forma sendo ela produtiva ou financeira. Isso também é válido para incentivar a competitividade para manter-se ativo no mercado, pois se por ventura ao adquirir alguma máquina ou equipamento que não renderá lucro, pode ocasionar num prejuízo muito grande ou até mesmo a falência de certas empresas. Com este trabalho analisou-se a possibilidade de verificar se a aquisição de dois robôs autônomos manipuladores que atuam na descarga de peças no processo de injeção de termoplásticos será financeiramente viável, e em quanto tempo o dinheiro gasto nesta compra retornará para os caixas da empresa. O objetivo deste estudo é de avaliar para a empresa BOAZ plásticos qual a produtividade da solução proposta para o problema o tempo de retorno que se pode esperar na aquisição do equipamento. A metodologia utilizada na área de processos são moldes de injeção de termoplásticos, ciclo de injeção, materiais usados nos produtos, sistemas flexíveis de manufatura. E para a coleta de dados nos cálculos financeiros serão vistos a utilização de *payback*, valor presente líquido, depreciação e valor residual. Sendo que os valores utilizados de horas são estimativos. Os resultados foram alcançados, pois o investimento se tornou viável e o aumento da produção ocorreu de forma considerável.

Palavras chave: Moldes de Injeção de Termoplásticos, Sistemas Flexíveis de Manufatura, Análise de *payback*.

Payback analysis applied to two autonomous robots manipulators working in discharge parts in thermoplastic injection process.

Abstract

With each passing day companies seek whether the acquisition of new equipment will pay off in some way and it productive or financial. This is also valid for encouraging competitiveness to remain active in the market because if perchance to get some machinery or equipment that will not yield profit, may result in very large losses or even bankruptcy of certain companies. This study analyzed the possibility to verify that the acquisition of two autonomous robots manipulators working in discharge parts in thermoplastic injection process will be financially viable, and how long the money spent in this purchase will be returned to the company boxes. The objective of this study is to evaluate for the plastic BOAZ Company which productivity solution proposed for the problem the turnaround time can be expected in the acquisition of equipment. The methodology used in the area of processes is thermoplastic injection molds, injection cycle, materials used in products, flexible manufacturing systems. And for the collection of data in the financial calculations will be seen the use of *payback*, net present value, depreciation and residual value. And the amounts used of hours are estimates. The results were achieved because of the investment was possible and there was increased production considerably.

Key-words: Thermoplastic Injection molds, Flexible Manufacturing Systems, *payback* analysis.

1. Introdução

Para continuar vendendo seus produtos em grande escala, as empresas investem em ideias que possam diminuir custos e aumentar o seu lucro de forma que possam competir de igual com outras demais empresas ou até melhor. Isso gera sempre uma competitividade entre empresas da mesma área.

Este estudo buscou-se saber se a compra de dois robôs autônomos manipuladores irão realmente aumentar o número de peças produzidas na empresa, rendendo assim maiores receitas, e com perspectiva da análise financeira do robô, buscando saber em quanto tempo o capital investido retornará para a empresa. Pode-se ainda calcular quais as receitas operacionais diárias destes equipamentos, mesmo conhecendo o mercado de vendas e a área dos produtos vendidos, esses valores estarão muito próximos, a não ser que haja futuramente uma grande crise ou queda brusca de vendas para a concorrência. Este trabalho tem por objetivo principal analisar a viabilidade produtiva e econômica na implantação de um sistema automatizado (robótica) para retirada de peças injetadas nas injetoras HAITIAN PL 1600/510, estimando o volume de produção de peças e calculando se o sistema automatizado tem um retorno financeiro (*payback*) menor ou igual a dois anos.

2 Processo de Injeção de Termoplásticos

O molde é o principal componente de um processo de injeção, e suas características influenciam de forma significativa o processo como um todo. Contudo, para o bom desempenho deste processo, devem ser estabelecidas as condições operacionais que melhor se adéquem as demandas e características do produto injetado, assim como deve ser feita uma avaliação de todos os benefícios futuros que serão obtidos com a construção do molde (CORAZZA, 2012).

2.1 Moldes de Injeção

De acordo com Lesko (2004), a moldagem por injeção de termoplásticos é um processo de custo muito elevado com moldes fabricados de aço-ferramenta. O molde deverá possuir cavidades matrizes que dão forma ao produto injetado. Para isso, a mesma massa polimérica amolecida/fundida, deve ser adequadamente resfriada para que haja solidificação da peça plástica. Para isso, o molde deve contar com um sistema de refrigeração interno por onde fluidos com baixas temperaturas circulam. Após a solidificação do polímero no interior do molde, a peça plástica deve ser ejetada do molde após sua abertura (MANRICH, 2005).

2.2 Máquina Injetora

A máquina injetora possui um sistema capaz de amolecer, fundir quando for o caso, homogeneizar e injetar o polímero fundido, em um molde. Para isso, essa máquina utiliza uma rosca recíproca, que pode ser acionada por sistemas mecânicos, elétricos, pneumáticos e hidráulicos. A injetora também possui um canhão no qual a rosca recíproca está instalada. Mantas elétricas são instaladas ao redor do canhão da injetora para transmitir e controlar o calor fornecido ao polímero, amolecendo-o e fundindo-o para que o mesmo possa ser adequadamente injetado nas cavidades do molde sob alta pressão e com velocidade controlada (MANRICH, 2005).

2.3 Ciclo de Injeção

A injeção é um processo intermitente (não contínuo), seguindo uma sequência de etapas chamadas de ciclo de injeção. O polímero fundido só entra no molde de injeção quando ele se encontra fechado e vazio. Na sequência do ciclo de injeção, o molde é simultaneamente preenchido de polímero aquecido e devidamente amolecido/fundido, em seguida, resfriado por um sistema de refrigeração interno (TONOLLI, 2003).

Depois do molde preenchido e pressurizado, uma pressão de compensação ou pressão de recalque deve ser empregada para garantir que todos os espaços vazios da cavidade do molde sejam adequadamente preenchidos de polímero. Por fim, a peça plástica final devidamente resfriada e solidificada é ejetada da máquina injetora com a forma geométrica da cavidade do molde. A retirada do produto pode ser realizada por extração mecânica ou pneumática. Na mecânica, o molde aciona os pinos extratores para expulsão das peças de dentro das cavidades, e na pneumática, a peça é ejetada por válvulas que permitem a passagem de ar comprimido (MANRICH, 2005).

2.4 Termoplásticos

Existem duas classificações que dividem a classe dos polímeros, sendo elas os termoplásticos e os termofixos (HARADA, 2004). Como consequência do aquecimento, os termoplásticos tem capacidade de diminuir as respectivas viscosidades onde atingem o estágio de amolecimento, podendo assim ser moldados com o respectivo resfriamento (ARAÚJO, 2010). Estes materiais poliméricos sintéticos possuem a capacidade de serem aquecidos e remodelados logo após o resfriamento, tomando uma nova forma geométrica de acordo com o modelo desejado (HARPER, 2000).

2.5 Poliestireno Cristal

O poliestireno cristal, chamado também de PS, é um polímero predominantemente amorfo devido sua existente propriedade de transparência. O PS é um polímero que não possui ponto de fusão, apenas de transição vítrea, e possui características de baixo encolhimento, uma vez que o mesmo possui grande facilidade de ter suas macromoléculas orientadas por cisalhamento. Além disso, o PS pode ser facilmente amolecido mediante pequenas variações de torque na rosca transportadora da injetora (MANRICH, 2005).

2.6 Sistemas Flexíveis de Manufatura

Hoje em dia, de acordo com Prudente (2013), se consegue construir máquinas automáticas sob o controle direto de um computador, integrando alguns tipos de tecnologia (informática, eletrotécnica, pneumática, óleo-dinâmica). Esta integração é conhecida como automação flexível (FMS – Flexible Manufacturing System). Que se refere a possibilidade de se obter um robô, atuando sobre máquinas de maneira limitada e com tempo reduzido, controlado geralmente por um software.

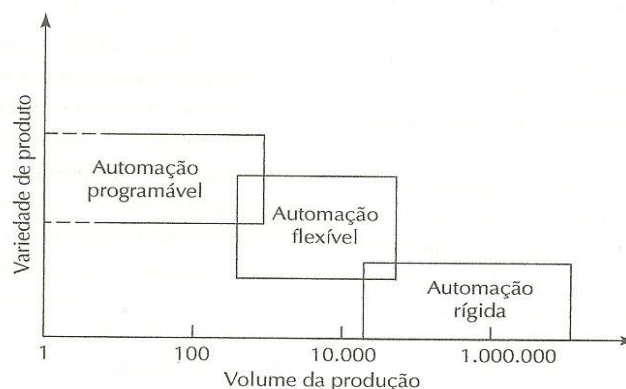
Algumas vantagens destas instalações automatizada flexível são:

- Economia energética de material;
- Rápida modificação na produção;
- Redução de tempo e de trabalho;
- Redução de custo de produção;
- Melhoramento do ambiente de trabalho.

2.7 Tipos de Automação

Segundo Groover (2011) existem três tipos de automação para os processos de produção. A primeira é a automação rígida, no qual a sequência das operações é definida pela configuração do equipamento, ou seja, todas as operações exercidas serão automatizadas. A segunda forma de automação a ser considerada é a automação programável, onde o robô é projetado com capacidade de poder mudar o sistema de operações para realizar outras funções de outros produtos. As operações são controladas por um programa de linguagem conhecido como CNC (controle numérico computadorizado).

Já o ultimo e não menos importante venha a ser a automação flexível, que acaba se estendendo a automação programável, onde consegue produzir uma variedade de peças quase sem perda de tempo na troca de um modelo de peça para outro. A produção não para enquanto se modifica o sistema operacional (ferramentas, acessórios ou configurações de máquinas). Existe uma relação (Figura 1) entre o tipo de automação usado em relação a variedade de produtos e volume da produção.



Fonte: GROOVER (2011).

Figura 1. Tipos de automação referentes ao volume de produção e variedade de produto.

2.8 Robôs de Descarga

Conforme Groover (2011) nos casos de robô de descarga, a matéria prima da peça ou produto final é colocado na máquina sem ajuda do robô, seu papel é somente transferir peças de dentro da máquina de produção para fora dela, retirando-as ou até mesmo colocando em outra linha de produção, como por exemplo, empacotamento ou encaixotamento. Os robôs de descarga no processo de injeção de plástico atuam retirando as peças injetadas no molde dentro da máquina injetora. Esses robôs não possuem garras ou componentes de fixação para a retirada, simplesmente são ventosas pneumáticas que quando acionadas retiram as peças de dentro do molde aberto no fim do ciclo de injeção. Em seguida o robô transporta estas peças para um novo processo de produção ou mesmo processo de empacotamento ou encaixotamento que também poderá vir ser automatizado (GROOVER, 2011).

2.9 Engenharia Econômica

Conforme os autores Hummel e Taschner (1995) a engenharia econômica é o aglomerado de técnicas aplicadas cientificamente entre os resultados de tomadas de decisão quando se tem mais de uma alternativa onde nestas comparações, as diferenças expressadas nas alternativas devem ser demonstradas com termos quantitativos. Nesta mesma linha de raciocínio Erlich (2010) relatam que engenharia econômica analisa os aspectos financeiros e econômicos demonstrados em critérios quantitativos precisando ter as alternativas que conflitam entre si pela obtenção do suposto investimento, que é o recurso escasso.

2.10 Tempo de Retorno do Capital Investido (*payback*)

De acordo com Brito (2003), *payback* (Equação 1) é o período de tempo em que o retorno do investimento acontece, ou seja, a soma das receitas futuras se iguale ao valor do capital investido. Segundo Motta (2002) quanto maior o prazo de retorno do empréstimo (*payback*), menos interessante ele acaba se tornando para o emprestador.

$$n = \frac{-\text{Log} \left\{ 1 - \left[\frac{\text{Inv} \cdot \text{TMA}}{\text{EA}} \right] \right\}}{\text{Log} (1 + \text{TMA})} \quad (1)$$

Onde: n = *payback*;

Inv = valor do investimento;

TMA = taxa mínima de atratividade;

EA = economia anual.

2.11 Valor Presente Líquido (VPL)

Conforme Assaf Neto (2009) é um método obtido pela diferença entre o valor presente dos benefícios (ou pagamento) previstos de caixa, e o valor presente do fluxo de caixa inicial (valor do investimento, do empréstimo ou do financiamento). O valor presente de qualquer projeto é denominado de valor presente líquido, pois ele acaba sendo oriundo da receita líquida do projeto, ou seja, é o saldo das receitas menos as despesas. Se houver somente uma alternativa para este projeto ou investimento, o valor presente do seu fluxo de caixa é o que indicará se o projeto será viável ou não seguindo os seguintes critérios:

- $\text{VPL} > 0$, projeto será viável;
- $\text{VPL} = 0$, projeto será indiferente;
- $\text{VPL} < 0$, projeto não será viável.

$$\text{VPL} = \sum_{j=0}^n R_j (1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j (1+i)^{-j} \quad (2)$$

2.12 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Para Assaf Neto (2009) é o custo de capital como o retorno pela financiadora de capital para a empresa, portanto a TMA que a empresa considera em seus projetos de investimento. Assim, um investimento só se torna interessante quando atender seus fornecedores de capital e adicionar valor à empresa.

2.13 Vida Econômica

De acordo com Assaf Neto (2009) a vida econômica ou vida útil de um investimento o tempo entre a data inicial do investimento até data final do retorno do capital investido, correspondente ao tempo de depreciação do bem de capital.

2.14 Depreciação

Segundo Brito (2003) Depreciação é a diminuição do valor de um bem por desgaste natural. Depreciação é a diminuição em valores contábeis, de um bem que ocorre desde a sua aquisição até o momento atribuído ao desgaste físico, ao uso.

$$d = \frac{(INV - VR)}{n} \quad (3)$$

Onde: d = depreciação;

Inv = valor do investimento;

VR = valor residual;

n = tempo de vida útil do investimento.

2.15 Valor residual (VR)

De acordo com Motta (2002) o valor residual nada mais é do que a quantia que se espera obter pela revenda de um equipamento ou investimento, quando ele for retirado de serviço.

2.16 Fatores de Decisão

Segundo Motta (2002) para se tomar uma decisão de investimento, a equipe deve estar unida ao longo do processo de análise, logo a tomada de decisão será consequência natural das fases anteriores, eliminando assim desgastes internos na aceitação do que for decidido dentro de qualquer empresa ou instituição, tendo em vista:

- Receitas;
- Despesas;
- Investimento inicial e valor residual;
- Taxa mínima de atratividade;
- Vida econômica;
- Imposto de renda do investido.

2.17 Imposto de Renda (IR)

De acordo com Brito (2003) imposto de renda é um fluxo de capital proveniente de quaisquer atividades. A renda é a remuneração de mão de obra (salários e ordenados) ou de capital (aluguel, juros, distribuição para ações, etc.) inclusos em algum processo de produção de bens ou serviços. O imposto de renda nada mais é do que um imposto sobre esse fluxo de dinheiro.

3 Metodologia e Desenvolvimento Prático

Para entender bem os problemas que a empresa se deparou recentemente, vamos primeiro demonstrar como funciona o processo de fabricação dos produtos da empresa. A empresa atualmente focou as vendas dos produtos que mais tem demanda no mercado, sendo eles os pratos plásticos (médio e grande), as colheres plásticas (pequenos) e os garfos (pequenos), que semanalmente saem uma gama de pedidos destes produtos.

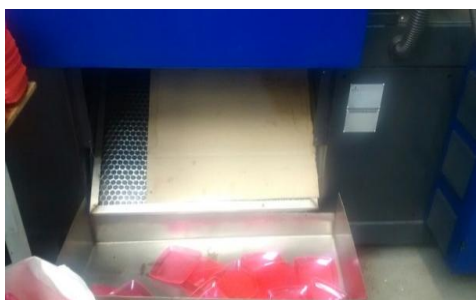
Estes produtos são injetados em duas injetoras hidráulicas, as quais são alimentadas de poliestireno (PS) cristal cujo material é a matéria prima para fabricação destes produtos. Atualmente o ciclo de injeção suficiente para que não haja acumulo nem estocagem de peças na empresa. Isso ajuda também para o auxilio de manutenção quando as peças costumam não cair mesmo no processo de extração. Desta forma o operador abre a porta da injetora e retira manualmente ou tente dar mais uma pressão na extração para concretizar o ciclo e extrair as peças. Todas as especificações dos ciclos atuais estão demonstradas na Tabela 1.

Produtos	Massa (g)	Peças/injeção	Tempo do Ciclo de Injeção (s)	Ciclo de injeção + descarga manual (s)	Material
Colher	1,3	24	8	19 segundos	PS
Garfo	1,2	24	8	23 segundos	PS
Prato médio	18	2	7	16 segundos	PS
Prato grande	34	2	8	21 segundos	PS

Fonte: Primaria (2015)

Tabela 1. Especificações do ciclo de injeção para cada produto no processo atual.

Iniciando o ciclo de injeção dos produtos o molde se fecha e a máquina injeta o PS fundido a uma temperatura de 200 graus célsius dentro das cavidades do molde. Este permanece por um tempo fechado até o sistema de refrigeração resfriar o plástico dentro das cavidades, para então, sim iniciar a extração dos produtos. Quando o molde abre para extração os produtos ficam amontoados em uma espécie de caixa ou bandeja que fica abaixo das maquinas injetoras (Figura 2), é onde não há um controle numérico da quantidade de peças injetadas ou algo do gênero.



Fonte: Primaria (2015).

Figura 2. Bandeja coletora de produtos.

Os operadores pegam as peças da bandeja e levam para uma bancada onde elas serão empacotadas. Os produtos que não caem prontos para o empacotamento, ou seja, os garfos e as colheres que necessitam que haja a quebra do canal de injeção, são retirados manualmente da bandeja porém, há mais a quebra do canal de injeção, onde este canal é quebrado e colocado em uma caixa para ser moído e reaproveitado depois. Este tempo de descarga manual dos produtos é o que acarreta no principal atraso no ciclo de produção das peças. A demora em retirada das peças da máquina para a bandeja e da bandeja para a bancada de empacotamento é quem dita o ritmo do ciclo de produção. Os garfos e as colheres têm 50 unidades em cada pacote, e os pratos são 10 unidades em cada pacote (Figura 3 a). Já as caixas possuem 20 pacotes de garfos ou colheres, totalizando mil unidades em cada caixa, e os pratos são 50 pacotes em cada caixa totalizando assim 500 unidades por caixa (Figura 3 b).



a)



b)

Fonte: Primaria (2015).

Figura 3. Encaixotamento dos produtos

Em uma jornada de trabalho diária, levando em consideração paradas para café, almoço, manutenção e troca de moldes nas máquinas injetoras consideram-se em média sete horas de trabalho efetivo por dia. Como temos quatro moldes de produtos para somente duas máquinas injetoras, e no turno da tarde é feito a troca de dois moldes para os outros dois, consideraremos três horas e meia diárias para cada produto trabalhando no ciclo destinado na tabela 1. Confira na Tabela 2, a quantidade de peças produzidas por dia.

Produtos	Peças/Dia
Colher	15.916
Garfo	13.148
Prato médio	1.400
Prato grande	1.200
Total	31.664 Peças

Fonte: Primaria (2015).

Tabela 2. Produção diária de peças.

3.1 Elaboração de Proposta de Solução do Problema

Tendo em vista que diariamente considerando a variação de quatro produtos, a empresa consegue produzir 31.664 peças (Tabela 2). Mesmo sendo uma empresa de pequeno porte, segundo GROOVER deve ser aplicado à **automação flexível** (figura 1), pois atingiu a meta de 10.000 peças e a variação de mais de três tipos de produtos. Esta automação então seria aplicada no processo final do ciclo de injeção, ou seja, na descarga dos produtos para que a máquina injetora trabalhe em um ciclo melhorado e imediatamente seguindo a sequência da automação os operadores já vão empacotando simultaneamente os produtos. Portanto este robô faz o processo de descarga das peças e já as coloca em uma bancada próximo da máquina aonde os operadores em imediato já irão empacotando os produtos e ao lado outros operadores já irão encaixotando os pacotes respectivamente.

Groover (2011) ainda cita que este tipo de automação é ótimo para que a variedade de produtos, pois só neste caso já possuímos quatro produtos diferentes, sem contar que com a aquisição deste robô a empresa conseguiria lançar e produzir outros produtos no mercado, além de expandir a vendas destes mesmos produtos em regiões do país onde a concorrência predomina com preços acima que os da empresa.

3.2 Testes Práticos da Proposta de Solução

Fizemos testes de injeção nas injetoras para ver como cada produto se comporta em condições normais de ciclo, pois a empresa trabalha em um ciclo abaixo do normal para que não haja acumulo exorbitante de peças gerando assim estoque. Pois uma vez que a empresa tem um espaço limitado mesmo contendo mezaninos para estocagem, o ciclo de injeção é fruto do ritmo que os operadores impõem no processo de descarga dos produtos que caem da injetora até o processo de empacotamento e encaixotamento dos mesmos. Assim nestes testes pode-se saber com qual ciclo o robô poderá trabalhar nas máquinas. Em menos de vinte minutos de testes já se pode notar o acumulo de peças em frente a máquina injetora (Figura 4 a), os operadores que fazem o empacotamento manual dos produtos (Figura 4 b) já não estavam vencendo o ciclo de injeção real destes produtos.



Fonte: Primaria (2015).

Figura 4. Acumulo de peças no teste de ciclo ideal.

Com estes testes de injeção pode-se constituir um novo de ciclo de injeção para cada produto, assim teremos ideia de como seria o volume de produção com o automatizado, uma vez que não precisaria demorar mais para produzir. Considerando que os robôs levariam cerca de 2 segundos para o processo de descarga do molde até a bancada de empacotamento (dados do fabricante), tem-se agora outros valores de ciclo de injeção e de produção das peças. Estes novos ciclos representaram uma queda significativa, conforme demonstrados na Tabela 3.

Produtos	Massa (g)	Peças/Injeção	Tempo do Ciclo de Injeção (s)	Ciclo de injeção + descarga automatizada (s)	Material
Colher	1,3	24	5	7	PS
Garfo	1,2	24	5	7	PS
Prato médio	18	2	4	6	PS
Prato grande	34	2	5	7	PS

Fonte: Primaria (2015)

Tabela 3. Especificações do ciclo de injeção para cada produto no processo acelerado.

Mesmo que não aparente esta produção tem um acréscimo considerável se representarmos novamente a quantidade de peças diárias que seriam produzidas com este ciclo acelerado em um processo automatizado. Confira na Tabela 4, como estimou-se a produção diária com o sistema automatizado trabalhando junto com os moldes de injeção.

Produtos	Peças/Dia
Colher	43.200
Garfo	43.200
Prato médio	4.200
Prato grande	3.200
Total	93.800 peças

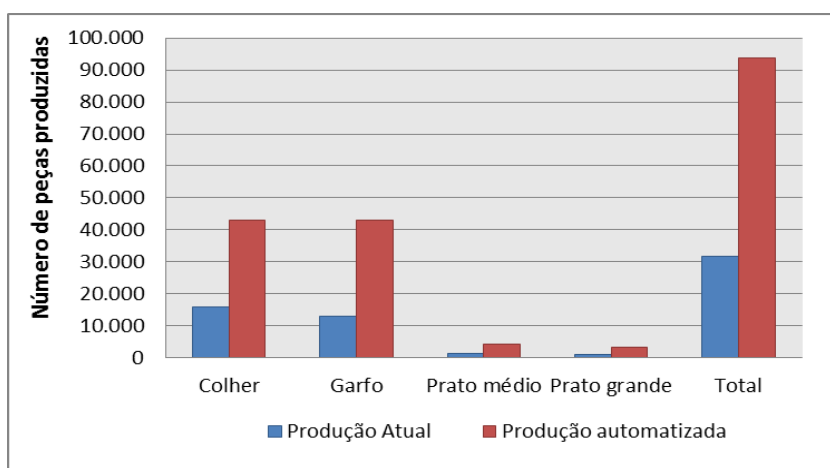
Fonte: Primaria (2015).

Tabela 4. Produção diária de peças com ciclo acelerado.

Com o ciclo acelerado, a produção passa de 31.664 peças por dia para 93.800 peças diárias.

3.3 Coleta de Dados

A diferença de produção que representará o ciclo de descarga automatizado é realmente enorme, quanto aos segundos ganhos não é tão significativo, porém isso inserido no trabalho diário deu uma diferença exorbitante. O Gráfico 1 compara o volume de produção diária do processo atual com ciclo de injeção reduzido somado ao processo automatizado que seria o ciclo de injeção acelerado, assim podemos ver a diferença de produtividade dos processos comparando cada produto. Certamente que as colheres e os garfos têm um numero mais representativo por possuírem moldes com mais cavidades em seu processo de injeção, mas percentualmente, observa-se que mesmo os moldes que possuem somente duas cavidades, também ocorrem um acréscimo considerável de produção.



Fonte: Primaria (2015).

Gráfico 1. Quantidade de peças diárias produzidas nos processos.

4 Resultados, Discussões e Viabilidade Econômica

Na produção pode-se ver que o rendimento produtivo de um robô no processo de descarga de injeção de plástico, a empresa então buscou fazer orçamentos junto a outras empresas que fabricam o equipamento, e o robô que mais agradou a empresa custa R\$ 150.000,00. Como a empresa possui duas máquinas injetoras, na aquisição de dois robôs a empresa conseguiria um considerável desconto e compraria os dois robôs por R\$ 280.000. A empresa já adquiriu outras máquinas ao longo dos anos pelo cartão do banco BNDES, e para financiar o valor de R\$ 280.000,00 o banco cobrará uma taxa de 3% ao ano. Outro dado importante é que na aprovação do financiamento é que tem que fazer o seguro obrigatório do equipamento, que custam mais R\$ 5.000,00 ao ano.

Para sequência dos cálculos do investimento, teremos os seguintes fatores: receita bruta anual, depreciação, receita tributada, imposto, economia após desconto do imposto e valor residual. Para iniciar o cálculo de viabilidade do equipamento precisou saber a receita mensal que os robôs irão retribuir a empresa. A empresa possui mensalmente despesas que variam entre R\$ 20.000,00 a R\$ 22.000,00 por mês. Com a aquisição dos robôs, haverá um acréscimo de aproximadamente R\$ 3.000,00 (segundo o fabricante), que venha a serem gastos com energia necessária e manutenção, somaremos então R\$ 25.000,00 por mês em despesas. Para obtermos a receita precisamos da quantidade bruta de peças que serão produzidas e vendidas mensalmente, a tabela 5 mostra os preços de cada produto atualmente e os valores que serão reajustados após a compra dos robôs.

Produtos	Valor/Peça	Valor/Peça Pós Automatização
Colher	R\$ 0,03	R\$ 0,02
Garfo	R\$ 0,03	R\$ 0,02
Prato médio	R\$ 0,05	R\$ 0,04
Prato grande	R\$ 0,06	R\$ 0,05

Fonte: Primaria (2015).

Tabela 5. Preços de venda dos produtos.

Como na tabela quatro tem-se a quantidade de peças diárias produzidas com o robô em funcionamento, fazendo os cálculos estimando que a empresa trabalhe em media 20 dias por mês, em função de feriados ou até mesmo queda de energia ou algo do gênero. Conseguiu-se então calcular a receita mensal da empresa baseando-se nos valores das Tabelas 4 e 5.

Produtos	Receita Mensal
Garfo	R\$ 17.280,00
Colher	R\$ 17.280,00
Prato médio	R\$ 3.360,00
Prato grande	R\$ 3.600,00
Total	R\$ 41.520,00

Fonte: Primaria (2015).

Tabela 6. Receita mensal.

Logo a receita bruta mensal da empresa será:

R = receita de peças produzidas por mês – custo com despesas por mês (4)

R = 41.520-25.000

R = R\$ 16.520,00 / mês

Em seguida pode-se calcular a receita anual :

RA = (receita mensal x 12) – seguro obrigatório (5)

RA = (16.520 x 12) – 5.000

RA = R\$ 198.240,00 / ano

A direção da empresa definiu uma taxa mínima de atratividade de 12% para os equipamentos, já o imposto de renda que vem de um somatório de impostos sendo eles: (IRPJ 0,47%, CSLL 0,47%, COFINS 1,42%, PIS 0,34%, CPP 4,05%, ICMS 3,48% e IPI 0,50%) somou um total de 10,73%. O valor residual dos equipamentos é de 10% tendo uma vida útil de doze anos segundo o fabricante, com isso conseguimos calcular a depreciação deles usando a equação (4).

$$d = \frac{(280.000 - 28.000)}{12}$$

d = R\$ 21.000,00 / ano

O seguinte passo é calcular a receita tributada:

RT = (receita bruta anual + valor residual) – depreciação = (RB + VR) – d (6)

RT = (198.240 + 28.000) – 21.000

RT = R\$ 205.240,00

Em seguida calculamos o imposto de renda (IR), este sempre se calcula com base no valor da receita tributada. Uma vez que o imposto de renda é de 10,73% e a receita tributada foi de R\$ 205.240,00, logo nosso IR = R\$ 28.352,52. Descontando o valor do imposto de renda conseguimos calcular o ganho de economia anual da empresa utilizando a seguinte equação:

EA = Receita bruta anual – Imposto de renda = RA – IR (7)

Onde teremos:

EA = 198.240 – 28.352,52.

EA = R\$ 169.887,48

Tendo uma taxa mínima de atratividade de 12%, podemos agora calcular o valor presente (VP) para em seguida calcular o valor presente líquido (VPL) conforme a equação (2).

$$VP = \sum_{j=0}^n R_j(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j}$$

Logo isto implica que:

$$VP = \frac{(169.887,48)}{(1+0,12)^1} + \frac{(169.887,48)}{(1+0,12)^2} + \frac{(169.887,48)}{(1+0,12)^3} + \dots + \frac{(169.887,48)}{(1+0,12)^{12}}$$

VP = R\$ 1.052.346,57 durante 12 anos

Onde valor presente líquido se torna:

$$VPL = VP - \text{investimento}$$

$$VPL = 1.052.346,57 - 280.000,00$$

VPL = R\$ 772.346,57 durante 12 anos

Tendo um VPL positivo, segundo Rodrigues (2013) isso implica que o projeto é viável, então se foi calculado também o tempo de retorno que o investimento volta aos caixas da empresa conforme a equação (1).

$$n = \frac{-\text{Log} \left\{ 1 - \left[\frac{280.000 \cdot 0,12}{169.887,48} \right] \right\}}{\text{Log} (1 + 0,12)}$$

n = 1,94 anos

Portanto o retorno do investimento ocorre em 1,94 anos, considerando a modesta taxa mínima de atratividade de 12%, é um excelente retorno de investimento.

4.1 Avaliação de resultados

Através de testes aplicados nas máquinas injetoras com tempo de ciclo mais acelerado, percebeu-se que os robôs trabalhariam de forma rápida e com facilidade na troca de produtos para outra nova produção de peças diferentes. Além de que elimina a possibilidade do ritmo do ciclo de injeção e de produção seja controlado pelos operadores, desta forma quem dita o ritmo são os robôs, deixando para o trabalho humano somente o empacotamento e encaixotamento das peças.

Observa-se também através de cálculos que o projeto se torna viável para a empresa pois o investimento volta em cerca de quase dois anos, coisa que certamente irá agradar a direção da empresa, pois segundo Brito (2003), se o tempo de retorno calculado for alto, não seria um investimento viável para a empresa. A própria empresa estabeleceu um *payback* de dois anos como limite, acima disso este investimento não seria viável. O próprio valor do VPL calculado para este caso demonstrou que o investimento já seria viável, uma vez que ele deu positivo.

5 CONCLUSÕES

Todas as empresas que pretendem atuar sempre competitivas com as demais devem investir em novas soluções ou novas tecnologias para seus processos de manufatura, não deixando também de se manter constantemente atualizadas em tudo o que engloba a sua área de atuação. Para isso, vem à necessidade de tomar decisões para investimentos sem cometer erros, e para que isso se realize com sucesso devem aplicar sempre uma análise de retorno financeiro para organizar valores estimados, se este retorno é viável ou não viável. A automação já é implantada por várias empresas da região, porém, no setor plástico somente as grandes empresas que tem produção em massa é quem adquirem esta tecnologia.

Mesmo sendo uma empresa considerada pequena, este tipo de investimento pode ser o diferencial que vai fazer com que a empresa consiga novos clientes e expandir as vendas derrubando a concorrência que vem baixando os preços dos produtos com frequência. Na análise da produtividade do investimento feita neste trabalho, podem concluir que o investimento produzira mais em média de 300 % de sua produção atual, um aumento muito significativo para uma empresa de pequeno porte que visa o crescimento. Pelos cálculos financeiros pode-se concluir também que o projeto foi viável além do valor para o investimento retornar em pouco mais de um ano para empresa, o que colocou um peso maior na futura execução da compra dos equipamentos.

Referências

- ARAÚJO, J. F.** Estudo de Propriedades Mecânicas do Polipropileno Moldado por Injeção em Insertos de Resinas. 88 f. (Dissertação de Mestrado em Engenharia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR. Curitiba P.R. 2010.
- ASSAF NETO, A.** Finanças Corporativas e Valor. São Paulo. SP: Atlas, 2009.
- BRITO, P.** Análise e Viabilidade de Projetos de Investimentos. São Paulo. SP: Atlas, 2003.
- CORAZZA, E. J.** Influência do Tratamento de Nitretação em Cavidades de Aço P20 de Moldes de Injeção de Termoplásticos. 100 f. (Dissertação de Mestrado em Engenharia de Processos) – Universidade da Região de Joinville, UNIVILLE. Joinville S.C. 2012.
- EHRlich, P. J; MORAES, E. A.** Engenharia econômica: avaliação e seleção de projetos de investimento. 6. ed. São Paulo. SP: Atlas, 2010.
- GROOVER, M.** Automação industrial e sistema de manufatura. 3. ed. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2011.
- HARADA, J.** Moldes para Injeção de Termoplásticos: Projetos e Princípios Básicos. São Paulo: Artliber, 2004.
- HARPER, C. A.** Modern Plastics Handbook. McGraw-Hill, p. 1298. New York 2000.
- HUMMEL, P. V. R; TASCHNER, M. R. B.** Análise e decisão sobre investimentos e financiamentos: engenharia econômica - teoria e prática. 4. ed. São Paulo, SP: Atlas, 1995.
- LESKO, J.** Design Industrial: materiais e processo de fabricação. São Paulo, SP: Edgar Blucher, 2004.
- MANRICH, S.** Processamento de termoplásticos: rosca única, extrusão e matrizes, injeção e moldes. São Paulo, SP: Artliber Editora, 2005.
- MOTTA, R. R.** Análise de investimentos: tomada de decisão em projetos industriais. São Paulo. SP: Atlas, 2002.
- PRUDENTE, F.** Automação industrial pneumática: teoria e aplicações. Rio de Janeiro, RJ: LCT, 2013.
- TONOLLI, E. J. Jr.** Ambiente Colaborativo para o Apoio ao Desenvolvimento de Moldes para Injeção de Plásticos. 120 f. (Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC. Florianópolis S.C. 2003.