

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ENGENHARIA MECÂNICA
SIDNEY VASCONCELOS RIBEIRO

**REUTILIZAÇÃO DOS GALHOS DESCARTADOS NO PROCESSO DE INJEÇÃO
DE PEÇAS PLÁSTICAS DE POLIPROPILENO**

Varginha
2012

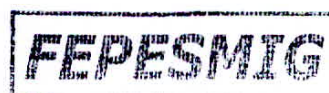
SIDNEY VASCONCELOS RIBEIRO

N. CLASS.	M668.49
CUTTER	R484r
ANO/EDIÇÃO	2012

**REUTILIZAÇÃO DOS GALHOS DESCARTADOS NO PROCESSO DE INJEÇÃO
DE PEÇAS PLÁSTICAS DE POLIPROPILENO**

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão do Curso por Sidney Vasconcelos Ribeiro como requisito para conclusão da graduação em Engenharia Mecânica.

**Varginha
2012**



SIDNEY VASCONCELOS RIBEIRO

**REUTILIZAÇÃO DOS GALHOS DESCARTADOS NO PROCESSO DE INJEÇÃO
DE PEÇAS PLÁSTICAS DE POLIPROPILENO**

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão do Curso por Sidney Vasconcelos Ribeiro como requisito para conclusão da graduação em Engenharia Mecânica .

Aprovado em / /

Prof. Ms. Erik Vitor Silva (orientador):

Prof. Ms. Alexandre Lopes (coordenador):

Obs. :

Dedico este projeto a minha esposa e meus filhos, que foram e são a principal força e razão para que eu pudesse concluir essa etapa tão importante em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus colegas, professores, companheiros de trabalho e a minha família por terem ajudado na construção e conclusão deste trabalho.

RESUMO

Este estudo é um projeto que tem a finalidade de comprovar a viabilidade econômica da reutilização dos galhos de injeção de Polipropileno (PP), gerados no processo de injeção de peças plásticas. O galho de injeção ou canal de injeção é um resíduo plástico que atualmente é descartado. Sua origem é devido a necessidade de se conduzir a matéria-prima em seu estado pastoso da injetora até que as cavidades internas da ferramenta de injeção para que sejam completadas. Porém após a extração das peças, o material que fica neste caminho é descartado, moído sem procedimento adequado e vendido a preço muito inferior ao da matéria-prima virgem. Após a constatação que o peso do galho em relação a peça injetada pode representar até 20% de seu total, vimos a possibilidade de reutilizar este material reduzindo a compra de matéria prima virgem. Devido a esta situação propomos através do estudo, a implantação do processo de reutilização dos galhos de injeção com a finalidade de se definir um sistema de reutilização, aumentando a lucratividade da empresa sem que a qualidade do produto final seja afetada. Como forma de comprovação, trabalhamos definindo um novo fluxo de processo, definindo a forma de se tratar adequadamente os galhos, a proporção de trabalho na máxima condição exigida de 20% de mistura, a correta preparação da matéria prima a ser utilizada e a certificação das alterações de acordo com a comprovação dimensional do produto testado e sua condição estética em relação aos padrões. Importante ressaltar que para a implantação do projeto não haverá necessidade de investimento com novos equipamentos e sim apenas uma alteração do sistema de trabalho. Portanto o estudo demonstra a viabilidade de reutilização dos galhos de injeção com expressiva redução de custo sem haver necessidade de investimento e sem afetar a qualidade final dos produtos.

Palavras-chave: Viabilidade econômica. Reutilização dos galhos de injeção. Qualidade final dos produtos.

ABSTRACT

This study is a project that aims to demonstrate the economic feasibility of reusing the branches injection Polypropylene (PP), generated in the process of plastic injection parts. The branch injection or injection channel is waste plastic that is currently discarded. Its origin is due to the necessity of conducting the raw material in its pasty state until the injector internal cavities of injection tool to be completed. But after extracting the parts, the material that is on this path is discarded, ground without proper procedure and sold at prices much lower than the virgin material. After finding that the weight of the branch over molded part can represent up to 20% of their total, we saw the possibility of reusing this material reducing the purchase of virgin raw material. Due to this situation by proposing the study, the implementation of the process of re-injection of the branches in order to set up a system to reuse, increased the company profitability without the quality of the final product is affected. By way of proof, setting a new work flow process, defining how to property treat branches, the proportion working at maximum condition required a 20% blend, the correct preparation of the raw material to be used and certification of changes according to proof dimensional product tested and its condition in relation to aesthetic standards. Importantly, for the implementation of the project there will be no need for investment in new equipment but only a change in the system of work. Therefore the study demonstrates the feasibility of reusing the branches injection with significant cost reduction without the need for investment and without affecting the quality of the final products.

Keywords: Economic viability. Reuse of branches injection. Final quality of the products.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO	11
2.1 Definição de material plástico	11
2.2 Definição de Polipropileno.....	11
2.3 Processo de injeção plástica.....	12
2.4 Processo de reciclagem.....	12
3 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	14
3.1 Histórico da empresa.....	14
3.2 Ramo da atividade.....	17
3.2.1 Ferramentaria.....	17
3.2.2 Transformação de polímeros	18
3.2.3 Montagem de subconjuntos metálicos e plásticos.....	19
3.3 Clientes	19
3.4 Fornecedores	20
4 METODOLOGIA.....	21
5 PROJETO	22
5.1 Produção do resíduo.....	22
5.2 Destino atual dos galhos.....	22
5.3 Possibilidade de reaproveitamento dos galhos de injeção	22
5.4 Dados de produção dos galhos.....	23
5.5 Reutilização dos galhos	23
6 DESCRIÇÃO DO PROCESSO.....	24
6.1 Fluxograma do processo de injeção	24
6.2 Preparação de matéria prima.....	25
6.3 Abastecimento de matéria prima	25
6.4 Injeção	25
6.5 Extração das peças	26
6.6 Extração do galho de injeção.....	27
6.7 Descarte do galho de injeção	27
6.8 Acabamento das peças injetadas	27
6.9 Inspeção das peças injetadas	27
6.10 Embalagem das peças injetadas	28
7 PROJETO DE REUTILIZAÇÃO DO GALHO DE INJEÇÃO	29
7.1 Fluxograma do processo de injeção com a reutilização do galho.....	29
7.2 Alteração do processo.....	29
7.2.1 Separação dos galhos de injeção	29
7.2.2 Qualidade dos galhos de injeção	30
7.2.3 Moagem dos galhos de injeção.....	30
7.2.4 Preparação do material	31
8 COMPROVAÇÃO DO PROJETO	32
8.1 Definição do projeto a ser testado	32
8.2 Matéria prima a ser testada.....	32
8.3 Realização de testes de injeção	34

8.3.1	Preparação de matéria prima	34
8.3.2	Definição dos parâmetros de processo	34
8.4	Verificação dimensional dos testes de injeção.....	36
8.5	Verificação estética do produto testado.....	40
8.6	Verificação da eficácia da ação tomada.....	40
9	ANÁLISE ECONÔMICA.....	41
9.1	Investimento em equipamentos	41
9.2	Investimento em mão de obra	41
10	VIABILIDADE ECONÔMICA	42
11	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
11.1	Conclusão	43
11.2	Sugestões.....	43
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

O tema deste trabalho é o estudo de viabilidade econômica e de garantia de qualidade do produto final, no processo de injeção de peças plásticas em Polipropileno (PP), através da reutilização dos galhos de injeção que são descartados.

O problema é como comprovar que a reutilização de material dos galhos, pode trazer benefícios econômicos sem afetar a qualidade final dos produtos injetados.

Portanto o objetivo geral é implantar um sistema de reutilização dos galhos de injeção, que represente redução de custo com a compra de matéria-prima virgem, no caso Polipropileno (PP) sem que comprometa a qualidade final dos produtos e sem haja necessidade de grandes investimentos financeiros.

Especificamente os objetivos são:

- a) Definir e propor tecnicamente uma proposta de reutilização de refugo gerado pelos galhos no processo de injeção de peças plásticas de PP.
- b) Implantar e verificar a eficácia dos procedimentos definidos para a atividade de reutilização dos galhos de injeção.
- c) Comprovar que o uso da matéria prima reutilizada não afetou a qualidade do produto final.

A definição do projeto baseou-se no acompanhamento diário da produção de peças plásticas através do processo de injeção, evidenciando a existência do descarte dos galhos de injeção.

Após a análise da quantidade de galhos descartados, observa-se que poderíamos ter economia considerável na compra de matéria prima virgem se o material for reutilizado na proporção de até 20% em relação ao virgem.

A proporção será baseada no peso máximo do galho em relação ao peso do produto injetado e que seria a máxima condição de processo.

A indústria atual direciona seus trabalhos para que possa reduzir o custo de sua produção e conseqüentemente o aumento da sua lucratividade, fortalecendo o objetivo principal deste projeto.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Definição de material plástico

Todos os materiais plásticos são derivados do petróleo, seu processamento exige que seja transformado passando por uma operação de refino onde o óleo bruto é fracionado em gás liquefeito, gasolina, querosene, óleo diesel, óleo combustível, solventes, parafinas, asfalto e outros derivados (CORAZZA FILHO, 1985).

Materiais plásticos são materiais artificiais que geralmente tem origem orgânica sintética e que em algum estágio de sua fabricação obteve condição plástica (REDFARN, 1962).

Os plásticos são classificados em dois grupos, termofixos e termoplásticos. Os termoplásticos podem ser amolecidos (quando fundidos) e endurecidos (quando resfriados) inúmeras vezes, porém pode haver problemas de danos nas suas propriedades químicas e físicas, já os termofixos não há essa possibilidade (ROMAN, 1995).

A palavra, plástico, é um termo geral que significa “capaz de ser moldado”. Os materiais comumente designados como plásticos não têm necessariamente essa propriedade, mas a exibiram em algum momento de sua fabricação (BLASS, 1988).

2.2 Definição de Polipropileno (PP)

Polipropileno (PP) ou Polipropeno é um polímero ou plástico, derivado do propeno ou propileno e “reciclável”.

O Polipropileno é um tipo de plástico que pode ser moldado usando apenas aquecimento, ou seja, é um termoplástico.

Possui propriedades muito semelhantes às do Polietileno (PE), mas com ponto de amolecimento mais elevado.

Alguns termoplásticos podem ter vários índices de fluidez e também podem ter uma cadeia homopolimérica ou copolimérica, onde homopolímero é o plástico resultante da polimerização de um único monômero enquanto o copolímero é aquele resultante da polimerização de dois ou mais monômeros.

Ou seja, PP polimerizado a partir do propeno é um polipropileno homopolímero e o polimerizado a partir do propeno e eteno é um polipropileno copolímero.

O polipropileno geralmente é copolimerizado com o eteno, a fim de se obter excelente resistência química e ao impacto.

Atualmente há uma tendência no sentido de se utilizar exclusivamente o PP no interior dos automóveis (POLIPROPILENO, 2012).

2.3 Processo de injeção plástica

Injeção de peças por moldagem é um processo cíclico de transformação de termoplásticos, é uma adaptação do processo de fundição de metais e abrange as etapas de aquecimento e fusão da resina, homogeneização do material fundido, injeção do extrudado no interior da cavidade do molde, resfriamento e solidificação do material na cavidade e ejeção da peça moldada.

A resina deve estar isenta de umidade, colocada no funil de alimentação que deve estar constantemente tapado com o objetivo de se evitar contaminação.

As peças injetadas são separadas do “canal de injeção” e inspecionadas pelo operador enquanto inicia outro ciclo de injeção.

De acordo com Ronan (1995) existe a possibilidade de se moer os canais de injeção e retornar ao processo após a moagem com proporções pré-estabelecidas.

2.4 Processo de reciclagem

Os processos de reciclagem mecânica são mais comuns, os quais consistem em moagem, derretimento, corte e granulação de resíduos plásticos.

Inicialmente, as peças plásticas devem ser selecionadas em tipos iguais de materiais antes do início efetivo do processo.

O plástico selecionado é derretido e moldado em uma nova forma e cortado em pequenos granulados que serão posteriormente utilizados como matéria prima para praticamente qualquer finalidade, nos quais excluídos hospitalar e alimentar.

Na reciclagem de plásticos deve-se observar que ao derreter polímeros diferentes, estes não se misturam facilmente, pois é necessário que sejam de um mesmo material para que o processo de mistura seja homogêneo.

Plásticos diferentes tendem a não se misturar, entretanto em muitos compostos pode-se usar um agente compatibilizante.

O PP sendo descartado na natureza gera muita sujeira e poluição ambiental (SITE RECICLA BRASIL, 2012).

Reciclagem é uma maneira de reintroduzir no sistema uma parte de matéria que se tornaria lixo.

A reciclagem apresenta-se não só como uma ferramenta para a economia de recursos naturais não renováveis (no caso, petróleo, matéria-prima para fabricação da maioria dos plásticos), mas também como forma de redução da quantidade de resíduos plásticos destinados em forma de lixo e também a possibilidade de aumento na lucratividade das empresas (ZANIN; MANCINI, 2004). Para Zanin e Mancini (2004) os termoplásticos são materiais recuperáveis, eles podem ser reutilizados e darem origem a novos produtos, através da reutilização das purgas, refugos desde que sejam moídos, misturados em material virgem dentro de uma proporção estudada.

3 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

3.1 Histórico da empresa

A empresa Inbrasmec Indústria Mecânica Ltda. iniciou suas atividades em fevereiro de 1973, atuando na fabricação de peças metálicas estampadas.

Hoje possui setores de ferramentaria (atuando na área de fabricação de molde de injeção plástica e estampos progressivos de corte, dobra e repuxo), estamparia (metais ferrosos, não ferrosos e laminados em geral) injeção de plásticos em geral e montagem de subconjuntos metálicos e plásticos.

Contando sempre com a aquisição de novas tecnologias a empresa atua no mercado atualizando-se nos desenvolvimentos de novos produtos para atender as mais severas especificações de seus clientes.

Visando a maior satisfação de seus clientes, a Inbrasmec implantou o sistema de gestão da qualidade baseado na Norma ISO9001/2008 o qual foi certificada desde 2001 a fim de garantir total segurança a seus clientes no que diz respeito a qualidade .

A Inbrasmec tem sua matriz em Guarulhos/SP onde realiza os trabalhos de estamparia de metais, ferramentaria de construção, injeção plástica, entre outros e sua filial em Varginha/MG que é exclusivamente de injeção plástica e montagem de subconjuntos, totalizando aproximadamente 200 funcionários diretos nas duas plantas.

Atualmente a Inbrasmec Varginha onde foi visualizado o projeto, conta com 29 injetoras plásticas de 150 a 600 toneladas de fechamento, sendo de fabricação nacional (Romí) ou Chinesa (FCS), trabalhando em 3 turnos de 2ª a sábado com capacidade de produção de 2.000.000 (dois milhões) de peças/mês ,com um efetivo de 90 funcionários , se tornando o maior fornecedor de peças plásticas da Philips / Walita.

Para que os resultados sejam obtidos a empresa define a sua política da qualidade da seguinte forma:

“A Inbrasmec Indústria Mecânica Ltda., fabricante de peças injetadas, estampadas e conjuntos montados, tem por política: garantir a satisfação de seus clientes no comprometimento aos requisitos legais através de seus colaboradores, visando sempre o aperfeiçoamento de nossos processos, produtos e sistema de gestão da qualidade.”

E também define como seus objetivos:

a) Satisfação quanto ao atendimento das metas estabelecidas pelos nossos clientes.

- b) Melhorar a produtividade.
- c) Reduzir custos.
- d) Aumentar a participação no mercado.

Portanto a Inbrasmec Indústria Mecânica Ltda. é uma empresa familiar em constante crescimento, que investe na qualificação, bem estar de seus funcionários e inovações de mercado no seu segmento, atingindo assim excelentes resultados e conseqüentemente a sua manutenção e crescimento no mercado nacional.

A vista geral da empresa pode ser visualizada na figura 01.

Figura 01: Vista geral da empresa.



Fonte: Folder de apresentação da empresa.

A vista interna da área produtiva da empresa pode ser visualizada nas figuras 02 e 03.

Figura 02: Vista da área produtiva da empresa.



Fonte: Próprio autor.

Figura 03: Vista da área produtiva da empresa.



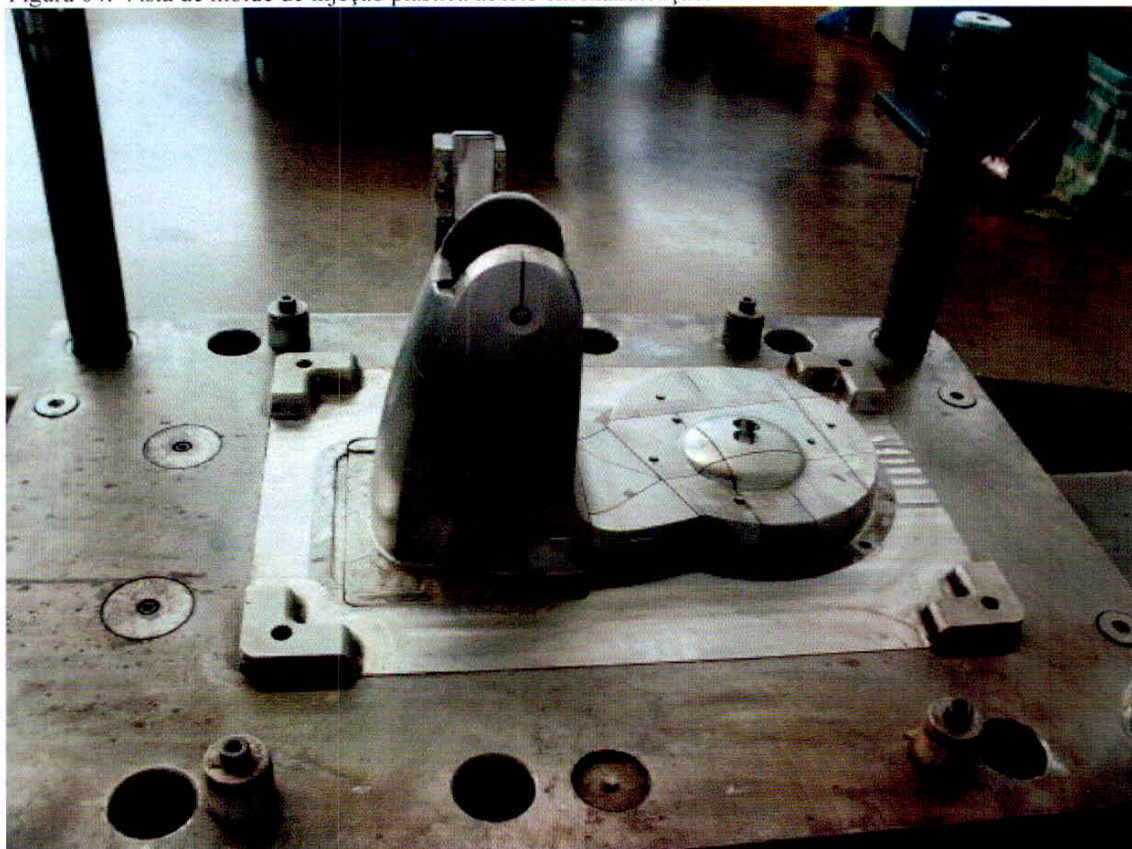
Fonte: Próprio autor.

3.2 Ramo da atividade

3.2.1 Ferramentaria: construção, manutenção de moldes de injeção plástica e estampo progressivo de corte, dobra e repuxo.

A visualização de uma ferramenta de injeção pode ser realizada na figura 04.

Figura 04: Vista de molde de injeção plástica aberto em manutenção.



Fonte: Próprio autor.

3.2.2 Transformação de polímeros em geral (injeção de peças plásticas).

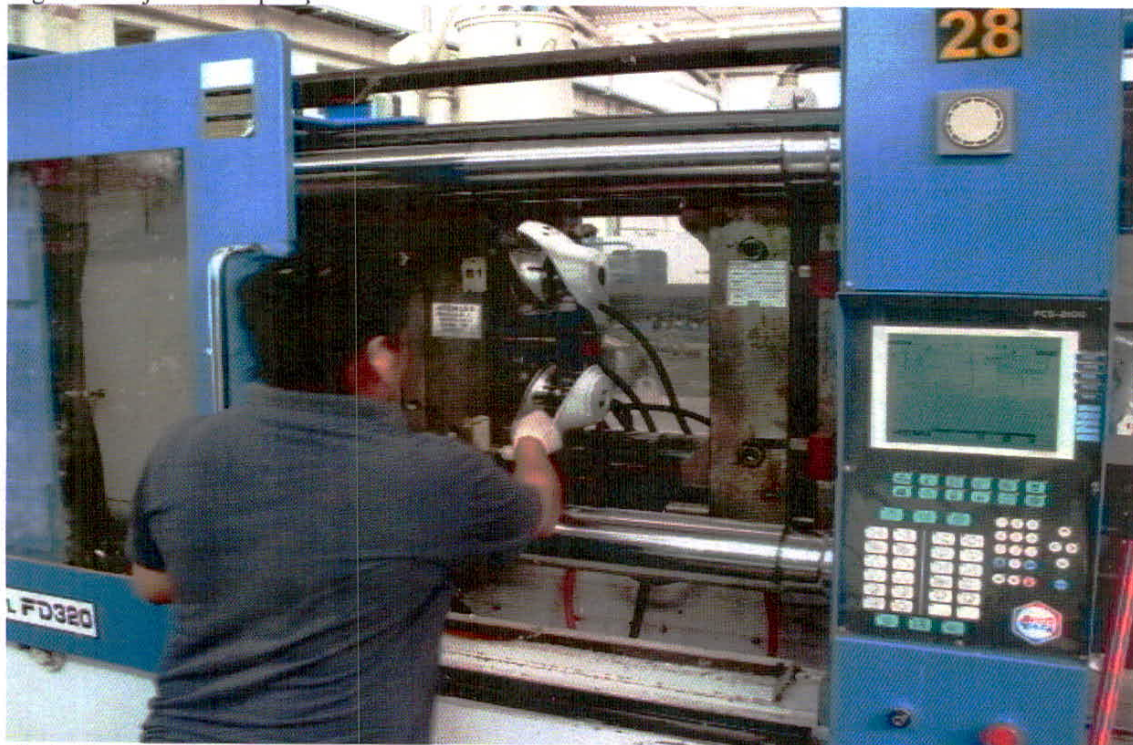
A visualização de injetora em operação pode ser visualizada nas figuras 05 e 06.

Figura 05: Injetora de plásticos 320 ton.



Fonte: Próprio autor.

Figura 06: Injetora em operação.



Fonte: Próprio autor.

3.2.3 Montagem de subconjuntos metálicos e plásticos.

A visualização de um exemplo de montagem de subconjuntos pode ser realizada na figura 07.

Figura 07: Demonstração de montagem de subconjunto .



Fonte: Próprio autor.

Todos os processos acima descritos atendem os seguintes segmentos de mercado:

- a) Automotivo;
- b) Elétrico (motores e periféricos);
- c) Iluminação;
- d) Eletrônicos;
- e) Brinquedos;
- f) Automação;
- g) Eletrodomésticos.

3.3 CLIENTES

Os clientes da Inbrasmec Indústria Mecânica são de diversos segmentos e estão distribuídos principalmente nos estados de São Paulo e Minas Gerais devido a proximidade de suas plantas e devido aos seus mercados.

Como um dos objetivos da empresa é a conquista de novos clientes o departamento comercial trabalha com o objetivo de aumentar o seu número e os demais departamentos garantem através da qualidade de seu trabalho a fidelização do mesmo.

Principais clientes da Inbrasmec:

PHILIPS DO BRASIL

KOSTAL

SPREMAG

SAVOY

TAIFF

3.4 FORNECEDORES

Principais fornecedores:

LG CHEM (Plastics)

BASF

BRASKEM

QUATTOR

CLARIANT

CROMEX

4 METODOLOGIA

O trabalho consiste na utilização da metodologia de pesquisa-ação, a geração de conhecimentos com a ação, com o intuito de instituir práticas de enfrentamento de uma dada realidade.

A pesquisa-ação também pode ser chamada de pesquisa participante, pesquisa participativa ou pesquisa ação participativa.

Algumas das principais características desta forma de pesquisa são ter como ponto inicial do trabalho, problemas reais, para que por meio da reflexão sobre eles aconteça um rompimento entre a teoria e a prática, surgindo assim, ação de intervenção sob esta realidade, sendo que os participantes envolvidos não serão meros objetos de estudos, ou espectadores, mas sim parceiros de investigação, que contribuem com a experiência, participando assim da ação promotora de transformação.

Também utilizamos o tipo de pesquisa aplicada, ou seja, o interesse é a prática, o que for obtido como resultado da pesquisa deve ser posto a prova, utilizado para solução de um problema que ocorre realmente.

Mediante a definição do método de pesquisa, definiu-se que o método a ser trabalhado consiste na realização prática de preparação de matéria prima virgem com adição de porcentagem equivalente ao peso dos galhos de injeção de material moído, com o objetivo de definir a porcentagem máxima de mistura.

A comprovação da viabilidade será feita através de análise dimensional em relação às cotas de controle de desenho e sua qualidade estética em relação ao padrão estético definido, ou seja, no caso da verificação estética será avaliado por atributo.

A comprovação da eficácia do sistema de reutilização dos galhos, será realizada através do acompanhamento dos indicadores de reprovação interna e externa (reclamação do cliente) em relação a problemas com causa raiz diretamente ligada uso de matéria prima preparada com adição de matéria prima moída.

5 PROJETO

O projeto apresentado refere-se á reutilização dos galhos de injeção provenientes do material utilizado na produção de peças plásticas e a sua comprovação econômica para sua implantação na empresa onde foi evidenciado o descarte ou em qualquer outra empresa do mesmo segmento.

5.1 Produção do resíduo (galhos)

O galho de injeção é gerado devido a necessidade de se conduzir a matéria prima do bico do canhão da máquina injetora, até que atinja as cavidades da ferramenta de injeção.

Quanto maior o número de cavidades da ferramenta, o tamanho da ferramenta e o tamanho do produto injetado, proporcionalmente será o tamanho do galho de injeção devido a necessidade de se conduzir maior quantidade de material.

A cada ciclo de injeção, gera-se também o galho, excluindo-se ferramentas de injeção com características de ponto de injeção sem que haja galhos, geralmente peças pequenas.

5.2 Destino atual dos galhos

Os galhos gerados no processo de injeção da Inbrasmec são descartados nas bandejas das máquinas, posteriormente são transportados para caçambas de coleta seletiva, onde são vendidos á empresas de reciclagem de materiais por preço irrisório.

Posteriormente estas empresas realizam a moagem deste material e os revendem, obtendo lucro, para outras empresas de injeção que produzem itens sem apelo estético ou funcional, sendo que se fossem devidamente tratados poderiam retornar ao sistema e produzir produtos de maior valor agregado.

5.3 Possibilidade de reaproveitamento dos galhos de injeção

No processo de injeção é possível aproveitar todos os galhos (canal de injeção) gerados no processo de injeção desde que os mesmos estejam limpos e sem contaminação.

Portanto há necessidade de desenvolver um método em que o galho não entre em contato com sujeira e principalmente contaminação com óleo e graxa.

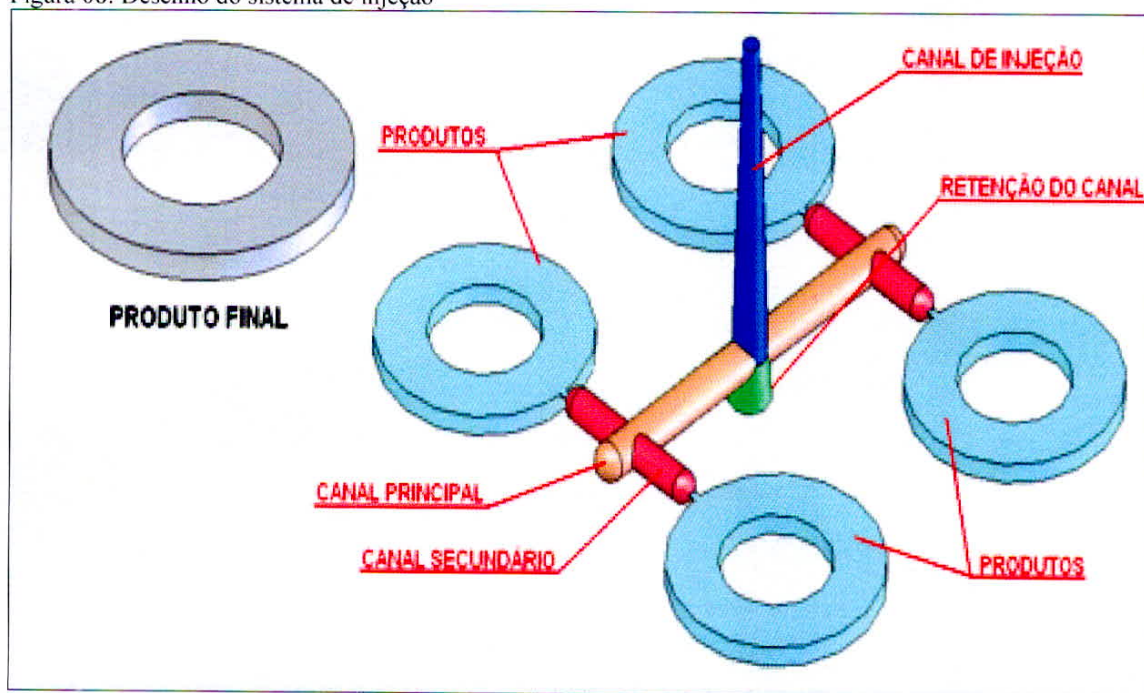
5.4 Dados de produção dos galhos

O item definido para teste de implantação, Capa Guia, tem como peso total do galho o equivalente a 12,6 % do peso total da matéria prima utilizada.

Se considerarmos um consumo médio de 4772 kg mês, podemos evitar o consumo de aproximadamente 601,27 kg, somente neste produto.

A visualização de um galho de injeção ou canal de injeção pode ser realizada através da figura 08.

Figura 08: Desenho do sistema de injeção



Fonte: Site tudo sobre plásticos.

5.5 Reutilização dos galhos

O galho de injeção quando bem tratado, ou seja, separado no momento da injeção, evitando que o mesmo seja exposto a contaminações, pode ser totalmente reutilizado.

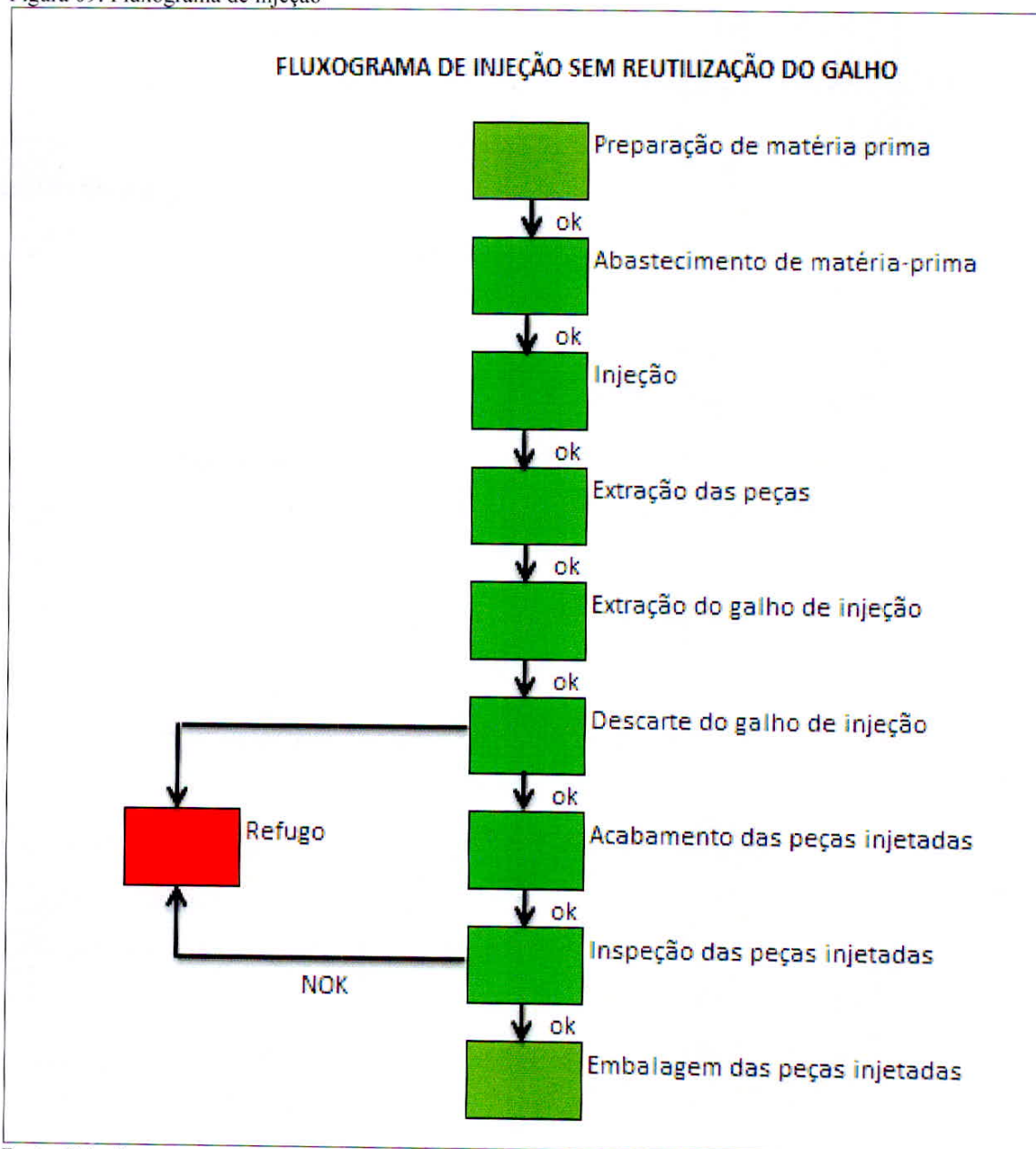
Mediante a esta condição, definiu-se a implantação de projeto de reutilização com o objetivo inicial de se reduzir em 80% o descarte de galho de injeção.

6 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

6.1 Fluxograma do processo de injeção

O fluxograma (figura 09) demonstra o processo anterior de injeção, com o descarte dos galhos de injeção e o processo proposto com o objetivo de visualizar a alteração do processo de injeção com a reutilização dos galhos.

Figura 09: Fluxograma de injeção



Fonte: Próprio autor

6.2 Preparação de matéria-prima

A preparação da matéria prima consiste na mistura ou separação dos materiais definidos pelo cliente de acordo com o projeto do produto específico.

O termo mistura se deve ao fato de alguns produtos, principalmente os coloridos, ter acréscimo de máster para que o produto obtenha cor, misturados com o auxílio de silo misturador ou manualmente, até que obtenha uma mistura homogênea.

Para cada produto especificamente, existe uma ficha técnica de material a qual define quantidade de cada uma das matérias primas e método de preparação.

6.3 Abastecimento de Matéria Prima

O processo de abastecimento de matéria prima consiste em abastecer o silo da injetora com a matéria prima previamente preparada.

Este processo pode ser manual ou através de recipientes de armazenamento de material onde um alimentador automático, localizado sobre o silo da injetora, realiza a sucção do material e a alimentação automática do silo.

Importante ressaltar que cada matéria prima plástica tem a sua especificação de tempo e temperatura de estufagem necessária para sua utilização sem que haja falhas estéticas ou funcionais no produto a ser injetado.

Devido a este fato, todos os silos são equipados com sistema de aquecimento, através de resistências, com o objetivo de aquecer na temperatura específica e conseqüentemente estufar o material.

No caso do PP, que é o material-base para este projeto, há necessidade de 2 horas a uma temperatura de 80°C.

6.4 Injeção

Basicamente é o processo de transformar material plástico em produtos, onde nesta fase o material plástico granulado é aquecido dentro do canhão e rosca de plastificação de uma máquina injetora, sendo homogenizado e transformado ao estado de pastoso. Após atingir este estado, o material é injetado sobre alta pressão exercida pelo fuso, que age como pistão, para dentro de uma ferramenta (molde).

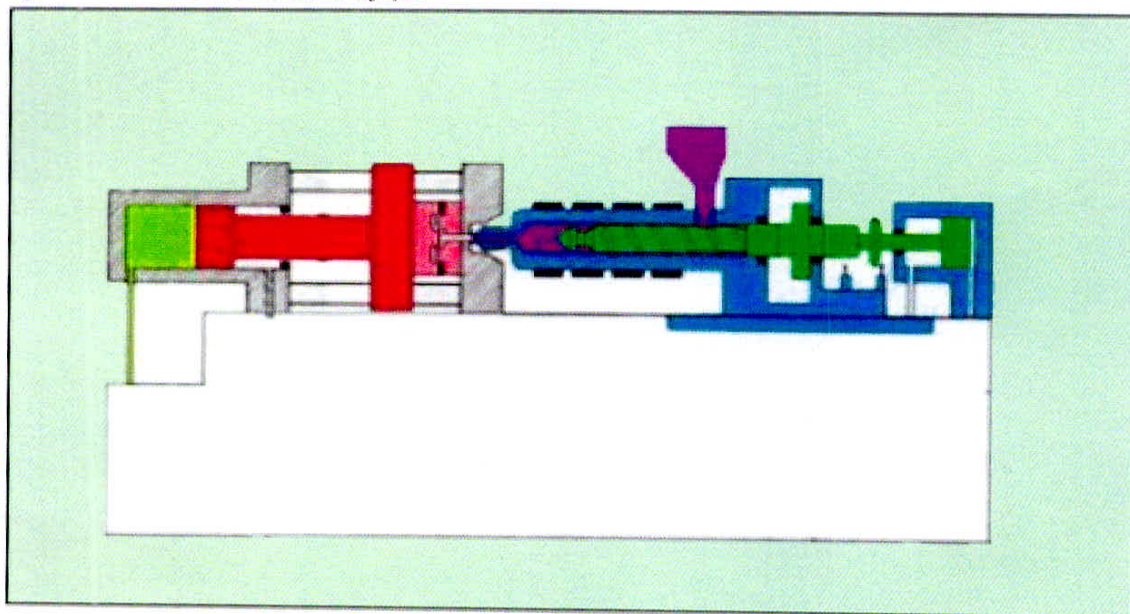
Após o tempo de resfriamento que é em média 60 segundos, o molde é aberto e a peça extraída, dando início ao processo novamente.

A cada ciclo de injeção é gerado juntamente com a peça injetada o canal de injeção, também chamado de galho de injeção.

Como foi explicado anteriormente, este galho de injeção é o caminho onde a matéria prima percorreu dentro do molde até que as cavidades sejam preenchidas, este caminho também se solidifica com o resfriamento e gera essa perda de material que não agrega valor ao processo de injeção.

A visualização do sistema de injeção pode ser realizado através da figura 10.

Figura 10: Desenho do sistema de injeção



Fonte: Próprio autor.

6.5 Extração das peças

O sistema de extração de peças injetadas é realizado inicialmente através de pinos existentes dentro da ferramenta de injeção, acionados mecanicamente através do movimento de abertura das gavetas da ferramenta, no momento de abertura da injetora ou através de acionamento hidráulico para itens de grande tamanho.

Com o avanço dos pinos de extração, a peça se desprende da cavidade da ferramenta facilitando a sua retirada manual ou automatizada através de robôs.

6.6 Extração do galho de injeção

Após as peças injetadas serem retiradas, o canal de injeção pode ficar preso na ferramenta de injeção, ou ficar preso na peça, ou cair dentro da bandeja da injetora.

Quando o canal de injeção ficar preso na peça o mesmo deverá ser retirado manualmente pelos operadores com o auxílio de estilete.

Quando o canal de injeção ficar preso na ferramenta de injeção, o mesmo deverá ser retirado manualmente pelo operador de produção, caso o mesmo não ser retirado poderá causar sérios danos a ferramenta ou causará falha na injeção seguinte.

6.7 Descarte do galho de injeção

Atualmente os canais de injeção são descartados em lixo comum, sem tratamento adequado ou cuidado e seu destino é a venda posterior para empresa de reciclagem de materiais a baixo custo.

6.8 Acabamento das peças injetadas

No processo de injeção plástica, independente do produto ou seguimento, haverá necessidade de acabamento devido a existência de rebarbas.

Estas rebarbas são causadas por desgaste do ferramental pelo constante movimento de abrir, fechar e também pela grande força de fechamento a qual é submetida.

A especificação das injetoras quanto a tonelagem, diz respeito a força de fechamento, portanto uma injetora de 100 toneladas é equivalente a 100 toneladas de fechamento.

Mediante a esta situação de necessidade de retirada das rebarbas existentes nas peças, esta operação é realizada manualmente com o auxílio de estiletas.

Outra causa da ocorrência de rebarbas é o fato proposital de criação de saídas de gás nas linhas de fechamento da ferramenta, essa ação tem como objetivo eliminar os gases que ficam presos e compactados dentro da ferramenta no momento da injeção, causando queima nas peças que estão sendo injetadas.

6.9 Inspeção das peças injetadas

O processo de inspeção das peças injetadas atende as exigências do sistema da qualidade implantado e as normas dos clientes, onde define padrões, método de controle e registro.

Basicamente a inspeção é visual e dimensional dos produtos injetados, realizado pelos operadores de produção, inspetores e analistas da qualidade com frequência pré-determinada com o objetivo de garantir a qualidade final dos produtos.

Subtende-se que se a peça estiver sem problemas estéticos, dentro das especificações dimensionais de desenho e utilizando a matéria prima correta, a sua aplicação e funcionabilidade estará garantida.

6.10 Embalagem das peças injetadas

O processo de embalagem dos produtos é determinado durante o desenvolvimento de produto com o objetivo de definir a melhor condição de garantia da qualidade do produto, em seu transporte, no correto abastecimento das linhas de produção dos clientes e o perfeito planejamento logístico.

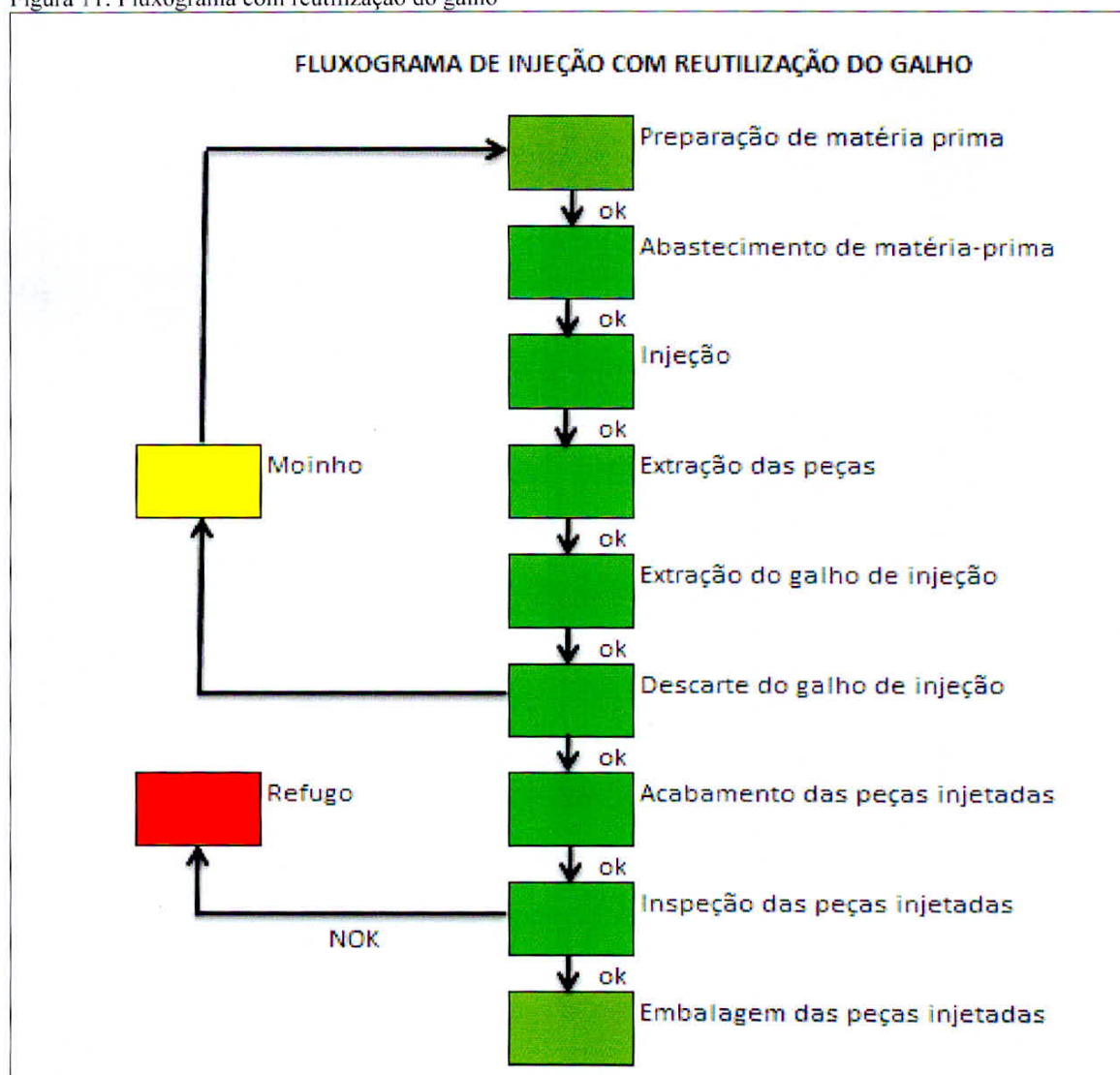
Portanto existe um documento de padronização de embalagem, para cada produto, onde os operadores executaram suas atividades de acordo com a mesma.

7 PROJETO DE REUTILIZAÇÃO DO GALHO DE INJEÇÃO

7.1 Fluxograma do processo de injeção com a reutilização do galho

A visualização do fluxograma do processo de reutilização do galho pode ser realizado através da figura 11.

Figura 11: Fluxograma com reutilização do galho



Fonte: Próprio autor

7.2 Alteração do processo

7.2.1 Separação dos galhos de injeção

A separação do galho de injeção é uma das partes mais importantes do processo de reutilização do galho de injeção.

Isto porque se o galho de injeção cair na bandeja da máquina, ou se for manuseado de forma irregular, ou se o mesmo entrar em contato com óleo ou graxa, haverá contaminação e o mesmo não poderá ser reutilizado.

Caso a empresa não queira investir em sistema automatizado de extração do galho deve-se criar método alternativo para separação dos galhos sem contaminação.

Ou seja, no momento da extração dos galhos de injeção (canal de injeção) os mesmos deverão ser devidamente separados sem que os mesmos sejam contaminados.

Esta separação será realizada através de recipiente colocado ao lado da injetora de forma que os canais sejam armazenados sem contaminação.

Esta separação poderá ser feita manualmente pelos operadores ou através de sistema automatizado (robô).

7.2.2 Qualidade dos galhos de injeção

O controle de qualidade dos galhos de injeção é realizado visualmente pelo operador do moinho em relação às condições de contaminação.

Os galhos deverão estar livres de sujeira e principalmente livre de contaminação por óleo e graxa.

7.2.3 Moagem dos galhos de injeção

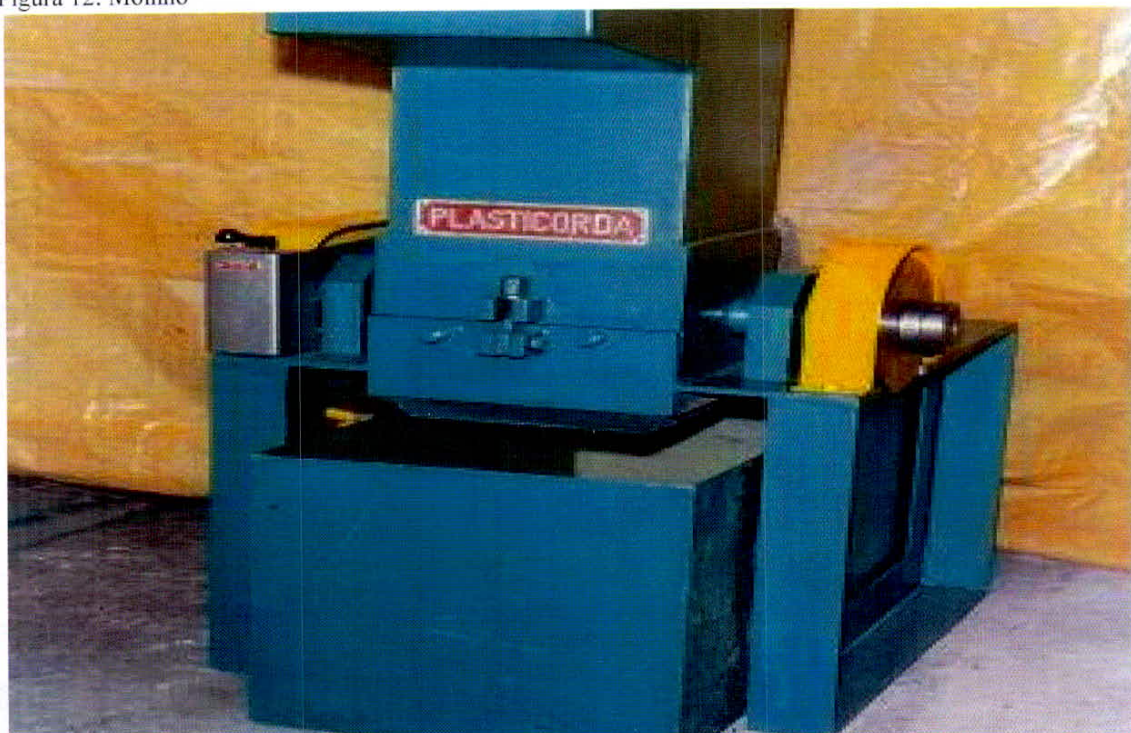
Moagem é a operação onde serão transformados os galhos de injeção em material granulado, a mesma pode ser realizada posteriormente a injeção ou durante o ciclo de injeção através de sistema automatizado.

Após a moagem dos galhos de injeção, o material deverá ser armazenado de forma que não sofra contaminação posterior no estoque.

Caso exista na máquina de injeção um sistema automatizado, programar o robô para descarte do galho diretamente no moinho ao lado da injetora, esta situação é a ideal devido a reduzir significativamente o risco de contaminação do material.

A visualização do equipamento de moagem pode ser realizada através da figura 12.

Figura 12: Moinho



Fonte: Próprio autor

7.2.4 Preparação do material

A preparação de matéria-prima consiste na preparação do material específico ao produto a ser injetado.

Neste projeto consistirá na mistura do material moído proveniente da moagem dos galhos de injeção em porcentagens de 0 a 20% em relação a virgem.

8 COMPROVAÇÃO DO PROJETO

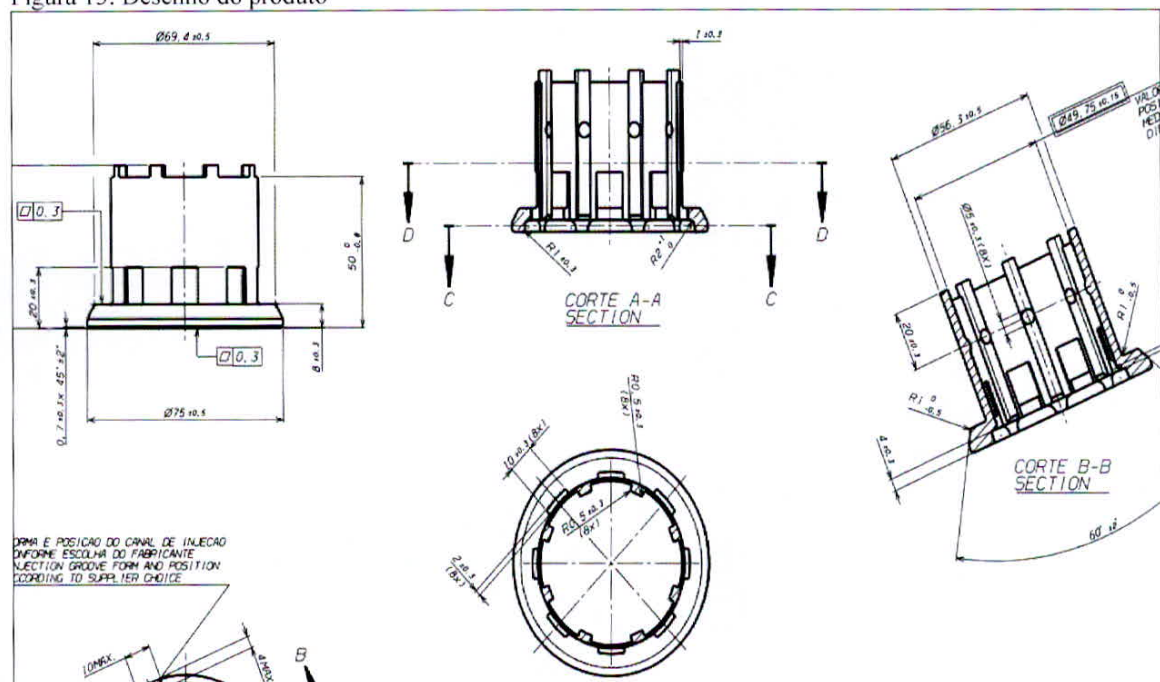
8.1 Definição do produto a ser testado

O produto a ser testado será Capa de Guia, produto de grande volume de produção, em média 220.000 peças mensais e também devido ao volume representativo do seu galho de injeção.

O peso das peças injetadas, no total de oito peças por ciclo, é de 154,04 gramas, sendo que seu galho de injeção pesa 19,48 gramas, ou seja, o equivalente a 12,6 % do peso total das peças.

A visualização do desenho do produto definido a ser testado pode ser realizada através da figura 13.

Figura 13: Desenho do produto




8.2 Matéria prima a ser testada

O material a ser testado foi o PP composto conforme descrição abaixo através do seu datasheet:

A visualização do datasheet da matéria prima pode ser realizada através da figura 14.

Figura 14: Datasheet da matéria prima



Q

ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS

DOW BRASIL S.A

MATERIAL: BRANCOR PPAU2B PR **COR: PRETA**

CLIENTE: Varlos **COD. PRODUTO: 839000-9/REV 009**

GMID 133009

ENSAIOS	UNIDADE	NORMA	ESPECIFICADO
M.F.L. (230 °C/ 2,15Kg)	g/10min	DIN 53735 ISO 1133	5,5 - 7,5 (m/r)
RES.T. RUP. (50 mm/min)	N/mm ²	DIN 53455 ISO 927	≥ 24 (r)
R.IMPAC.(CHARPY CE 23 °C)	KJ/m ²	DIN 53453 ISO 179/20 (82)	≥ 16 (r)
S.IMPAC.(CHARPY SE 23 °C)	KJ/m ²	DIN 53453 ISO 179/20 (82)	NO BREAK (r)

PROPRIEDADES TÍPICAS DO MATERIAL

PONTO DE FUSÃO	°C	QB 113	161
M.F.L.(230°C/5,0KG)	g/10 min	DIN 53735/ ASTM D-1238	17
RES. AO CALOR (150°C/500hs)	-	-	SATISFAZ
FLAMABILIDADE	(mm)/min	ISO 3795 / CONTRAM 676/86	56

Atende os requisitos conforme
NORMA GMI 60 261 e FMVSE 302

OB S: (m) monitoração (i) Informativo (r) reprovativo
 1-Norma TL 440/45 (PP5) - deve constar no laudo.
 2-Todas informações acima devem constar no laudo.
 Embalagem: saco PE valvulado contendo 25 kg.

ELABORADO POR: Rogerio Sakahara	APROVADO/EMITIDO POR: Almir Alves Rosario	DATA APLICAÇÃO: 18/06/2008
---	---	--------------------------------------

DOW RESTRICTED - For internal use only

Fonte: Fornecedor do material

8.3 Realização de testes de injeção

8.3.1 Preparação de matéria prima

Para realização do teste de injeção, iniciamos o processo através da separação dos galhos refugados sem contaminação, realizamos a moagem deste material e preparamos 100 kg de matéria prima na proporção de 20% de moído em relação ao virgem, ou seja, 80 kg de virgem com o acréscimo de 20 kg de moído.

Esta preparação nesta proporção tem como objetivo simular a imediata reutilização dos galhos de injeção em sistema automatizado ou definir a porcentagem exata de preparação manual de matéria prima para utilização em máquinas sem automação na condição máxima, acima dos 12,6 % em relação ao peso das peças.

Esta condição acima do peso do galho definido foi definida com o objetivo de se criar uma margem de segurança devido a falhas operacionais de mistura ou imprecisão das válvulas dosadoras do sistema automatizado.

Importante ressaltar que há necessidade de correta homogeneização do material na preparação para evitar falhas de abastecimento do silo e injeção de peças com porcentagem de moído superior ao definido.

Após o abastecimento no silo o material passou pela estufagem de duas horas para que o processo de injeção fosse iniciado.

8.3.2 Definição dos parâmetros de processo

O equipamento de injeção foi ajustado de acordo com a ficha técnica de processo em condições normais de produção com objetivo de verificação de performance do processo e possíveis problemas de injeção.

A visualização da ficha técnica de processo pode ser realizada através da figura 15.

8.4 Verificação dimensional dos testes de injeção

Realizado inicialmente verificação dimensional das cotas de controle do produto nas peças injetadas com matéria prima virgem e com 20% de acréscimo de moído, com o objetivo de avaliação dimensional em relação á manutenção da especificação.

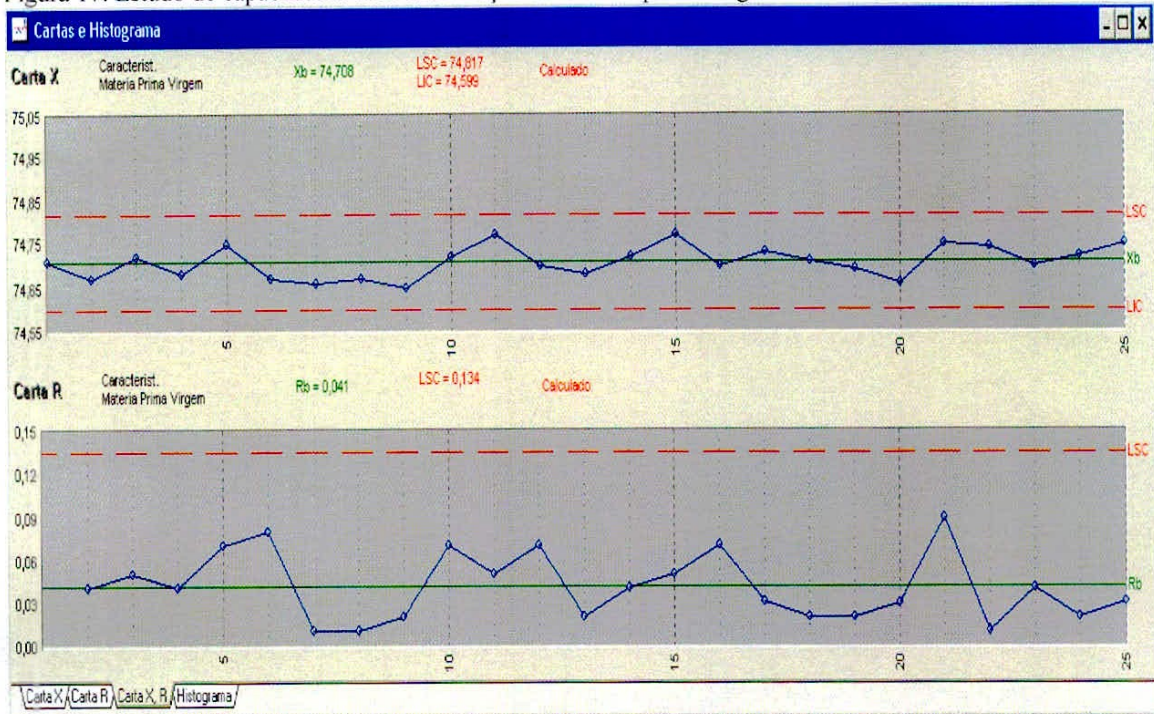
A comprovação dos resultados pode ser realizada através de comparativo dos resultados das figuras 16, 17, 18 (matéria prima virgem) e 19, 20, 21 (matéria prima preparada) .

Figura 16: Relatório Dimensional matéria prima virgem

METROLOGIA											
RAI - Relatório de Amostra Inicial											
RAI N°:		REV. N°: 00		Emissão 24/08/12				Página: 01/01			
Cliente:		Material / Cor: PP COMPOSTO AUZBPR / PRETO				<input type="checkbox"/> 1ª Amostra <input type="checkbox"/> Reapresentação de Amostra <input type="checkbox"/> Modificação Ferramental <input checked="" type="checkbox"/> Verificação Dimensional <input type="checkbox"/> Auditoria de Produto					
Peça: CAPA GUIA		Molde N°:		N° Cavidade 08							
N°:		Revisão: 001		Data (Desenho) 20/08/07							
Coordenada	Especificações				INSTR.	CAY. N°	Metrologia CRW		Desvio	CLIENTE LAUDOS	
	Nominal	+	-				MIN.	MAX.		C	NC
04	Ø	75,00	0,50	0,50	D	1	74,61	74,65			
					D	2	74,67	74,72			
					D	3	74,72	74,77			
					D	4	74,58	74,60			
					D	5	74,55	74,58			
					D	6	74,67	74,72			
					D	7	74,66	74,67			
					D	8	74,57	74,60			
27	Ø	8,00	0,30	0,30	D	1	8,01	8,04			
					D	2	8,09	8,12			
					D	3	8,10	8,14			
					D	4	8,05	8,11			
					D	5	8,03	8,07			
					D	6	8,06	8,10			
					D	7	8,07	8,13			
					D	8	8,03	8,11			
07	Dim	49,75	0,15	0,15	L	1	49,83	49,87			
					L	2	49,79	49,80			
					L	3	49,61	49,65			
					L	4	49,64	49,68			
					L	5	49,76	49,80			
					L	6	49,65	49,67			
					L	7	49,75	49,79			
					L	8	49,88	49,92			
Amostra Arquivada		Quantidade de Amostra				Cópias		<input checked="" type="checkbox"/> Qualidade <input checked="" type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Outros			
<input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO		12									
PARECER DO CLIENTE		<input checked="" type="checkbox"/> APROVADO <input type="checkbox"/> REPROVADO <input type="checkbox"/> DESVIO									
Legenda: A - Dinamômetro B - Durômetro		C - Micrômetro D - Paquímetro E - Pente de Folha		F - Projetor de Perfil G - Raaosímetro H - Torquímetro		I - Tridimensional J - Tridimensional Manual L - Tridimensional Óptica		M - Kratos N - Altimetro			

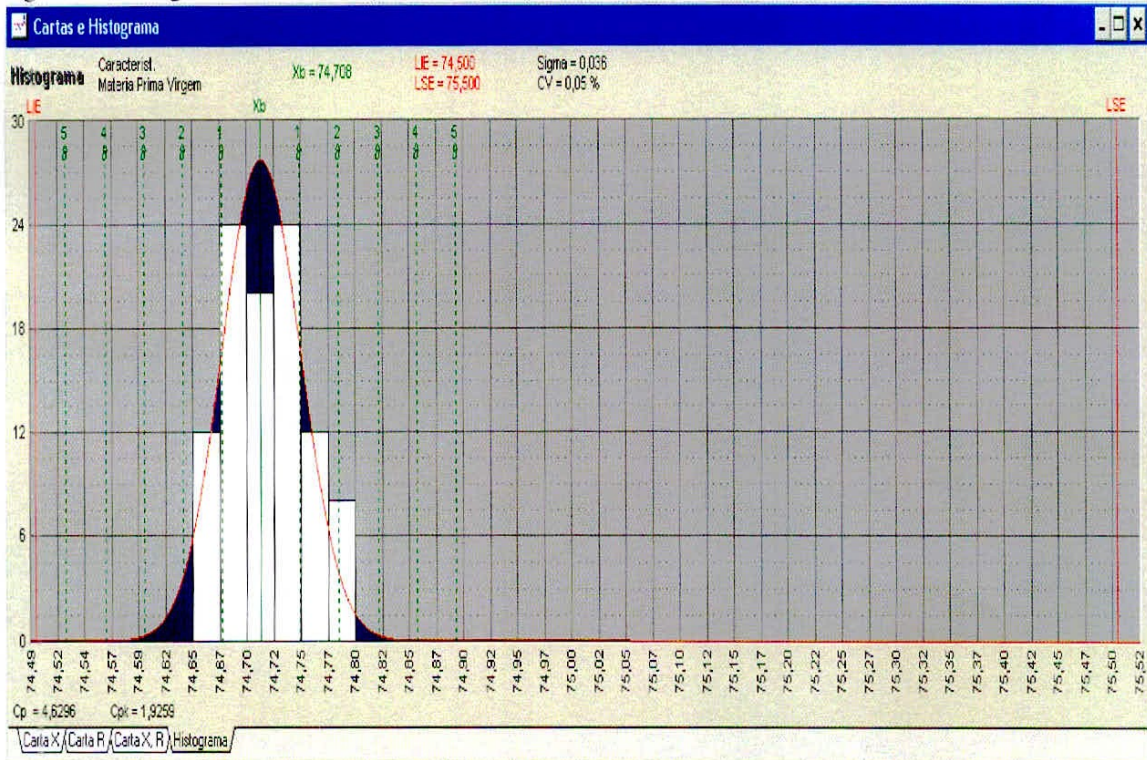
Fonte: Próprio autor

Figura 17: Estudo de capacidade com a utilização de matéria prima virgem



Fonte: Próprio autor

Figura 18: Histograma com a utilização de matéria prima virgem



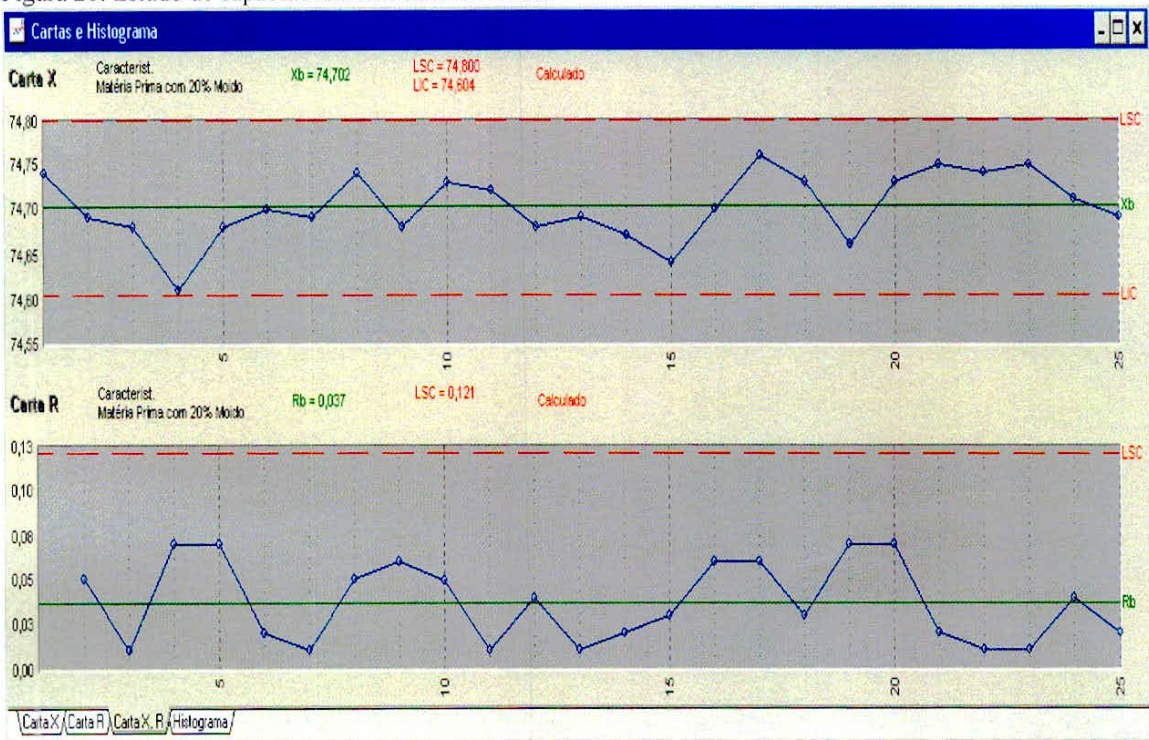
Fonte: Próprio autor

Figura 19: Relatório dimensional 20% de moído

METROLOGIA											
RAI - Relatório de Amostra Inicial											
RAI Nº:		REV. Nº: 00		Emissão 24/08/12				Página: 01/01			
Cliente:		Material / Cor: PP COMPOSTO AU2B + 20% MOÍDO			<input type="checkbox"/> 1ª Amostra <input type="checkbox"/> Reapresentação de Amostra <input type="checkbox"/> Modificação Ferramental <input checked="" type="checkbox"/> Verificação Dimensional <input type="checkbox"/> Auditoria de Produto						
Peça: CAPA GUIA		Molde Nº:	Nº Cavidade 08								
Nº:		Revisão/Data (Desenho) 001 20/08/07									
Coordenada	Especificações				Metrologia CRW				CLIENTE LAUDOS		
	Nominal	+	-		INSTR.	CAV. Nº	MIN.	MAX.	Desvio	C	NC
04	Ø 75,00	0,50	0,50		D	1	74,54	74,58	▶		
					D	2	74,69	74,73	▶		
					D	3	74,68	74,72	▶		
					D	4	74,61	74,68	▶		
					D	5	74,58	74,59	▶		
					D	6	74,60	74,64	▶		
					D	7	74,69	74,70	▶		
					D	8	74,64	74,67	▶		
27	Dim 8,00	0,30	0,30		D	1	8,02	8,05	▶		
					D	2	8,00	8,05	▶		
					D	3	8,02	8,08	▶		
					D	4	8,02	8,07	▶		
					D	5	8,00	8,06	▶		
					D	6	8,06	8,09	▶		
					D	7	8,04	8,07	▶		
					D	8	8,02	8,06	▶		
07	Ø 49,75	0,15	0,15		L	1	49,821	49,865			
					L	2	49,621	49,742			
					L	3	49,656	49,688			
					L	4	49,835	49,876			
					L	5	49,867	49,888			
					L	6	49,726	49,771			
					L	7	49,817	49,825			
					L	8	49,883	49,893			
Amostra Arquivada		Quantidade de Amostra				Cópias		<input checked="" type="checkbox"/> Qualidade <input checked="" type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Outros			
<input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO		12									
PARECER DO CLIENTE		<input checked="" type="checkbox"/> APROVADO		<input type="checkbox"/> REPROVADO		<input type="checkbox"/> DESVIO					
Legenda:		C - Micrômetro		F - Projetor de Perfil		I - Tridimensional		M - Kratos			
A - Dinamômetro		D - Paquímetro		G - Ruqosímetro		J - Tridimensional Manual		N - Altimetro			
B - Durômetro		E - Pente de Folqa		H - Torquímetro		L - Tridimensional Óptica					

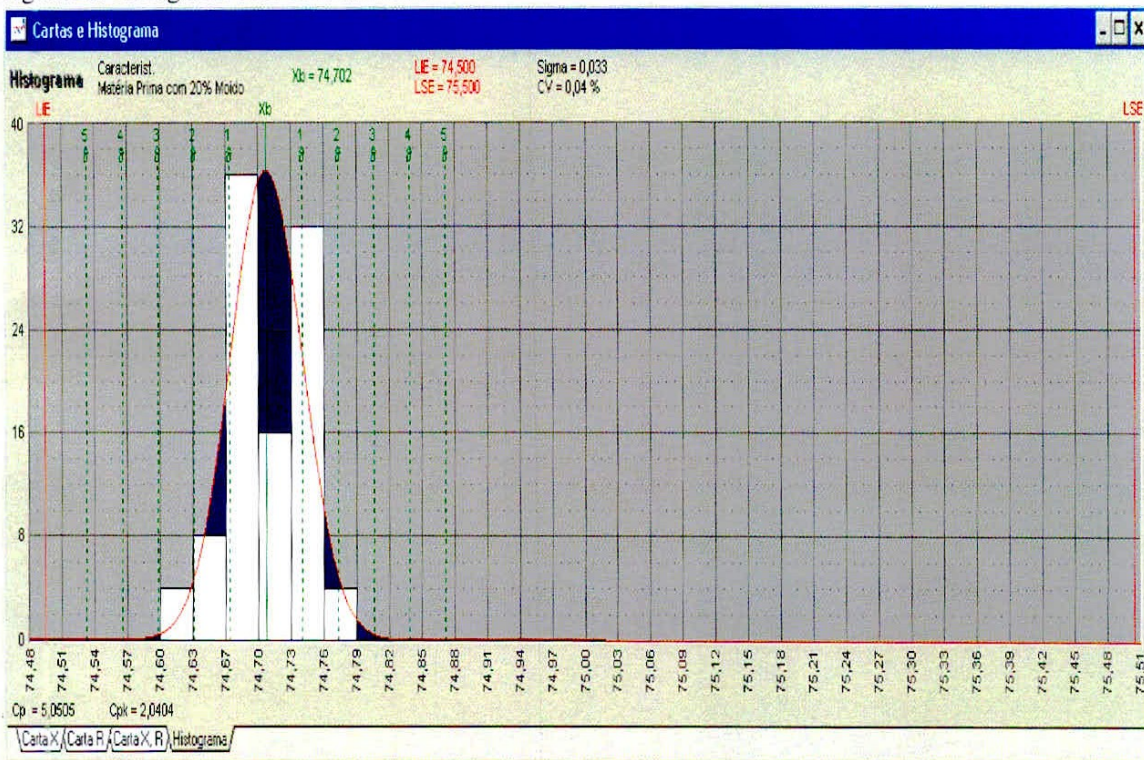
Fonte: Próprio autor

Figura 20: Estudo de capacidade com 20% de moído



Fonte: Próprio autor

Figura 21: Histograma com 20% de moído



Fonte: Próprio autor

Após verificação dimensional das duas condições, matéria prima padrão e matéria prima com adição de 20% de moído, constatamos que não houve alteração dimensional significativa e todas as cotas permaneceram dentro da especificação de desenho.

Importante ressaltar que também foi realizado estudo de capacidade de processo com o objetivo de verificar a estabilidade do processo nas duas situações.

O resultado de estudo demonstra resultados positivos, demonstrando que o processo está capaz, porém não normal devido o deslocamento das amostras em ambos os casos para a tolerância mínima.

Portanto em relação a verificação dimensional o item injetado com 20% de moído está aprovado.

8.5 Verificação estética do produto testado

Após a análise dimensional do produto e sua aprovação, realizamos uma verificação estética das peças em relação aos padrões estéticos definidos pelo cliente.

Constatamos que todas as peças injetadas estão de acordo com o padrão estético do cliente onde foi verificado a presença de manchas, falhas de injeção, pintas, riscos, trincas, etc.

8.6 Verificação da eficácia da ação tomada

A eficácia da ação tomada será através do acompanhamento das produções posteriores em relação a problemas de injeção, falhas dimensionais, estéticas e reclamações de cliente.

Importante ressaltar que o índice de refugo se manteve nas mesmas condições anteriores de injeção com a matéria prima virgem.

9 ANÁLISE ECONÔMICA

A análise econômica será baseada nos investimentos necessários para implantação do projeto de reutilização do galho de injeção em relação a mão de obra e equipamentos necessários.

9.1 Investimento em equipamentos

Para a implantação do projeto haverá necessidade de um moinho para moagem dos galhos de injeção, mas como a empresa já dispõe deste equipamento para outras finalidades, não haverá necessidade de aquisição de um novo equipamento.

9.2 Investimento em mão de obra

A mão de obra a ser utilizada para separação dos galhos na operação de injeção será o mesmo operador da máquina durante o ciclo de injeção.

Na operação de moagem e preparação de material será utilizada a mão de obra já existente no departamento e será incluído como mais uma atividade normal.

Portanto não haverá necessidade de novos investimentos em mão de obra para implantação do sistema.

10 VIABILIDADE ECONÔMICA

A viabilidade econômica do projeto tem como base o custo de aquisição de matéria prima virgem (PP) que é de R\$5,35 kg e a possibilidade de se reduzir em até 20% o consumo total de 30 toneladas mensais.

Com a obtenção do objetivo, a economia mensal será de R\$32.100,00 e anualmente R\$385.200,00.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações finais abordam as conclusões sobre o projeto de reutilização dos galhos de injeção e sugestões a novos estudos.

11.1 Conclusão

O galho de injeção é um material que pode ser reutilizado, proporcionando aumento da lucratividade da empresa e conseqüentemente maior estabilidade e geração de emprego.

Outro fato que não foi abordado no estudo é que a reutilização do material plástico (PP) resulta na economia de recursos não renováveis e redução da quantidade de resíduos plásticos destinados ao meio ambiente em forma de lixo.

Os resultados obtidos comprovaram que é totalmente viável economicamente a utilização do material moído na proporção estudada sem que comprometam as características dimensionais e estéticas do produto.

Importante ressaltar que a eficácia das ações serão evidenciadas, através do acompanhamento das produções posteriores, ocorrências de reclamações internas e externas, onde a causa raiz esteja diretamente ligada a matéria-prima.

O projeto será apresentado á diretoria responsável pela empresa Inbrasmec Indústria Mecânica Ltda., com o objetivo alteração do processo existente afim de melhorar a lucratividade atual sem comprometimento da qualidade final dos produtos injetados com (PP).

11.2 Sugestões

Mediante comprovação da eficiência do projeto e o seu importante retorno econômico através da reutilização dos galhos de injeção, nos leva a condição de sugerir a realização de novos projetos de reutilização com novas fontes de refugo, como peças com falhas de injeção, borras e posteriormente para outros materiais como PC, PBT, PA, ABS, etc.

REFERÊNCIAS

- REDFARN, C. A. **Tecnologia das Matérias Plásticas**. São Paulo: Polígono, 1962.
- ROMAN, Ademar. **Transformação do Polietileno-PEB**. São Paulo: Érika, 1995.
- ZANIN, Maria; MANCINI, Sandro Donnini. **Resíduos plásticos e reciclagem**: aspectos gerais e tecnologia. São Carlos: EdUFSCCar, 2004.
- CORAZZA FILHO, Euclides Costacurta. **Termoplásticos**: os materiais e sua transformação. 4ªed. São Paulo: Plásticos em Revista, 1985.
- BLASS, Arno. **Processamento de Polímeros**. 2. ed. Florianópolis:UFSC,1988.
- RECICLA BRASIL. **Reciclagem PP**: características e Limitações . Disponível em: <http://www.Reciclabrasil.net/PP.html>. Acesso em: 08/2012.
- KAUS, Rebeca Nogueira Lourenço. **Guia de Estudos**: introdução ao Pensamento Científico - GEaD. Unis:Varginha, 2011.
- TUDO SOBRE PLÁSTICOS. **Diferença entre homopolímero e copolímero**. Disponível em: <http://www.tudosobreplasticos.com/polimerizacao/homoecopo.asp>. Acesso em: 04/2012.