



# **Implementação de um Sistema de Gestão da Produção em uma Indústria de Injeção de Plástico**

Alex Moreira de Sá

## **Projeto Final de Curso**

Orientador

Prof. Estevão Freire, D. Sc.

Março de 2013

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DA  
PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE INJEÇÃO DE  
PLÁSTICO**

Alex Moreira de Sá

Projeto Final de Curso submetido ao Corpo Docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários para à obtenção do grau de bacharel em engenharia química.

Aprovado por:

---

Fábio Almeida Oroski, D. Sc.

---

Flávia Chaves Alves, D. Sc.

---

Luiz Fernando Leite, D. Sc.

Orientado por:

---

Estevão Freire, D. Sc.

Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Março de 2013

Sá, Alex Moreira.

Implementação de um sistema de gestão da produção em uma indústria de injeção de plástico/Alex Moreira de Sá. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2013.

vi, 48 p.; il.

(Projeto Final de Curso) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2012. Orientador: Estevão Freire

1. Injeção. 2. Gestão. 3. Produção. 4. Projeto Final de Curso (Graduação – UFRJ/EQ). 5. Estevão Freire, D. Sc. I. Implementação de um Sistema de Gestão da Produção em uma Indústria de Plástico.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, Cláudio e Márcia, por tudo aquilo que eles fizeram por mim, a educação que me foi dada, pelo exemplo de honestidade, caráter e responsabilidade, por todo o suporte financeiro que eu precisei para poder me formar e por tudo que eles abdicaram em prol do meu crescimento.

Agradeço aos meus irmãos, Felipe e Cláudio, pelos ótimos momentos que eles me proporcionam, por eles serem sempre um ombro amigo nos momentos difíceis.

Agradeço a minha namorada, Larissa, pelo apoio incondicional, por estar sempre ao meu lado, por me ensinar a ser uma pessoa melhor, e por dividir sua vida comigo.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Estevão, por toda atenção e dedicação em me orientar.

Agradeço a todos os professores que eu tive até hoje, por dividir seus conhecimentos comigo. Conhecimento nunca é o bastante.

Agradeço também a todas as pessoas que tornam meu caminho mais difícil, pois elas são responsáveis diretas pelo meu amadurecimento.

Resumo do Projeto Final de Curso apresentado à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Químico.

## **IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DA PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE INJEÇÃO DE PLÁSTICO**

Alex Moreira de Sá  
Março, 2013

Orientador: Prof. Estevão Freire, D. Sc.

Atualmente consome-se no Brasil cerca de 23 kg de plástico por pessoa por ano. Estima-se que em 2015 este consumo irá aumentar para 46 kg de plástico por pessoa por ano. Há no Brasil cerca de 11 mil empresas de transformação de plástico, sendo que a grande maioria é de micro e pequeno porte. A maioria dos trabalhadores deste setor industrial não apresenta formação adequada, tais como engenharia ou administração, sendo que a maioria possui apenas o ensino médio. A formação inadequada dos trabalhadores e dos donos das empresas de transformação de plástico muitas vezes fazem surgir problemas de gestão da produção, que leva empresas com potencial a produzir menos do que o possível. Visando solucionar problemas de gestão da produção e preparar as empresas de injeção de plástico de micro e pequeno porte para atender a demanda de transformados plásticos até 2015, este trabalho propõe um modelo de sistema de gestão da produção e um método de como fazer a implementação do mesmo. O sistema de gestão da produção consiste em duas partes: funcionamento do PCP (nível gerencial) e acompanhamento da produção (nível chão de fábrica). Já o método de implementação consiste em mapear a empresa, elaborar procedimentos, normas e documentos, prover treinamento, implementar o sistema de gestão, verificar resultados obtidos e validar o sistema de gestão da produção. Para validar o modelo de sistema de gestão da produção e o método de implementação do mesmo, foi realizado um estudo de caso por dois meses em uma empresa de injeção de plástico de pequeno porte. Os resultados obtidos após a implementação do sistema de gestão na empresa do estudo de caso foram satisfatórios, tendo em vista que foram solucionados alguns problemas de gestão da produção, tais como atrasos em entregas, superprodução, redução de tempo ocioso das máquinas injetoras, entre outros.

## **Sumário**

Capítulo I – Introdução .....	1
I. 1 – Objetivo .....	3
Capítulo II – Revisão Bibliográfica .....	4
II. 1 – As Indústrias de 1ª, 2ª e 3ª Gerações da Cadeia Petroquímica .....	4
II. 2 – O Processo de Moldagem de Plásticos por Injeção .....	5
II. 2.1 – A Máquina Injetora e o Molde de Injeção .....	6
II. 2.2 – O Ciclo de Injeção.....	9
II. 2.3 – Principais Parâmetros do Processo de Injeção .....	10
II. 2.4 – Tipos de Produtos Produzidos pelo Processo de Injeção.....	11
II. 2.5 – Inovações Tecnológicas no Setor de Transformados Plásticos.....	13
II. 3 – Planejamento e Controle da Produção – PCP.....	16
II. 3.1 – PCP em Empresas que Operam em Sistema <i>Make To Order</i> .....	19
II. 3.1.1 – Materials Requirements Planning (MRP).....	19
II. 3.2 – Produção Enxuta .....	21
II. 3.3 – Programação da Produção .....	23
II. 4 – Sistema de Gestão de Qualidade.....	24
II. 4.1 – Ferramentas da Qualidade .....	25
Capítulo III – Metodologia.....	28
III. 1 – Apresentação da Empresa .....	28
III. 2 – Sistema de Gestão da Produção.....	28
III. 3 – Metodologia para Implementação do Sistema de Gestão da Produção .....	29
Capítulo IV – Resultados e Discussão .....	31
IV. 1 – Apresentação da Documentação .....	31
IV. 2 – Resultados.....	44
IV. 3. – Limitações do Sistema de Gestão Proposto .....	44
Capítulo V – Conclusão .....	45
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

## Capítulo I – Introdução

O consumo de transformados plásticos *per capita* está diretamente relacionado ao índice de desenvolvimento de um país. Estima-se que, com o crescimento do consumo de transformados plásticos, em 2015 chegar-se-á a marca de 46 kg de consumo de plásticos por pessoa no Brasil (ABIPLAST, 2011).

A indústria de transformação de plásticos é de extrema importância econômica e social para o Brasil. Estudos realizados pela Associação Brasileira da Indústria do Plástico (ABIPLAST) mostram que o setor é responsável por um faturamento de 50 bilhões de reais, o setor também mantém empregados cerca de 350 mil pessoas (ABIPLAST, 2011).

A indústria de transformação de plásticos tem a missão de transformar resinas termoplásticas em bens de consumo. A maior parte dedica-se a produzir peças e componentes para outros setores da indústria, tais como, automobilística, eletroeletrônicos, farmacêutica, entre outras. Já a menor parte tem como destino de seus produtos o consumidor final, atuando através de redes de varejo, como é o caso de produtos para construção civil, descartáveis, brinquedos, entre outras.

Os principais processos envolvidos na transformação de plástico são: a extrusão, a injeção, o sopro, a termoformagem e a rotomoldagem, sendo que no Brasil, de acordo com a Figura 1, estão presente em maior número os processos de extrusão e injeção.

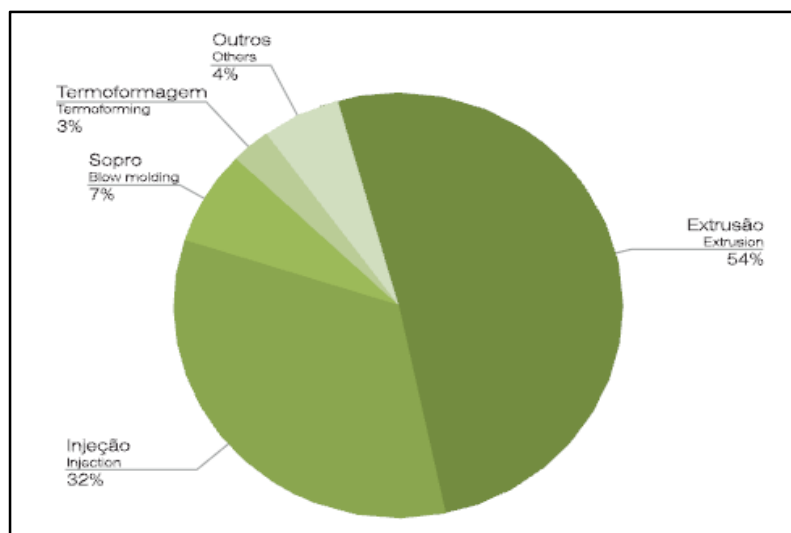
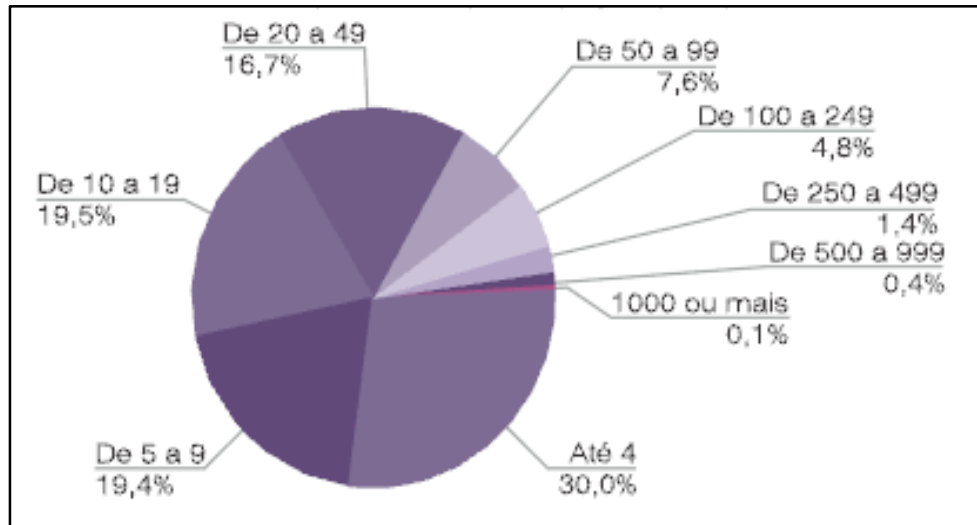


Figura 1 – Processos Utilizados na Produção de Transformados Plásticos

Fonte – ABIPLAST, 2011.

Ainda segundo a ABIPLAST, há no Brasil cerca de 11 mil empresas de transformação de plástico, sendo que a grande maioria está localizada nas regiões Sul e Sudeste. A figura 2 mostra que, em relação ao porte das empresas, 93% correspondem a empresas de micro e pequeno porte, de acordo com classificação do SEBRAE que diz que uma empresa com até 19 funcionários é classificada como microempresa e uma empresa que possua de 20 até 99 funcionários é classificada como pequena empresa.



**Figura 2 – Porte das Empresas de Transformação de Plástico**

**Fonte – ABIPLAST, 2011.**

A indústria de injeção de plástico não é exceção em relação às outras indústrias de transformação de plástico. Ela está situada em maior parte nas regiões Sul e Sudeste do país e a grande maioria das empresas são de micro e pequeno porte. O motivo da maioria das empresas serem de micro e pequeno porte é a facilidade que os empresários têm em comprar máquinas injetoras e moldes de injeção, e a simplicidade de operação. Em geral, os empresários do setor de transformação de plásticos não possuem formação adequada, seja em Administração de Empresas ou em Engenharia, o que faz com que a gestão da produção ocorra de maneira informal e ineficiente.

Atualmente existem uma grande lacuna em relação à gestão da produção em micro, pequena e médias empresas. Esta lacuna acarreta em frequentes problemas de atrasos de entregas dos pedidos, superprodução, falta de qualidade, entre outros problemas que seriam facilmente resolvidos caso a empresa tivesse um sistema de gestão da produção eficiente.



No que se refere à gestão da produção em micro, pequenas e médias empresas, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) propõe que sejam estabelecidos dois programas principais e complementares. O primeiro é a criação de programas de extensionismo industrial junto às micro, pequenas e médias empresas com o intuito de levar padrão de gestão da produção para as indústrias de transformação de plástico. O segundo programa consiste na criação de um programa de difusão de Tecnologia Industrial Básica – TIB e de sistemas de normalização para as indústrias de transformação de plástico, que podem estar associados a normas de produtos ou a processos produtivos.

A falta de literatura científica sobre gestão da produção em indústrias de transformação de plástico foi uma motivação para o desenvolvimento deste trabalho, que busca contribuir para os estudos de gestão da produção em microempresas do setor de transformação de plásticos por injeção, apresentando um estudo de caso de uma empresa do setor.

## **I. 1 – Objetivo**

Objetivo geral:

O objetivo geral do presente trabalho é desenvolver uma metodologia de implementação de um sistema de gestão da produção em empresas de injeção de plástico, de micro e pequeno porte, baseada em ferramentas de gestão da produção já existentes, porém adaptadas às necessidades deste público alvo.

Objetivos específicos:

- a) Validar normas e procedimentos utilizados na empresa do estudo de caso;
- b) Identificar pontos críticos de gestão de uma indústria de transformação de plásticos e utilizar metodologia baseada em MRP
- c) Elaborar método de implementação de sistema de gestão da produção.

## Capítulo II – Revisão Bibliográfica

### II. 1 – A Cadeia Petroquímica

Ao longo da cadeia petroquímica existem inúmeros produtos intermediários e finais. Um produto intermediário gera outros tantos produtos intermediários e finais, sendo ele também matéria-prima de outros produtos. Devido a esta grande complexidade, a cadeia petroquímica é dividida em três gerações distintas, de modo a tornar mais fáceis estudos sobre este segmento da indústria química. Estas gerações recebem os seguintes nomes: Indústria Petroquímica de 1ª Geração, de 2ª Geração e de 3ª Geração.

As indústrias de 1ª geração são as indústrias que produzem petroquímicos básicos, as olefinas (eteno, propeno, buteno, butadieno) e os aromáticos (benzeno, tolueno e xileno). Os petroquímicos básicos são resultado da primeira transformação das frações leves do petróleo (nafta). Estas transformações geralmente são craqueamento a vapor, pirólise, craqueamento catalítico e reforma a vapor. Os petroquímicos básicos servem de matéria-prima para a indústria de 2ª geração. Como os petroquímicos básicos são gases ou líquidos, estes são transportados até as indústrias de 2ª geração por meio de dutos. Isto faz com que as indústrias de 1ª e 2ª gerações se situem próximas umas das outras, formando os polos petroquímicos. No Brasil, a única empresa de 1ª geração é a Braskem (Braskem, 2012).

As indústrias de 2ª geração são aquelas responsáveis por agregar valor aos petroquímicos básicos. Estas transformam os petroquímicos básicos em petroquímicos intermediários, tais como: polietileno e poliestireno (produzido a partir do eteno), polipropileno e acrilonitrila (produzido a partir do propeno), polibutadieno (produzido a partir do butadieno), etc. Estes produtos intermediários servem de matéria-prima para as indústrias de 3ª geração. Em geral, estes produtos são sólidos podendo ser transportados com facilidade até seus consumidores, que não mais precisam estar próximos aos polos petroquímicos.

As indústrias de 3ª geração são aquelas que utilizam os petroquímicos intermediários poliméricos como matéria-prima, transformando-os em produtos finais, ou seja, bens de consumo. Estas indústrias fornecem embalagens, peças e utensílios para muitos setores da indústria, tais como: construção civil, automobilístico, eletroeletrônica, alimentícia, farmacêutico, etc. Os principais processos de transformação que as empresas de 3ª geração

utilizam são: processo de extrusão, de injeção, de sopro e de rotomoldagem. As empresas de transformação geralmente localizam-se próximas aos mercados consumidores.

A figura 3 mostra um fluxograma que adequadamente contextualiza as três gerações da cadeia petroquímica.

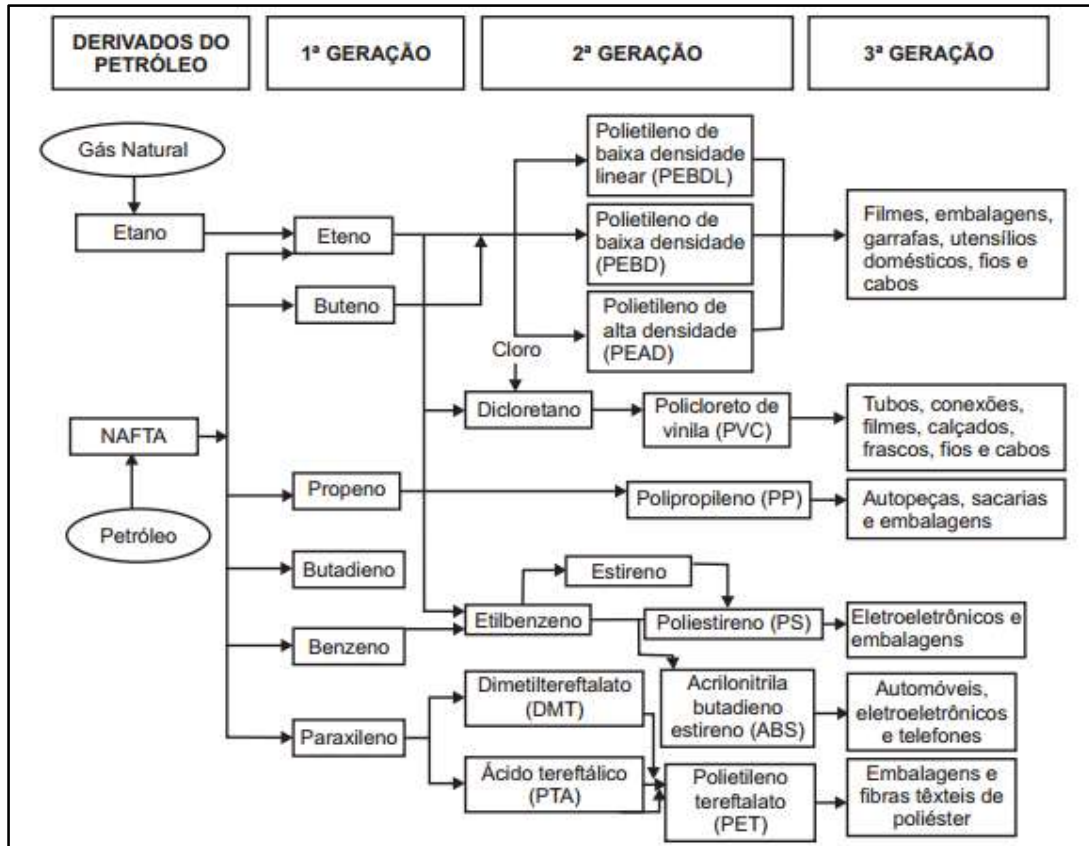


Figura 3 – Esquema Simplificado da Cadeia Petroquímica  
Fonte – Leonardi, P. (2009)

## II. 2 – O Processo de Moldagem de Plásticos por Injeção

O processo de moldagem de plásticos por injeção é um dos processos mais importante de manufatura de peças plásticas, porque permite a fabricação de peças de diferentes geometrias e de diversos tamanhos. A grande vantagem do processo de injeção é a sua capacidade de fabricar peças com geometria complexa em uma única etapa e com elevada qualidade. Na maioria dos casos etapas de acabamento não são necessárias. O processo de injeção é automatizado e é indicado para a produção em massa. Artefatos moldados por injeção são encontrados a toda hora em nossas vidas (MICHAELI & PÖTSH, 1995).

O processo de moldagem por injeção consiste em fundir e homogeneizar o material plástico (por meio de calor e cisalhamento), forçar a sua entrada na cavidade de um molde, resfriar e extrair o produto do interior do molde (HARADA, 1991). O processo é realizado em uma máquina injetora e acoplado a ela está o molde que dará a forma do produto.

## II. 2.1 – A Máquina Injetora e o Molde de Injeção

Para produzir peças por injeção é necessário à utilização de dois equipamentos: a máquina injetora e o molde. A figura 4 mostra uma máquina injetora da marca ROMI.



Figura 4 – Máquina Injetora ROMI  
Fonte – Catálogo ROMI, 2012.

A máquina injetora pode ser dividida basicamente em uma unidade de injeção e uma unidade de fechamento. A figura 5 mostra as unidades da injetora juntamente com os componentes de cada unidade.

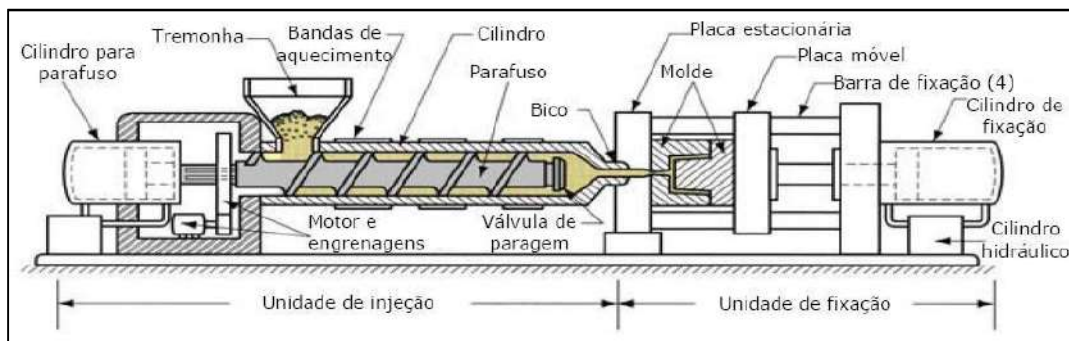


Figura 5 – Unidades de uma Máquina Injetora  
Fonte – Silva, D., 2010.

A unidade de injeção é composta basicamente por uma tremonha que é responsável pela a alimentação da máquina, um cilindro (canhão) oco que possui resistências elétricas em sua volta que são responsáveis por fornecer calor ao plástico para fundi-lo. Na ponta do cilindro é colocado o bico injetor que e responsável por injetar o plástico fundido na cavidade do molde. Dentro do cilindro existe um parafuso de rosca sem fim que ao girar ajuda a fundir o material por meio de cisalhamento e o transporta até o bico injetor.

A unidade de fechamento funciona tal como uma prensa horizontal. A placa de fixação do lado do bico de injeção é fixa e a placa de fixação do lado do fechamento é móvel. A parte móvel desliza sobre colunas que tem a função de guiar o movimento da placa. Esta unidade é responsável por abrir e fechar o molde, além de mantê-lo trancado com extrema força durante a injeção, evitando assim que o plástico vaze para fora da cavidade. Integram também esta unidade sistemas que auxiliam a extração do produto.

O molde de injeção é o elemento chave no processo de moldagem por injeção (MICHAELI & PÖTSCH, 1995). Consiste em um sistema complexo que precisa desempenhar algumas tarefas simultaneamente (KAZMER, 2007), que são: receber e alocar o plástico fundido, resfriar o produto de forma eficiente de tal molde que o plástico passe de fluido a sólido, e extrair o produto acabado.

O molde de injeção é composto basicamente por placas de aço devidamente usinadas. O molde de injeção possui dois lados, o lado da injeção e o lado da extração. Estes dois lados devem se separar sem dificuldades a fim de permitir a extração do produto. O lado da injeção é composto por uma placa suporte, uma placa cavidade e acessórios. Já o lado da extração é composto por uma placa suporte, placas de extração, pinos extratores, placa cavidade e muitos acessórios.

O sistema de alimentação é todo feito pelo lado da injeção, e tem como objetivo levar plástico fundido até o interior do molde, ou seja, até a cavidade do molde. O sistema de resfriamento é todo feito nas placas cavidades. Nelas são feitos canais, pelos os quais circulam água gelada que trocam calor com o plástico fundido através de condução e convecção. O sistema de resfriamento é responsável por solidificar o plástico fundido, formando assim o produto desejado.

O sistema de extração é responsável por ajudar na extração da peça. Quando o molde é aberto, pinos extratores são empurrados no sentido contrário da abertura do molde. Isto faz com que o produto seja empurrado para fora do molde.

As figuras 6 e 7 mostram o molde de injeção e seus diversos componentes em duas vistas diferentes, uma lateral com corte e outra em três dimensões.

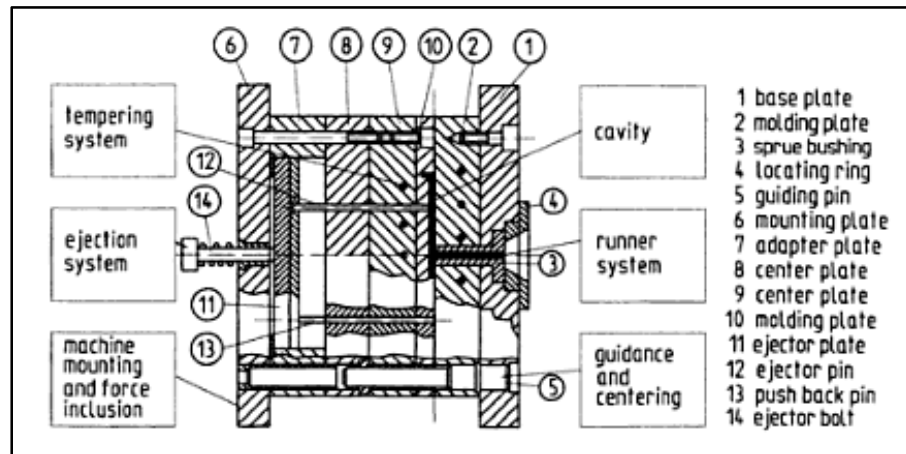


Figura 6 – Elementos do Molde de Injeção  
Fonte – Mochaeli & Pötsch, 1995.

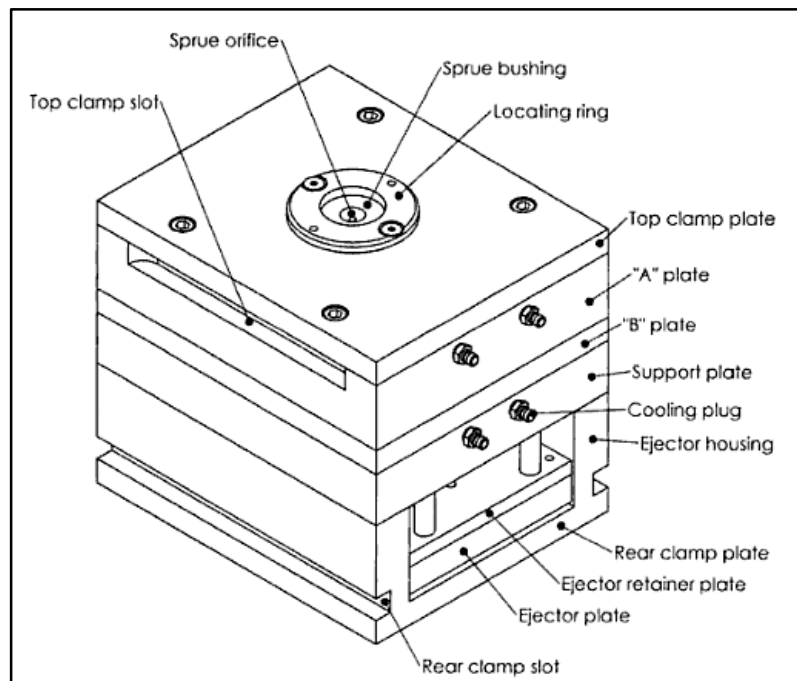


Figura 7 – Molde de Injeção – Vista em 3-D  
Fonte – Kazmer, 2007.

## II. 2.2 – O Ciclo de Injeção

Por ser um processo descontínuo e repetitivo, o processo de moldagem por injeção pode ser descrito como um ciclo. A otimização do ciclo de injeção é fundamental para garantir a competitividade econômica do processo.

Dentro do ciclo de injeção existem as seguintes etapas:

- *Etapa de Fechamento* – esta etapa inicia o ciclo ao fechar e trancar o molde. O molde deve suportar altíssimas pressões de injeção, por este motivo ele deve permanecer trancado por todo o ciclo, evitando que o plástico fundido saia da cavidade;
- *Etapa de Dosagem* – consiste na plastificação e homogeneização da composição polimérica por meio do calor fornecido pelas resistências térmicas e pelo movimento de rotação do parafuso sem fim. Ao passo que a composição polimérica vai sendo plastificada e homogeneizada ela é transportada até o bico injetor, onde a mesma é acumulada até chegar à quantidade suficiente a ser injetada. Com o auxílio de um anel de bloqueio a composição polimérica é impedida de fazer o caminho inverso;
- *Etapa de Preenchimento ou Injeção* – esta etapa tem início quando o parafuso sem fim avança linearmente dentro do cilindro, atuando como um êmbolo e forçando a entrada de material plastificado dentro do molde. Esta etapa ocorre à pressão e velocidade constante;
- *Etapa de Recalque* – após a etapa de preenchimento o material plastificado começa a se solidificar e conseqüentemente a contrair, fazendo com que o produto fique com dimensões menores. Para evitar que a peça fique com dimensões menores, é injetado uma pequena quantidade adicional de material plastificado. Nesta etapa é mantida a pressão de injeção. Esta adição de material injetado é conhecida como recalque;
- *Etapa de Resfriamento* – finalizado o recalque, o molde é mantido fechado para o resfriamento do produto até sua total solidificação. O resfriamento geralmente é feito utilizando água gelada que circula por canais no interior do molde. A etapa de resfriamento é a etapa mais longa do processo de moldagem por injeção. Ainda nesta etapa o parafuso sem fim recua até sua posição original para dar início a uma nova dosagem;
- *Etapa de Abertura e Extração* – ao fim do resfriamento o molde é aberto para que o produto possa ser retirado do molde. Ao passo que o molde é aberto, o sistema de

extração do mesmo é acionado e pinos extratores movem-se em sentido contrário ao movimento de abertura do molde, empurrando o produto para fora do molde.

O ciclo de injeção é então definido como o intervalo de tempo que se leva para que todas as etapas descritas ocorram.

### **II. 2.3 – Principais Parâmetros do Processo de Injeção**

No processo de injeção, existe uma quantidade numerosa de variáveis (parâmetros) que afetam o processo (BRYCE, 1996). Para corrigir os erros provocados pelas inúmeras variáveis do processo, são feitos ajustes nos principais parâmetros do processo. A seguir são explicitados os principais parâmetros do processo de injeção, segundo Galdamez & Carpinetti (2004):

- *Temperatura do cilindro* – é a temperatura na qual o cilindro deve permanecer durante o funcionamento da máquina injetora. Esta é a principal responsável por fundir a matéria-prima, portanto ela deve ser maior que a temperatura do ponto de fusão da mesma. Porém, a temperatura do cilindro não pode ser muito alta, pois pode causar degradação ao polímero. Ela é controlada pelas resistências elétricas que são acopladas ao cilindro;
- *Temperatura do molde* – é a temperatura de trabalho do molde, em especial das placas cavidade. Esta temperatura deve ser mantida baixa, pois ela é responsável pela solidificação do produto. Em geral, a temperatura do molde é controlada pela circulação de água gelada no interior do molde, através dos canais de resfriamento;
- *Dosagem* – é a quantidade de material a ser injetado na cavidade do molde. Esta quantidade de material é acumulada na ponta do cilindro até ser injetado;
- *Pressão de injeção* – é a pressão com a qual o material é injetado na cavidade do molde. Quanto maior a pressão de injeção, melhor é o preenchimento do produto;
- *Pressão de recalque* – é a pressão que atua por um período da etapa de resfriamento. Ela é responsável por não deixar que o material volte para o cilindro;
- *Contrapressão* – é a pressão exercida durante o retorno do parafuso sem fim até sua posição original. Tem a finalidade de retirar possíveis bolhas de ar da zona de alimentação, garantindo assim uma melhor homogeneização da matéria-prima;



- *Pressão de fechamento* – é a pressão exercida pela placa móvel da máquina injetora para manter o molde trancado durante a injeção. Ela deve suportar a pressão de injeção e de recalque;
- *Velocidade de injeção* – é a velocidade a qual o parafuso sem fim avança dentro do cilindro fazendo que o material dosado seja injetado na cavidade do molde. Quanto maior for o avanço do parafuso, menor será o tempo de injeção;
- *Velocidade de rotação do parafuso* – é a velocidade a qual o parafuso sem fim gira. O movimento de rotação do parafuso é responsável por homogeneizar o material e transporta-lo até o bico injetor. Quanto mais rápida for a rotação, mais rápido será o transporte do material e menor será sua homogeneização;
- *Tempo de injeção* – é o tempo que leva para que todo material entre na cavidade; deve ser o menor possível para que não haja solidificação de uma parte do material antes de outra parte. A solidificação do material deve ser homogênea;
- *Tempo de resfriamento* – é o tempo que leva para solidificar e resfriar o produto. Este deve ser suficiente para que o produto não sofra nenhum tipo de contração ou empenamento quando o mesmo for extraído.

Todos os parâmetros descritos acima são ajustados pelo painel de controle da máquina injetora.

## **II. 2.4 – Tipos de Produtos Produzidos pelo Processo de Injeção**

Devidos às características mecânicas dos plásticos, estes podem ser utilizados de diversas maneiras. Desde o início da indústria de transformação até hoje em dia, os plásticos vem substituindo de forma eficiente e barata materiais como vidro, metal, papel, madeira, entre outros. A versatilidade dos plásticos é tão grande que ele é utilizado em grandes quantidades em diferentes tipos de indústrias. Hoje em dia é praticamente impossível viver sem os produtos de plástico. Basta olhar a quantidade de produtos de plástico que nos cerca.

Os transformados plásticos, em especial os transformados pelo processo de moldagem por injeção, podem ser encontrados na indústria automotiva, farmacêutica, eletroeletrônica, alimentícia, de construção civil, de utilidades domésticas, de brinquedos, e muito mais. Dentre os processos de transformação de plástico, o processo de moldagem por injeção é o mais versátil.

A figura 8 mostra os diferentes tipos de processos de transformação e os tipos de indústrias que os mesmos atendem.

		PROCESSOS DE TRANSFORMAÇÃO						
		Extrusão	Injeção	Sopro	Roto-moldagem	Co-extrusão	Termo-formagem	...
SETORES DE APLICAÇÃO	Sacola Sacos	PES, PP, PVC						
	Utensílios Domésticos		PP, PEAD, PS, PVC, PET	PP, PEAD, PS, PVC, PET				
	Eleto-domésticos		PS					
	Auto-mobilística		PEAD, PP	PEAD, PP	PEAD			
	Dutos Tubos	PVC, PEAD, PP						
	Construção Civil	PVC, PEAD, PP	PVC, PEAD, PP					
	Embalagens Medicamentos		PEBD, EVA	PEAD				
	Embalagens Alimentos/Bebidas	PEBD, PELBD	PS, PP, EVA	PET, PP, PEAD, PVC		PEBD, PELBD, PEAD, PP, PET	PEAD, PS, PP	
	Embalagens Cosméticos		PEBD, EVA	PP, PEAD, PEBD, PVC, PET				

Figura 8 – Materiais Plásticos Segundo os Setores de Aplicação e Processo de Transformação  
Fonte – ABDI, 2009.

O que faz com que um produto possa ser moldado por injeção é a geometria do mesmo. Embora a moldagem por injeção seja capaz de produzir peças com complexidade geométrica elevada, existem geometrias que inviabilizam o processo. Produtos que possuem comprimento muito grande (exemplo: tubos) são inviabilizados por não existir máquina injetora e molde capaz de produzir os mesmos. Já os produtos que são fechados (exemplo: garrafas) são inviabilizados porque não há como extrair o produto do molde.

## **II. 2.5 – Inovações Tecnológicas no Setor de Transformados Plásticos**

Num mundo cada dia mais competitivo, a inovação tecnológica se torna um importante fator de aumento de desempenho e competitividade em todos os segmentos industriais.

Segundo a ABDI (2009), o setor de transformados plásticos, em termos tecnológicos, é um setor maduro e de médio-baixa intensidade tecnológica. O seu progresso técnico é profundamente influenciado pelas inovações desenvolvidas pelas empresas petroquímicas de 2ª geração e pelas empresas fornecedoras de equipamentos, caracterizando um domínio exercido pelos fornecedores. Isto quer dizer que as empresas de 3ª geração pouco contribuem na tecnologia que utilizam e que seu progresso técnico depende de inovações feitas pelos fornecedores de máquina e equipamentos e de matéria-prima.

As empresas transformadoras de plástico enfrentam obstáculos à inovação, dentre eles destacam-se os elevados custos de inovação, seguidos pelos riscos econômicos excessivos e a escassez de financiamento.

De fato, boa parte das inovações no setor petroquímico é dada pelas empresas de 2ª geração. Estas empresas buscam por resinas diferenciadas tais como resinas biodegradáveis, bioplásticos ou mesmo resinas com propriedades mecânicas melhores (ABDI, 2009).

Outra fonte de tecnologia no setor está nas mãos das empresas fornecedoras de máquinas e equipamentos, estas buscam por máquinas com altíssimos desempenhos e grandes níveis de automação, garantindo assim a competitividade das empresas transformadoras de plástico (ABDI, 2009).

Na outra ponta, a dos produtos finais, percebe-se que uma grande parte das inovações do setor também se baseia no desenvolvimento de novas aplicações para os transformados plásticos. Estas inovações de produto são puxadas pelas indústrias consumidoras de transformados plásticos. De fato, o baixo consumo aparente de transformados plástico no Brasil em relação aos países desenvolvidos mostra um potencial ainda maior na parte de inovações de produto (ABDI, 2009).

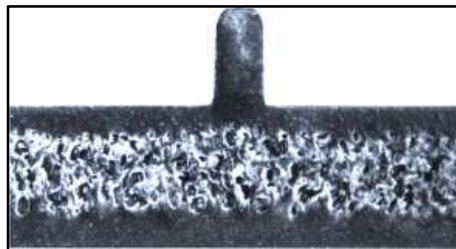
Apesar de ser um setor dominado por fornecedores, as taxas de inovação nas empresas de transformados plásticos com mais de 30 pessoas ocupadas é bastante similar à média da indústria de transformação brasileira. Assim como na média da indústria, as inovações de

processo são muito mais relevantes, no setor de plásticos, do que as inovações em produto. De acordo com a ABDI, cerca de 43% das empresas com mais de 30 funcionários no setor de plásticos declararam terem realizado algum tipo de inovação tecnológica. A maior parte dessas empresas, 36%, realizaram inovações nos seus processos produtivos – utilização de novas máquinas, por exemplo – e 26% criaram novos produtos. Entretanto, a maior parte da inovação em produtos ocorre pela incorporação, por parte da firma, de inovações já disponíveis no mercado brasileiro, como evidencia o fato de que apenas 5% dessas empresas criaram novos produtos ainda não disponíveis no mercado (ABDI, 2009).

Embora as indústrias de 3ª geração não serem as principais fontes de inovação na cadeia petroquímica, é possível destacar dois processos de injeção inovadores. O primeiro processo está sendo desenvolvido por uma empresa francesa chamada Mecaplast que pretende reduzir entre 30 a 50% o peso de peças automotivas moldadas por este novo processo de injeção que foi recentemente patenteado por eles. O segundo processo é fruto de pesquisas de algumas empresas em parceria com universidades e é conhecido como WAIM (*Water-Assist Injection Molding*) ou WIT (*Water Injection Technology*).

O novo processo de injeção desenvolvido pela Mecaplast foi batizado de Processo Plume, e pode levar a uma redução de 5 a 7 kg de um veículo. Isto acarretará em uma redução na emissão de CO<sub>2</sub> para atmosfera de cerca de 0,7 gramas por quilômetros (Cenne, 2012).

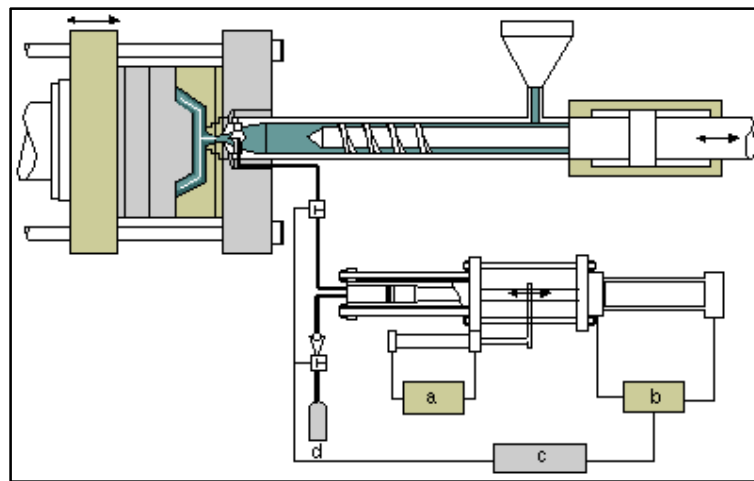
No Processo Plume, o material é injetado em um molde cujas paredes móveis estão inicialmente em uma posição projetada para frente. Depois que todo o material é injetado e a camada superficial da peça se solidifica, as paredes do molde se retraem. Isto reduz a pressão na cavidade do molde e o agente de expansão químico, até então dissolvido na massa fundida, sai da solução nas áreas da peça que ainda estão fluidas para criar uma estrutura celular que preenche o novo espaço criado. Sendo assim, conforme mostra à figura 9, a peça formada apresenta a superfície igual á uma peça convencional, entretanto seu interior é todo esponjoso.



**Figura 9 – Estrutura de uma Peça Produzida pelo Processo Plume**  
Fonte – Mecaplast, 2012.

O processo WAIM, segundo uma matéria publicada pela *UL IDES* (uma revista eletrônica especializada em plásticos), é o processo de injeção assistida mais promissor dos últimos tempos. O processo WAIM consiste em injetar água através do canal de injeção ou através de agulhas posicionadas no centro da resina quente, logo após a injeção da resina no molde. A matéria-prima em contato com a parede fria do molde se solidifica e a resina pastosa que está no centro da peça é empurrada pela água, completando a cavidade e deixando o interior oco. A pressão da água força o plástico contra a parede do molde, eliminando problemas de rechupes e, ao mesmo tempo, refrigerando a peça, o que contribui para redução do tempo de ciclo (*UL IDES, 2012*).

A figura 10 mostra um esquema simplificado do processo de injeção WAIM.



**Figura 10 - Esquema do Processo de Injeção WAIM**  
Fonte - *UL IDES, 2012*.

A redução no tempo do ciclo de injeção é uma grande vantagem do processo WAIM. Esta redução se dá devido a grande condutibilidade térmica da água que resfria a peça mais rapidamente. O tempo da etapa de resfriamento pode ser reduzido em 50%. Outra vantagem do processo WAIM, é que este reduz o consumo de matéria-prima e pode produzir peças com paredes 25% mais finas que as peças moldadas por injeção convencional (*UL IDES, 2012*).

Dentre as desvantagens do processo, destaca-se o consumo de água tratada, o uso de um equipamento auxiliar para fazer a injeção de água e a necessidade de drenar a água do interior da peça. Métodos de fazer esta drenagem vêm sendo alvo de estudos por empresas e universidades.

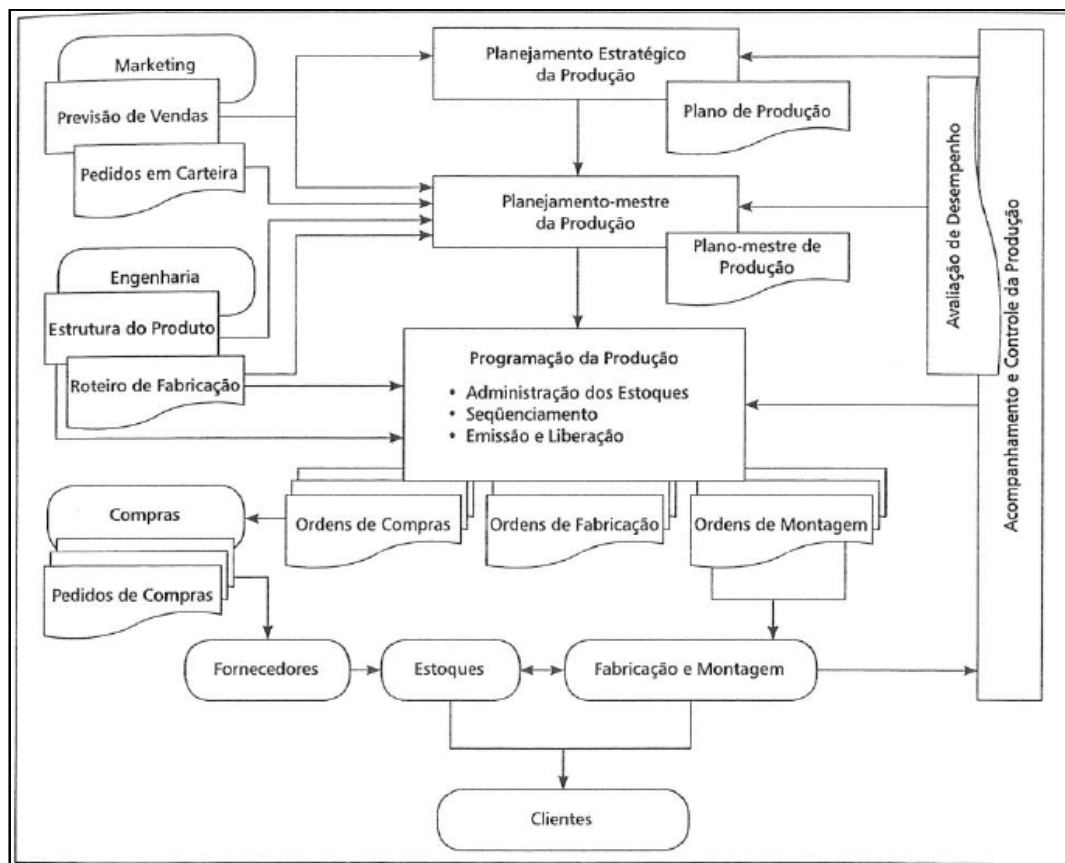
O processo WAIM irá atender principalmente a indústria automobilística, produzindo peças ocas, principalmente dutos de óleos e fluidos refrigerantes.

### **II. 3 – Planejamento e Controle da Produção – PCP**

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), Planejamento e Controle da Produção (PCP) é a conciliação do potencial da operação de fornecer produtos e serviços com a demanda de seus consumidores. É o conjunto de atividades diárias que garante que a operação ocorra de uma forma contínua. Para tal, é necessário que os recursos produtivos estejam disponíveis no momento adequado, em quantidade adequada e no nível de qualidade exigido.

Para Tubino (2007), PCP é um departamento de apoio de uma empresa, responsável pela coordenação e aplicação dos recursos produtivos de forma a atender da melhor maneira possível os planos estabelecidos nos três níveis hierárquicos de planejamento e controle: estratégico, tático e operacional.

A figura 11 apresenta uma visão geral do fluxo de informações das atividades do PCP.



**Figura 11 – Fluxo de Informações e PCP**  
 Fonte – Tubino, 2007.

No nível estratégico, são definidas as políticas estratégicas de longo prazo (meses ou trimestres com o alcance de anos) da empresa. Neste nível hierárquico é formulado o Planejamento Estratégico da Produção.

No nível tático são estabelecidos os planos de médio prazo (semanas com abrangência de meses à frente) para a produção; neste nível hierárquico o PCP desenvolve o Planejamento Mestre da Produção.

No nível operacional, são preparados os programas de curto prazo (dias da semana em curso) de produção e realizado o acompanhamento dos mesmos. Ou seja, neste nível hierárquico o PCP prepara a Programação da Produção e realiza o Acompanhamento e Controle da Produção.

A figura 12 mostra as atividades do PCP nos níveis estratégico, tático e operacional, e os objetivos pretendidos com a execução destas tarefas.

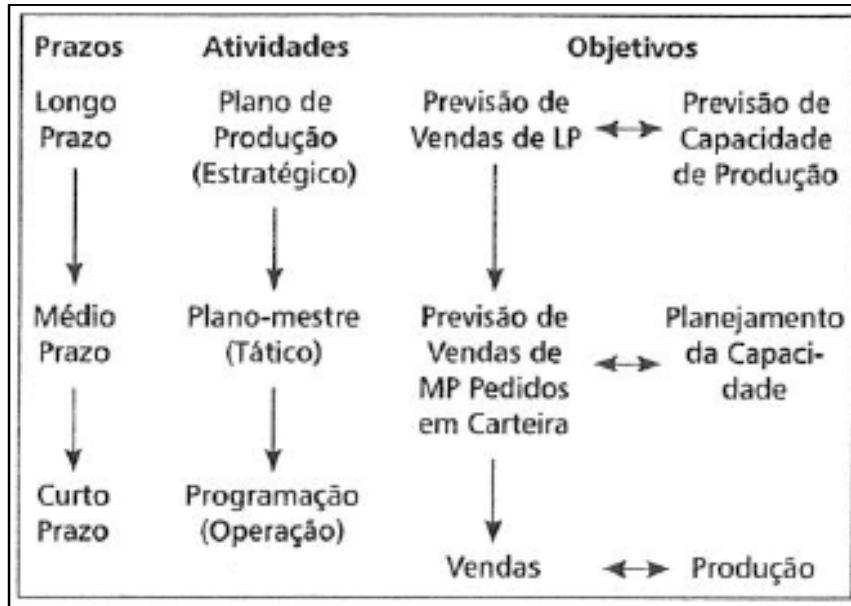


Figura 12 – Prazos, Atividades e Objetivos para Tomada de Decisão nas Empresas  
 Fonte – Tubino, 2007.

Planejamento Estratégico da Produção consiste em estabelecer um Plano de Produção de longo prazo segundo as estimativas de vendas no futuro e a disponibilidade de recursos financeiros e produtivos. O Plano de Produção geralmente é pouco detalhado e tem como finalidade possibilitar a adequação dos recursos produtivos à demanda esperada dos mesmos, buscando atingir determinados critérios estratégicos de desempenho (custo, qualidade, pontualidade, etc.).

O Planejamento Mestre da Produção visa estabelecer um Plano Mestre de Produção (PMP) de produtos finais, detalhado a médio prazo, com base nas previsões de venda à médio prazo ou nos pedidos em carteira já confirmados. O PMP especifica os itens finais que fazem parte de famílias de produtos, com base nos roteiros de fabricação e nas estruturas dos produtos. Estabelecido o PMP, o sistema produtivo passa a assumir compromissos de fabricação e montagem dos produtos que foram determinados.

A Programação da Produção estabelece a curto prazo quanto e quando comprar, fabricar ou montar cada item necessário à composição dos produtos finais determinados pelo PMP. Para tanto, são emitidos Ordens de Compra, de Produção e de Montagem. A Programação da Produção é encarregada de fazer o sequenciamento das ordens emitidas de modo a otimizar a utilização dos recursos necessários e o tempo de fabricação do produto.



O Acompanhamento e Controle da Produção é responsável por coletar e analisar dados da produção. Tem como objetivo garantir que o programa de produção seja executado como o planejado, identificando problemas na produção e buscando soluções juntamente com a equipe de programação.

### **II. 3.1 – PCP em Empresas que Operam em Sistema *Make To Order***

Empresas que trabalham em sistemas *Make To Order* (MTO), nada mais são do que empresas que trabalham sob o sistema de encomenda, produzindo apenas quando há pedidos documentados. O ambiente MTO é caracterizado por uma larga variedade de produtos, geralmente produzidos em pequenas escalas. Atender ao prazo de entrega é o grande desafio das empresas que trabalham sob encomenda.

Para as empresas que trabalham em sistema MTO, o foco do PCP deve estar na execução das ordens. Algumas medidas típicas de desempenho incluem o atendimento ao prazo de entrega, o tempo médio de ciclo dos pedidos e o número de ordens em atraso. A principal vantagem competitiva destas empresas é a redução do tempo de entrega. Planejamento da capacidade, aceitação e rejeição de pedidos, e atingir altos níveis de aderência aos prazos de entrega são as principais questões operacionais.

A escolha de um sistema de PCP para atender às exigências de um mercado caracterizado pela larga variedade de produtos e demanda deve estar baseada na capacidade de adaptação dele ao ambiente MTO. O sistema MRP (*Materials Requirements Planning*) é indicado a empresas que trabalham no sistema MTO.

#### **II. 3.1.1 – *Materials Requirements Planning* (MRP)**

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), o MRP permite que as empresas calculem a quantidade de material de determinado tipo que é necessário e em que momento. Para fazer isto, o MRP utiliza os pedidos em carteira e a previsão de pedidos para um determinado período. O MRP verifica, então, todos os componentes que são necessários para completar o pedido, garantindo que todos os itens sejam providenciados a tempo.

Para Tubino (2007), o MRP considera a dependência da demanda de itens componentes da demanda por produtos acabados. Ou seja, partindo-se das quantidades de produtos acabados a serem produzidos de período a período, determinadas no plano mestre da produção, podem-se calcular as necessidades brutas dos itens dependentes, de acordo com a estrutura do produto. O cálculo começa por níveis superiores e vai descendo até chegar às matérias-primas.

Tendo em vistas as definições acima, conclui-se que o MRP é uma ferramenta que foi desenvolvida para auxiliar na determinação das necessidades de matérias nas empresas. O MRP utiliza-se das informações de pedidos em carteira, plano mestre da produção e do controle de estoque, assim como informações sobre os produtos acabados a serem produzidos para gerar ordens de compra de material, ordens de produção de componentes e ordens de montagem de produtos. A figura 13 apresenta uma visão geral do MRP.

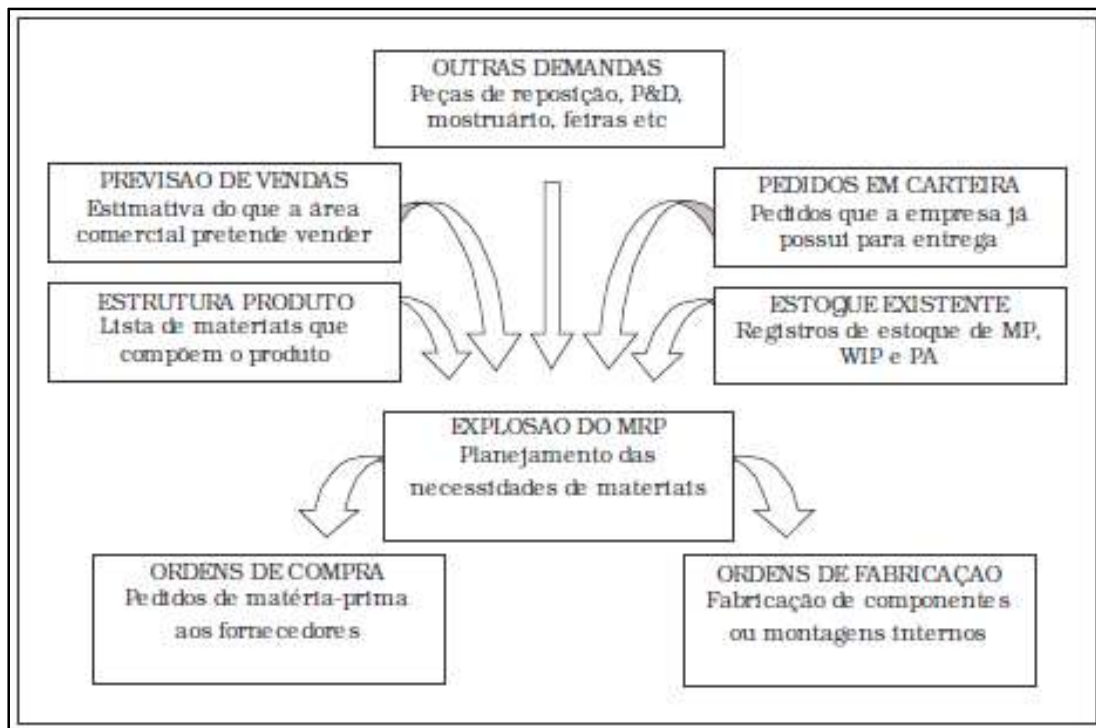


Figura 13 – Sistema de Funcionamento de um MRP  
Fonte – Slack, Chambers e Johnston, 2002.

Segundo Nakamura Dias (2010) as vantagens do MRP para o planejamento de materiais são:

- Possibilitar maior controle das operações de manufatura;
- Avaliar a viabilidade de vários programas mestre da produção;
- Auxiliar na definição de prazos de entrega mais realista;
- Facilitar o cumprimento de prazos de entrega;
- Gerar programas de compras e orçamentos de compras que podem ser ajustados;
- Apresenta habilidade de identificar faltas ou excessos de materiais em estoque no presente e no futuro.

### **II. 3.2 – Produção Enxuta**

O conceito de Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*) surgiu no Japão no período pós 2ª Guerra. Este foi concebido pela montadora japonesa Toyota. O mercado japonês nesta época apresentava uma demanda de alta variedade de produtos e em baixas quantidades, o que encarecia os preços e dificultava a concorrência com produtos americanos.

A Produção Enxuta surgiu da necessidade da Toyota em competir com as montadoras americanas. Para tal, a Toyota desenvolveu um método de identificação e eliminação de desperdícios.

A filosofia de Produção Enxuta consiste em organizar a produção partindo da exclusão ou minimização das ações que não criam valor aos produtos e, ao mesmo tempo, fazendo com que as ações que criam valor aos produtos sejam feitas de maneira mais eficaz e no momento que o cliente deseja. Desta forma ao invés de obter a margem de lucro pelo aumento dos preços, a margem de lucro é obtida com a diminuição dos custos de operação.

Todas as atividades que acontecem em um sistema produtivo podem ser classificadas da seguinte maneira:

- *Atividades que agregam valor* – são atividades que, aos olhos do cliente, tornam o produto mais valioso;
- *Atividades que não agregam valor, mas são necessárias* – são atividades que, aos olhos do cliente, não torna o produto mais valioso, porém são necessárias ao processo produtivo;
- *Atividades que não agregam valor* – são atividades que, aos olhos do cliente, não torna o produto mais valioso e nem é necessária no processo produtivo.

Deste modo, a filosofia de Produção Enxuta visa reduzir custos com as atividades que não agregam valor aos produtos, ou seja, a filosofia de Produção Enxuta visa acabar com as fontes de desperdício do processo produtivo.

Segundo Stefanelli (2010), são desperdícios de produção atividades que absorvem recursos e não agregam valor ao produto final. Os principais tipos de desperdícios são listados a seguir:

- *Superprodução* – significa produzir em quantidades maiores do que foi encomendado. Ocorre geralmente por falta de coordenação entre a demanda e a produção;
- *Defeitos* – são erros frequentes na qualidade do produto, ocorre quando o produto não atende as especificações. Quando são produzidos produtos defeituosos, está sendo desperdiçada matéria-prima, disponibilidade de equipamento, mão-de-obra e tempo;
- *Esperas* – são períodos de inatividade de matéria-prima, equipamento e mão-de-obra. Geralmente ocorre por falta de planejamento e informações;
- *Processamento inapropriado* – são processos que possuem eficiência baixa e que nunca passaram por melhorias;
- *Inventários desnecessários* – armazenamento excessivo de matéria-prima, produtos acabados ou semiacabados;
- *Movimentação excessiva* – excesso de movimentação dos operadores movendo matéria-prima ou produtos. A movimentação excessiva reduz o tempo que o operador estaria disponível para realizar atividades que agregam valor aos produtos;
- *Transporte Excessivo* – ocorre pela necessidade de armazenamento de grandes volumes de peças em estoque ou pelas grandes distancias entre equipamentos em arranjos físicos inadequados.

A figura 14 apresenta as fontes de desperdício e suas possíveis soluções:

Desperdícios	Possíveis Causas	Possíveis Soluções
1. Superprodução	Áreas grandes de depósitos	Reduzir o <i>setup</i>
	Custos elevados de transporte	Fazer só o necessário
	Falhas no PCP	“Puxar” a produção
2. Transporte Excessivo	<i>Layout</i> inadequado	Projetar <i>layout</i> para minimização do transporte
	Lotes grandes	Reduzir a movimentação de material
	Produção com grande antecedência	
3. Estoque	Aceitar superprodução	Sincronizar o fluxo Reduzir <i>setups</i>
	Produto obsoleto	Reduzir <i>lead times</i> Realizar a produção acompanhando a demanda
	Grande flutuação da demanda	Promover a utilização de projeto modular dos produtos
		Reduzir os demais tipos de desperdícios
4. Esperas	Espera por materiais	Sincronizar o fluxo de material
	Espera por informações	Balancear a linha com trabalhadores flexíveis
	<i>Layout</i> inadequado	Realizar manutenção preventiva
	Imprevistos de produção	
5. Defeitos	Processos de fabricação inadequados	Utilizar mecanismos de prevenção de falhas
	Falta de treinamento	Não aceitar defeitos
	Matéria-prima defeituosa	
6. Processamento Inadequado	Ferramentas e dispositivos inadequados	Analisar e padronizar processos
	Falta de padronização	
	Material inadequado	Garantir a qualidade do material, ferramentas e dispositivos
	Erros ao longo do processo	
7. Movimentação Excessiva	<i>Layout</i> inadequado	Realizar estudo de movimentos
	Padrões inadequados de ergonomia	Reduzir deslocamentos
	Disposição e/ou controle inadequado de peças, matéria-prima, material de consumo, ferramentas e dispositivos	Adotar sistemas de controle pertinentes
	Itens perdidos	

Figura 14 – Causas e Soluções para os Tipos de Desperdícios  
Fonte – Stefanelli, 2010.

### II. 3.3 – Programação da Produção

Segundo Scarpelli (2006), a programação e controle da produção têm por finalidade satisfazer o plano de materiais e o programa mestre da produção acionando a fábrica na execução de operações de fabricação dos itens e produtos conforme as quantidades e prazos necessários.

Segundo Stefanelli (2010), os objetivos da programação da produção são: aumentar a utilização dos recursos, reduzir o estoque em processo e reduzir os atrasos no término dos

processamentos. A programação da produção oferece um cenário detalhado da carga para os próximos períodos em cada recurso produtivo ou posto de trabalho. Para tal, a programação da produção obedece algumas regras de sequenciamento das ordens de produção. Tais regras são apresentadas a seguir:

- *Primeiro a entrar, primeiro a ser atendido* – as tarefas são programadas de acordo com a ordem de chegada dos pedidos;
- *Menor tempo de processamento* – as tarefas são sequenciadas de acordo com o tempo de processamento delas, aquela que pode ser feita mais rápido é atendida primeiro, consequentemente deixando as tarefas mais demoradas por último;
- *Maior urgência* – as tarefas a serem atendidas primeiras são aquelas que têm o menos prazo de entrega;
- *Menor folga* – a tarefa seguinte é aquela com a menor folga, ou seja, menor tempo até a data de vencimento da entrega menos o tempo total de produção restante;
- *Razão crítica* – a tarefa seguinte é aquela que apresenta a menor razão crítica, ou seja, tempo até a data de vencimento da entrega dividido pelo tempo total de produção restante.

Para obter-se a melhor programação da produção é necessário que todas as regras sejam levadas em consideração de acordo com o grau de importância das mesmas.

## **II. 4 – Sistema de Gestão de Qualidade**

Qualidade pode ser entendida como um conjunto de características de um produto ou serviço que visa superar as expectativas de satisfação dos clientes (Coltro, 1996).

Para Paladini (2004), o enfoque mais usual para qualidade é centrar a qualidade no consumidor. Esse direcionamento abrange vários itens, pois para o consumidor o que importa é o preço do produto, suas características específicas, seu processo produtivo e outros aspectos gerais. Sendo assim a qualidade deve ser direcionada para o cliente e não somente para os fatores da produção.

O Sistema de Gestão da Qualidade é um conjunto de elementos que mobiliza toda a organização para o atendimento do processo de qualidade, pois é preciso o engajamento de

todos os setores e departamentos mesmo que em processos distintos, para que seja possível colocar em prática o processo de gestão da qualidade.

O Sistema de Gestão da Qualidade tem como objetivos:

- Possibilitar a empresa a diferenciar-se e competir com base em produtos livres de defeitos, produtos confiáveis, entregas confiáveis e rápidas, etc;
- Fazer com que as atividades operacionais passem a contribuir com a eficácia – uso de critérios de desempenho (indicadores de qualidade, confiabilidade, prazos, etc);
- Focar e buscar a excelência no que realmente importa – a satisfação do cliente;
- Pensar de forma estratégica as atividades operacionais.

Desta forma, o Sistema de Gestão da Qualidade visa atender as balizas da competição entre empresas. Os principais benefícios de um Sistema de Gestão da Qualidade são: melhorias na qualidade do produto, redução de perdas e de custos, disponibilidade de dados relevantes às atividades de produção, definição de programas de manutenção preventiva, redução de gargalos nas linhas de produção, redução de retrabalhos e inspeção, entre outros (Santana, 2006).

## **II. 4.1 – Ferramentas da Qualidade**

Para o gerenciamento do controle da qualidade foram desenvolvidas algumas ferramentas que auxiliam a colocação dos conceitos de qualidade em prática. Tais ferramentas buscam sempre pelo melhoramento contínuo do processo produtivo.

A seguir serão apresentadas duas ferramentas da qualidade:

- **O ciclo PDCA:**

O ciclo PDCA é utilizado para introduzir melhoramentos de forma contínua em um processo produtivo. A sigla PDCA vem das iniciais das palavras inglesas *Plan* (planejar), *Do* (executar), *Check* (verificar) e *Act* (agir). A seguir, a figura 14 mostra as etapas do ciclo PDCA.

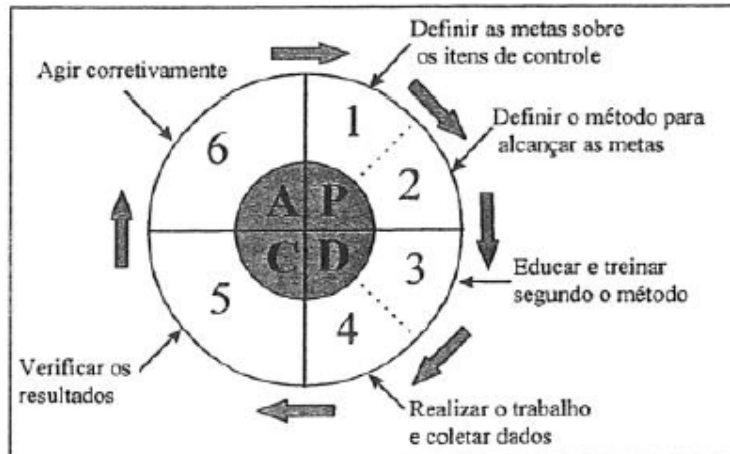


Figura 15 – Ciclo PDCA  
Fonte – Tubino, 2007.

O início do ciclo é dado pela etapa de planejamento. Esta etapa tem por função estabelecer os objetivos a serem alcançados com o processo e definir os métodos a serem utilizados para que os objetivos sejam atingidos.

Após o planejamento, inicia-se a segunda etapa do ciclo, a execução. Nesta etapa são posto em prática todos os procedimentos que foram planejados anteriormente. Aqui também acontece a execução do trabalho e a coleta de dados. A terceira etapa é a de verificação e comparação dos resultados obtidos com os padrões estabelecidos pela etapa de planejamento. Caso os resultados sejam satisfatórios, a rotina de trabalho estabelecida é mantida, caso o contrário, passa-se para a quarta etapa.

A quarta e última etapa do ciclo é a etapa de agir corretivamente, visando eliminar definitivamente o problema, sendo assim este nunca mais irá se repetir. A ação nesta etapa se da em dois momentos distintos: sobre o resultado do problema visando colocar o processo novamente em funcionamento e sobre as causas fundamentais que originaram o problema evitando que ele se repita.

- **5W + 1H:**

O método 5W + 1H é um *check list* utilizado para garantir que as operações sejam conduzidas sem nenhuma dúvida por parte da chefia ou dos subordinados. O método recebe este nome em função das letras iniciais de algumas perguntas em inglês que ajudam a esclarecer situações, eliminando qualquer dúvida que possa existir.



O 5W + 1H consiste em elaborar um formulário (Figura) para cada proposta de ação, contendo resposta para as seguintes seis questões:

<i>WHAT</i> (O quê?)	Qual a tarefa? O que será feito? Quais são as contramedidas para eliminar as causas do problema?				
<i>WHERE</i> (Onde?)	Onde será executada a tarefa?				
<i>WHY</i> (Por quê?)	Por que esta tarefa é necessária?				
<i>WHO</i> (Quem?)	Quem vai fazer? Qual departamento?				
<i>WHEN</i> (Quando?)	Quando será feito? A que horas? Qual o cronograma a ser seguido?				
<i>HOW</i> (Como?)	Qual o método? De que maneira será feito?				

O QUÊ?	QUEM?	ONDE?	QUANDO?	POR QUÊ?	COMO?

**Figura 16 - Formulário para o Diagrama 5W + 1H**  
 Fonte - Tubino, 2007.

## **Capítulo III – Metodologia**

Para atingir os objetivos deste trabalho, foi desenvolvido uma metodologia de gestão da produção em empresas de injeção de plástico e uma maneira de implementar tal sistema, seguido de um estudo de caso, que durou por dois meses, em uma empresa do ramo.

Na época em que foi realizado o estudo de caso, a empresa em questão enfrentava problemas de gestão da produção, pois não havia um sistema de gestão da produção que pudesse minimizar tais problemas.

### **III. 1 – Apresentação da Empresa**

A empresa na qual foi realizado o estudo de caso é uma empresa de origem familiar. Fundada em 1998, no município de Petrópolis, Região Serrana do Rio de Janeiro, a empresa tem como missão buscar a excelência em injeção de plástico com foco na satisfação de seus clientes.

A empresa possui 15 máquinas injetoras com capacidades de injeção que vai de 80 toneladas de força de fechamento até 380 toneladas, atendendo os mais variados setores da indústria nacional.

A empresa trabalha principalmente como prestadora de serviços de injeção para outras empresas, com uma grande variedade de produtos e demanda variável. Estes produtos vão desde componentes para calçado, componentes de escadas, tampas para embalagens industriais, entre outros. Entretanto, a empresa possui alguns poucos produtos próprios (tampas dosadoras, cabides, roda para cadeira, etc) com demanda também variável.

### **III. 2 – Sistema de Gestão da Produção**

O sistema de gestão da produção proposto tem como modelo os *softwares* de gestão da produção e também o know-how (experiência) dos empregados da empresa do estudo de caso. Este é dividido em duas partes: Funcionamento do PCP, que acontece no nível gerencial, e Acompanhamento da Produção, que acontece no chão de fábrica.

- *Funcionamento do PCP* – O PCP será responsável por garantir que a produção ocorra de forma coordenada e eficiente, garantindo que os recursos necessários à produção estejam presentes ao posto de trabalho na hora programada. Para tal, fica a cargo do PCP realizar as seguintes tarefas:
  - a. Receber os pedidos;
  - b. Consultar os estoques para saber a real necessidade de matéria-prima;
  - c. Consultar os estoques para saber a real necessidade de produção;
  - d. Gerar ordens de compra de insumos;
  - e. Gerar ordens de produção de determinado pedido;
  - f. Fazer o sequenciamento da produção de acordo com as regras de sequenciamento;
  - g. Fazer relatório de produtividade semanalmente.
  
- *Acompanhamento da produção* – Nesta etapa, o supervisor de produção deve garantir que o programado seja cumprido de forma eficiente. Para tal, ele deverá realizar as seguintes funções:
  - a. Realizar as trocas de molde e ajustes das injetoras no horário determinado;
  - b. Iniciar a produção no horário determinado;
  - c. Prover instrução de trabalho a seus subordinados;
  - d. Coletar dados da produção;
  - e. Apontar falhas e buscar soluções para as mesmas.

### **III. 3 – Metodologia para Implementação do Sistema de Gestão da Produção**

Para a implementação do sistema de gestão da produção proposto na empresa do estudo de caso, foi necessário seguir uma sequência lógica de etapas. A seguir é apresentado todas as etapas de implementação.

- a. *Mapeamento da empresa* – Visa conhecer a fundo a empresa, determinar a situação atual da mesma e conhecer as ferramentas de gestão utilizadas. Sendo assim, podem-se diagnosticar possíveis falhas e propor melhorias. Os aspectos mais críticos encontrados na empresa do estudo de caso foram: atrasos nas entregas, falta de sequenciamento dos pedidos, superprodução devido a falta de

orientação clara da quantidade a ser produzida. Este último ponto acarretava um volume de estoque grande para a empresa.

- b. *Elaboração de procedimentos, normas e documentação* – Nesta etapa define-se como chegar ao objetivo, propondo novos procedimentos e normas, e elaborando toda uma documentação que faça com que os procedimentos e normas sejam seguidos. Após identificar os pontos críticos da empresa, notou-se que eram necessários a utilização de documentos que fizessem um controle da produção. De tal necessidade, surgiu a ideia de se utilizar ordens de compra, ordens de produção, programação da produção e relatório semanais de produção, fazendo com que a gerencia da empresa tivesse maior controle sobre a mesma. Para o bom funcionamento destas ordens, foi proposto alguns documentos auxiliares a serem utilizados no chão de fábrica. Estes documentos são: ficha de instrução de trabalho, ficha de parâmetros de injeção, controle de produtividade da máquina e ficha de consumo de material. Além do mais, foi elaborado um documento para auxiliar na resolução de problemas operacionais, chamado relatório de não conformidade. As informações contidas em todos estes documentos são informações que eram utilizadas na empresa, porém de maneira informal.
- c. *Treinamento* – Esta etapa é de suma importância para a eficácia do sistema de gestão da produção. É neste momento que cada indivíduo envolvido no processo produtivo entenderá sua participação no mesmo. É indicado que o treinamento não ocorra apenas uma vez, e sim ocorra até que todos estejam aptos a desempenhar suas funções.
- d. *Implementação* – Executar tudo aquilo que foi elaborado, ou seja, colocar em prática o sistema de gestão da produção de forma idêntica a qual foi utilizada na etapa de treinamento.
- e. *Verificação dos resultados e validação do método* – Após a implementação do sistema de gestão da produção é necessário fazer uma avaliação dos resultados. Nesta etapa, verifica-se se os objetivos foram alcançados. Caso o resultado tenha sido o esperado o sistema de gestão da produção é validado.

## **Capítulo IV – Resultados e Discussão**

Neste capítulo será apresentado os resultados obtidos com a implementação da metodologia descrita anteriormente. Será apresentada também toda a documentação criada para que a metodologia fosse seguida. As informações contidas nos documentos a serem apresentados a seguir foram alteradas dos documentos originais com a finalidade de manter a confidencialidade das informações da empresa na qual foi feito o estudo de caso.

### **IV. 1 – Apresentação da Documentação**

Com a utilização da documentação elaborada, passou-se a ter mais organização e controle por parte dos responsáveis por gerenciar a produção da empresa, caracterizando um melhor funcionamento do PCP. Passou-se também a ter padronização nas etapas de fabricações e melhor controle por parte dos supervisores de produção e dos funcionários da empresa. A seguir são apresentados todos os documentos elaborados para melhorar a gestão da produção da empresa.

- **Ordem de Compra**

A ordem de compra é um documento utilizado para solicitar bens ou serviços a um fornecedor. Este documento oficializa as aquisições da empresa de forma que sejam realizadas nas especificações certas, em quantidades adequadas, com boa qualidade e com preços convenientes.

A elaboração deste documento foi baseada nas ordens geradas pelo MRP, tal como explicado no item 3.1.1 do capítulo II, e ela possibilita um melhor acompanhamento das aquisições da empresa, tornando mais fácil o controle de todo processo de compra.

A ordem de compra também evita que aconteçam aquisições indevidas e problemas com esquecimento por parte do agente de compras. Além do mais, com o adequado arquivamento das ordens de compras, a empresa passa a contar com um histórico de aquisições e de fornecedores.

Para seu funcionamento a ordem deve ser fechada imediatamente após o recebimento da compra, garantindo assim o cumprimento da ordem de compra.

<b>ORDEM DE COMPRA</b>					
Nº da Ordem:		0001-2012			
Data da Emissão:		01/01/2012			
Dados Cadastrais					
Empresa:	XYZ Plásticos				
CNPJ:	xx.xxx.316/xxxx-03	I.E.:	xxx.xxx.xxx.114		
Endereço:	Rua Abcdef, nº 00				
Cidade:	Rio de Janeiro	Estado:	RJ		
Telefone:	(21) xxxx - 0101	Fax:			
Atendente:	Alex				
Solicitação de Material					
Item	Qtde.	Unidade	Descrição	R\$ Unit.	R\$ Total
1	1000	kg	Polietileno de Baixa Densidade - PEBD	R\$ 4,25	R\$ 4.250,00
2	250	kg	PVC	R\$ 7,82	R\$ 1.955,00
3					
4					
5					
6					
<b>Total</b>					<b>R\$ 6.205,00</b>
Informações					
Comprador:	Alex				
Data da Compra:	01/01/2012				
Condição de Pagamento:	À vista				
Prazo de Entrega:	15 dias				
Transportadora:	XYZ Transportes				
Recebimento					
Data do Recebimento:	10/01/2012				
Todo o material foi recebido?	SIM				

Figura 17 – Modelo de Ordem de Compra

Fonte – Própria

- **Ordem de Produção**

A ordem de produção é responsável por iniciar o processo de fabricação de um produto. A ordem de produção é a solicitação formal de produção de um determinado produto, e este documento deve ser entregue ao supervisor de produção juntamente com a ficha de instrução de trabalho e a ficha de consumo de material. Estes dois últimos documentos serão apresentados adiante.



- **Programação Semanal da Produção**

A programação da produção é uma das tarefas de mais baixo nível hierárquico do PCP, pois esta diretamente relacionada ao chão de fábrica e possui um caráter de curto prazo. Entretanto, esta tarefa é de suma importância para a empresa, pois é ela quem determina a melhor maneira de se atribuir e sequenciar a utilização dos recursos relacionados à produção de forma que restrições de produção possam ser satisfeitas e os custos minimizados. A elaboração da mesma baseia-se nos conceitos de programação da produção vistos no item 3.3 do capítulo II.

Para evitar atrasos nas entregas de pedidos, a programação deve ser feita obedecendo a regras de prioridade, tais como: menor prazo de entrega, maior rentabilidade e menor tempo de processamento.

Para estimar o tempo que um pedido leva para ser produzido deve-se realizar um cálculo simples:

*Tempo de Processamento*

$$= \frac{\text{Quantidade a ser produzida} * \text{Tempo do ciclo de injeção}}{\text{Número de cavidades do molde} * 3600} \text{ (horas)}$$

Devem ser programadas também as trocas de moldes.



Programação Semanal - Injetora						
Máquina:	10					
Semana:	01/01/2012 até 07/01/2012					
Hora \ Dia	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
06 até 09 h	Set-Up / Roda	Roda	Roda	Produto B	Set-Up / Produto C	Produto C
09 até 12 h	Roda	Roda	Troca de Molde / Set-Up	Produto B	Produto C	Produto C
12 até 15 h	Roda	Roda	Produto B	Produto B	Produto C	Produto C
15 até 18 h	Roda	Roda	Produto B	Produto B / Troca de Molde	Produto C	Sem Programação
18 até 22 h	Roda	Roda	Produto B	Sem Programação	Produto C	Sem Programação
Responsável:	Alex					
Assinatura:						

Figura 19 – Modelo de Programação Semanal da Produção

Fonte – Própria

- **Relatório Semanal de Produtividade**

O relatório semanal de produtividade é um documento que tem como objetivo informar aos diretores da empresa como anda a produção da mesma. Sendo assim, os diretores podem avaliar o desempenho da empresa e tomar as medidas convenientes. Este relatório é baseado nos relatórios gerados pelo MRP.

O relatório contém informações como: a porcentagem de tempo que uma máquina opera, o rendimento da produção de determinado produto e a perda que esta produção teve.

Para calcular a porcentagem de tempo que uma máquina opera basta dividir o número de horas que ela trabalhou em um dia pelo número de horas total que esta máquina tem para operar em um dia.

Para o cálculo de rendimento da produção deve-se utilizar a seguinte equação:

$$Rend. (\%) = \frac{n^{\circ} \text{ de produtos bons}}{n^{\circ} \text{ esperado de injeções} * n^{\circ} \text{ de cavidade do molde}}$$

Para o cálculo de perda do processo utiliza-se a seguinte equação:

$$Perda (\%) = 1 - \frac{n^{\circ} \text{ de produtos bons}}{n^{\circ} \text{ de injeções} * n^{\circ} \text{ de cavidade do molde}}$$

RELATÓRIO SEMANAL DE PRODUTIVIDADE											
Semana:		01/01/2012		até		07/01/2012					
Nº da Máquina:		10									
Data		Horas Disponíveis		Horas Trabalhadas		% de Hora Trabalhada					
02/01/2012	Seg	16		15		93,75%					
03/01/2012	Ter	16		16		100%					
04/01/2012	Quar	16		13		81,25%					
05/01/2012	Quin	16		11		68,75%					
06/01/2012	Sex	16		15		93,75%					
07/01/2012	Sáb	16		9		56,25%					
						Média		82,30%			
Produto	Data		Horas Trabalhas	Tempo de Ciclo	Nº de Injeções Esperado	Nº Real de Injeções	Nº de Cavidade	Nº Total de Produtos	Nº de Produtos Bons	Rendimento (%)	Perda (%)
	Início	Fim									
Roda	02/01/2012	04/01/2012	34 h	92 seg	1330	1195	1	1195	1100	82,70%	7,95%
Produto B	04/01/2012	05/01/2012	20 h	67 seg	1075	899	4	3596	3303	76,82%	8,14%
Produto C	06/01/2012	07/01/2012	24 h	53 seg	1630	1230	4	4920	4500	69,01%	8,53%

Figura 20 – Modelo do Relatório Semanal de Produtividade

Fonte – Própria

- **Ficha de instrução de trabalho**

A ficha de instrução de trabalho tem como objetivo padronizar os processos de fabricação da empresa, além de auxiliar os supervisores de produção no controle da produção e no treinamento dos funcionários da empresa. Esta ferramenta de trabalho sequencia, de forma clara, todas as etapas de fabricação evitando que o trabalho seja feito de maneira errada.

A elaboração desta ficha baseia-se nos documentos de nível III da ISO 9000, tal como é apresentado no item 4.2 do capítulo II.

Na empresa a ficha de instrução de trabalho trouxe padronização das tarefas, e esta tem sido utilizada para dar treinamentos a funcionários. A ficha também tem servido para sanar dúvidas, por parte dos funcionários, em relação ao processo de fabricação.

## FICHA DE INSTRUÇÃO DE TRABALHO

Página 1 de 2.

Produto:	Roda da Cadeira de Rodas
Cliente:	Produtos Ortopédicos LTDA

Informações Sobre o Produto			
Nº de Cavidades do Molde:	1 (uma)	Peso da Peça (kg):	0,910
Tipo de Câmara:	Fria	Peso do Galho (kg):	0,022
Tipo de Refrigeração:	Água	Peso do Conjunto (kg):	0,932
Nº das Máquinas Onde o Molde Pode Trabalhar:	10	<<<---- Preferencialmente.	
	09		

Matéria-Prima - Composição	
Composição	Material
70%	Compósito de Nylon + Fibra de Vidro
1%	Pigmento Preto
29%	Nylon Reciclado
Observação:	Tanto o compósito Nylon + Fibra de Vidro, quanto o Nylon Reciclado deverão ser desumidificados. Eles deverão passar 4 (quatro) horas na estufa à 90°C (noventa graus Celcius) antes de serem utilizados na injeção.

Etapa de Pré-Fabricação
1ª - Ajustar a injetora de acordo com os parâmetros estabelecidos na Ficha de Parâmetros de Injeção do produto em questão.
2ª - Alimentar o funil de material da injetora com a matéria-prima estabelecida a cima.
3ª - Manter o ambiente em torno da injetora limpo e arrumado, livre de objetos que possam causar transtornos.

Etapa de Fabricação
1ª - Iniciar a injeção
2ª - Separar as primeiras rodas injetadas até que as mesmas comecem a sair de acordo com as especificações.
3ª - Retirar o galho da peça.
4ª - Coloca as rodas injetadas no garfo suporte.
5ª - Colocar os galhos e as rodas não conformes em caixas para serem recicladas.
6ª - Alimetar o funil da injetora com material sempre que o mesmo estiver no limite indicado.
7ª - Verificar as rodas quanto as não conformidades ao sairem da máquina (conforme itens a serem verificados).

Figura 21 – Modelo de Ficha de Instrução de Trabalho – Página 1

Fonte – Própria

FICHA DE INSTRUÇÃO DE TRABALHO	
	Página 2 de 2.
Produto:	Roda da Cadeira de Rodas
Cliente:	Produtos Ortopédicos LTDA
Itens a Serem Verificados	
· Falhas de Injeção	· Manchas de Grande Intensidade
· Rebarbas	· Grandes Diferenças de Cor
· Empenamentos	· Linhas de Emenda
· Deformações	· Outros
Etapa de Cozimento	
<p>As rodas deverão ser hidratadas. Para tal, as mesmas deverão ser colocadas em um tanque de cozimento. Neste tanque elas permanecerão imersas em água à 80°C (oitenta graus Celcius) por 7 (sete) horas.</p>	
Montagem	
1ª - Colocar o sobreiro na posição de encaixe com a roda.	
2ª - Apontar todos os parafusos de fixação.	
3ª - Aparafusar os parafusos utilizando a aparafusadeira pneumática.	
4ª - Verificar se o sobreiro em bem fixo à roda.	
Emalagem e Armazenamento	
<p>Em caixas de papelão de 55 cm x 55 cm x 40 cm, acomodar 5 (cinco) rodas empilhadas com o sobreiro para cima. Colocar dentro das caixas 1 (um) saco contendo 5 (cinco) calotas. Lacrar a caixa com fita adesiva.</p>	
<p>No galpão de estoque, armazenar as caixas de roda da seguinte forma: fazer 4 (quatro) pilhas de 4 (quatro) caixas sobre um pallet de madeira.</p>	

Figura 22 – Modelo de Ficha Instrução de Trabalho - Página 2

Fonte – Própria

- **Ficha de parâmetros de injeção**

O uso de ficha de parâmetros de injeção possibilita que a etapa de ajuste de parâmetros seja realizada de forma mais eficiente, pois nesta ficha estão todos os parâmetros a serem ajustados na máquina injetora. Isto diminui o tempo de set-up<sup>1</sup>, pois o mesmo é facilitado com a regulagem da máquina com os parâmetros corretos de injeção, ficando a cargo do especialista realizar apenas o ajuste fino dos parâmetros.

<sup>1</sup> *Tempo de set-up*: tempo no qual se realiza todas as tarefas necessárias desde o momento da fabricação da última peça do lote anterior até o momento em que se fabrica a primeira peça boa do lote posterior.

Quando um processo tem uma variação de parâmetro significativa, seja ela devido a condições climáticas ou a condições da máquina injetora, uma nova ficha é colocada em prática com os novos valores dos parâmetros.

A ficha de parâmetros, tal como a ficha de instrução de trabalho, baseia-se nos documentos de nível III da ISO 9000.

FICHA DE PARÂMETROS DE INJEÇÃO				
Produto:	Roda da Cadeira de Rodas			
Cliente:	Produtos Ortopédicos LTDA			
Máquina:	10			
Temperatura (°C)	Zona 1:	305	Zona 4:	325
	Zona 2:	320	Zona 5:	310
	Zona 3:	325	Zona 6:	***
Fechamento	Fechamento 1:	***	55	55
	Fechamento 2:	250	65	45
	Fechamento 3:	200	35	35
	Proteção:	55	15	15
	Alta Pressão:	40	120	40
Injeção	Injeção 1:	***	115	99
	Injeção 2:	18	114	99
	Tempo de Injeção:	5,5 seg		
	Recalque:	117	50	3,2
	Descompressão:	10,1	45	45
Dosagem	Dosagem 1:	***	140	45
	Dosagem 2:	20	140	45
	Dosagem 3:	15	140	45
	Fim da Dosagem:	42		
Abertura	T. de Resfriamento:	62 seg		
	Abertura 1:	***	140	15
	Abertura 2:	20	100	30
	Abertura 3:	60	40	30
	Abertura 4:	145	30	20
	Abertura 5:	220	10	10
	Fim da Abertura:	260	***	***
Extração	Avanço 1:	***	140	99
	Avanço 2:	10	140	99
	Fim do Avanço:	92	***	***
	Recuo 1:	***	100	75
	Recuo 2:	0	100	75
	Fim do Recuo:	***	***	***
Ciclo	Nº de Extrações:	1		
	Tempo de Ciclo (s):	92 seg		

Figura 23 – Modelo de Ficha de Parâmetros de Injeção

Fonte – Própria

- **Controle de produtividade da máquina**

O controle de produtividade da máquina tem como objetivo coletar dados sobre a produção. Os dados coletados são utilizados no relatório semanal de produtividade. A utilização deste documento tem criado na empresa a cultura de coletar dados do processo, com isso futuramente a empresa contará com uma base de dados ampla e confiável que possibilitará estudos sobre a produtividade da empresa.

CONTROLE DE PRODUTIVIDADE DA MÁQUINA			
Nº da Máquina:		10	
Produto:	Roda da Cadeira de Rodas	Ordem de Produção:	0001-2012
Data de Início:	02/01/2012	Data do Término:	04/01/2012
Hora de Início:	07 h	Hora do Término:	09 h
Nº de Cavidades do Molde:	1	Nº de Cavidades Funcionando:	1
Nº de Ciclos no Intervalo de Tempo:	1195	Nº de Peças Boas Produzidas no Intervalo de Tempo:	1100
Produto:	Produto B	Ordem de Produção:	0002-2012
Data de Início:	04/01/2012	Data do Término:	05/01/2012
Hora de Início:	12 h	Hora do Término:	15 h
Nº de Cavidades do Molde:	4	Nº de Cavidades Funcionando:	4
Nº de Ciclos no Intervalo de Tempo:	899	Nº de Peças Boas Produzidas no Intervalo de Tempo:	3303
Produto:	Produto C	Ordem de Produção:	0003-2012
Data de Início:	06/01/2012	Data do Término:	07/01/2012
Hora de Início:	07 h	Hora do Término:	15h
Nº de Cavidades do Molde:	4	Nº de Cavidades Funcionando:	4
Nº de Ciclos no Intervalo de Tempo:	1230	Nº de Peças Boas Produzidas no Intervalo de Tempo:	4500
Produto:		Ordem de Produção:	
Data de Início:		Data do Término:	
Hora de Início:		Hora do Término:	
Nº de Cavidades do Molde:		Nº de Cavidades Funcionando:	
Nº de Ciclos no Intervalo de Tempo:		Nº de Peças Boas Produzidas no Intervalo de Tempo:	
Produto:		Ordem de Produção:	
Data de Início:		Data do Término:	
Hora de Início:		Hora do Término:	
Nº de Cavidades do Molde:		Nº de Cavidades Funcionando:	
Nº de Ciclos no Intervalo de Tempo:		Nº de Peças Boas Produzidas no Intervalo de Tempo:	

Figura 24 – Modelo de Controle de Produtividade da Máquina

Fonte – Própria



- **Ficha de consumo de material**

A ficha de consumo de material serve para que o responsável pelo preparo da matéria-prima que abastece as injetoras não cometa erros de quantidade e nem de composição, evitando assim desperdício de material. Esta ficha serve também para criar um banco de dados sobre o consumo de matéria-prima da empresa, sendo possível fazer previsões sobre o consumo de material da empresa.

A elaboração desta ficha foi baseada no conceito de produção enxuta (item 3.2 do capítulo II) que visa acabar com as fontes de desperdício.

FICHA DE CONSUMO DE MATERIAL				
Data:	02/01/2012			
Produto:	Roda da Cadeira de Rodas			
Nº Ordem de Produção:	0001-2012			
Composição do Material	%	Matéria-Prima		
	70	Compósito de Nylon + Fibra de Vidro	Resina	
	1	Pig. Preto	Pigmento	
	29	Nylon Reciclado	Reciclado	
	Quantidade (kg)			
Mistura	Resina	Pigmento	Reciclado	Total
1ª	21	0,3	8,7	30
2ª	21	0,3	8,7	30
3ª	21	0,3	8,7	30
4ª	21	0,3	8,7	30
5ª	21	0,3	8,7	30
6ª	21	0,3	8,7	30
7ª	21	0,3	8,7	30
8ª	21	0,3	8,7	30
9ª	21	0,3	8,7	30
10ª	21	0,3	8,7	30
11ª	21	0,3	8,7	30
12ª	21	0,3	8,7	30
13ª	21	0,3	8,7	30
14ª	21	0,3	8,7	30
15ª	21	0,3	8,7	30
Total	315	4,5	130,5	450
Responsável:	Alex			
Assinatura:				

Figura 25 – Modelo de Ficha de Consumo de Material

Fonte – Própria

- **Relatório de não conformidade - RNC**

O relatório de não conformidade elaborado serve para apontar as falhas no processo produtivo e buscar soluções para as mesmas, de modo que o erro não aconteça novamente. O RNC é uma forma de se por em prática o conceito de melhoria contínua, visto no item 4.1.1 do capítulo II, e a ferramenta do ciclo PDCA.

Como resultado a sua aplicação, passou a utilizar o conceito de melhoria contínua e alguns problemas foram resolvidos com a utilização do mesmo. Além do mais, a empresa passou a atender uma exigência de alguns clientes, tornando-se apta a trabalhar para os mesmos.



## RELATÓRIO DE NÃO CONFORMIDADE - RNC

Nº da RNC:	0001-2012
Data da RNC:	05/01/2012
Produto:	*****

Análise 5W + 2 H	
1.W - Qual é o problema?	A granulometria do PS moido está muito grossa.
2.W - Por que isto é um problema?	Porque o PS moido não desumidifica totalmente.
3.W - Quando ocorreu o problema? (Data e Hora)	05/01/2012 às 14h.
4.W - Quem detectou o problema?	Alex
5.W - Onde foi detectado o problema?	Na estufa.
1.H - Como foi detectado o problema?	Percebeu-se que os grãos não estavam desumidificados totalmente.
2.H - Quantas peças com problema?	*****

Quais as principais causas do problema?
A tela do moinho está com um Mesh muito grande.

Ações a serem tomadas?			
Trocar a tela do moinho por uma com um menor Mesh.			
Data Limite Para Implementação:	20/01/2012	Data da Implementação:	12/01/2012

As ações foram eficazes?	Sim	<input checked="" type="checkbox"/>	Por que?	O problema foi resolvido.
	Não	<input type="checkbox"/>		
Necessita outra RNC?	Sim	<input checked="" type="checkbox"/>	Nº da Nova RNC:	*****
	Não	<input type="checkbox"/>		

Responsável:

Assinatura:

Figura 26 – Modelo de Relatório de Não Conformidade (RNC)

Fonte – Própria

## **IV. 2 – Resultados**

Antes da implementação do sistema de gestão da produção, a empresa registrava cerca de dois atrasos nas entregas de pedidos por mês. Após a implementação a empresa não registrou mais nenhum atraso nas entregas dos pedidos.

Com o auxílio da ordem de produção e da ficha de consumo de material a empresa conseguiu reduzir seu estoque em cerca de 22%. Antes da implementação do sistema de gestão da produção havia em estoque cerca de 9000 produtos, hoje em dia há em estoque cerca de 7000 produtos. A tendência é que o estoque seja reduzido ainda mais com o passar do tempo, tal como orienta a filosofia de produção enxuta.

Estima-se que com o auxílio da programação semanal da produção tenha reduzido em 30% o tempo ocioso das máquinas injetoras.

Com a utilização do relatório de não conformidade (RNC) seis problemas que surgiram durante a implementação do sistema de gestão da produção foram solucionados de forma definitiva.

## **IV. 3. – Limitações do Sistema de Gestão Proposto**

Embora o sistema de gestão proposto tenha apresentado bons resultados durante o período de sua utilização, ficou claro que o mesmo apresenta algumas limitações.

Por o sistema não ser informatizado, não é possível fazer uma análise de desempenho da empresa em tempo real. Além do mais, o sistema faz uso de papel como documentos o que prejudica o fluxo de informações devido a este fluxo ser físico e não virtual.

Pelo fato do sistema de gestão ser simples, muitas informações pertinentes ao processo de gestão acabam perdidas ao longo do processo produtivo. A utilização do sistema pode sofrer com a resistência por parte de funcionários, prejudicando o bom desempenho do mesmo.

Um problema observado durante a implementação do sistema foi à resistência por parte de alguns funcionários. Este problema foi superado na base da conversa e de treinamentos fornecidos a todos os funcionários envolvidos no sistema de gestão da produção.

## **Capítulo V – Conclusão**

1. Atualmente, a empresa, mesmo que de forma simples, programa e controla sua produção, o que era inviável antes da implementação do sistema de gestão da produção, pois não havia ferramentas disponíveis.

2. O sistema de gestão da produção proposto pode funcionar bem para micro e pequenas empresas de injeção de plástico, porém é indicado que as empresas de injeção de plástico, independentemente de seu porte, invistam em softwares de gestão da produção. Sendo assim elas estarão aptas a encerrar da melhor forma a concorrência.

3. O sistema de gestão proposto serve principalmente como preparação para a utilização de um software de gestão da produção, pois o mesmo possibilita a criação de uma cultura de gerenciamento da produção.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDI – Caracterização da Cadeia Petroquímica e da Transformação de Plásticos – 2009.

ABDI – Estudos Setoriais de Inovação: Transformados Plásticos – 2009.

ABIPLAST – Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico – Perfil 2011.

ABNT NBR ISO 9000 – Sistemas de Gestão da Qualidade: Fundamentos e Vocabulário.

BNDES – Indústria Petroquímica Brasileira: Situação Atual e Perspectiva – 2005.

BRASKEM – O Setor Petroquímico – disponível em: <http://braskem.riweb.com.br/show.aspx?idCanal=YlvXIS7BgoLxL7WvVwvP5A==> - acessado em: 09/2012.

BRYCE, D., Plastic Injection Molding: Manufacturing Process, volume 1, editora SME, 1996.

COLTRO, A., A Gestão da Qualidade Total e Suas Influências na Competitividade Empresarial, Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, V. 1, Nº 2, 1º Sem./1996.

COSTA, E., Diretrizes para a Elaboração de um Manual para Planejamento e Controle da Produção de Empresas de Pequeno e Médio Porte. Monografia. Juiz de Fora, 2010.

FIESP – Análise Setorial de Mercado: Produtos Transformados de Plástico para o APL Transformador de Plásticos da Região do Grande ABC Paulista – 2009.

GALDAMEZ, E. V. C. & CARPINETTI, L. C. R., Aplicação das Técnicas de Planejamento e Análise de Experimentos no Processo de Injeção Plástica, Gestão & Produção, São Paulo, V. 11, Nº 1, 2004.

HARADA, J., Moldagem por Injeção: Projeção e Princípios Básicos, 1ª edição, editora Media Idea, 1991.

INJEÇÃO A ÁGUA – Injeção a Gás e a Água Evitam Imperfeições nas Peças Plásticas – disponível em: <http://www.cenne.com.br/2012/06/injecao-a-gas-e-agua-evitam-imperfeicoes-nas-pecas-plasticas/> - acessado em: 10/2012.

- KAZMER, D., Injection Mold Design Engineering, 1ª edição, editora Hanser, 2007.
- LEONARDI, P. L., Introdução de Matérias-Primas Renováveis na Matriz Petroquímica do COMPERJ. Projeto Final de Curso, Rio de Janeiro, 2009.
- MELCHERT, E., Análise do Desenvolvimento de Competências Operacionais Alinhadas à Política Make to Order em uma Empresa de Manufatura Contratada. Dissertação de mestrado. São Paulo, 2008.
- MICHAELI, W. & PÖTSCH, G., Injection Molding: An Introduction, 2ª edição, editora Hanser, 1995.
- NAKAMURA, F., Uma Análise de Técnicas do Planejamento e Controle da Produção e da Filosofia Lean. Monografia. São Carlos, 2010.
- PALADINI, E. P., Gestão da Qualidade: Teoria e Prática, 2ª edição, editora Atlas, 2004.
- PEREIRA, L. C., Avaliação da Conformidade: Uma Ferramenta de Aumento da Competitividade e Seu Impacto na Cadeia Produtiva de Transformados Plásticos. Tese de doutorado. Rio de Janeiro, 2011.
- PERRARO, H., Análise e Proposta de Melhorias no Processo de Moldagem por Injeção de Poliamidas. Monografia. Florianópolis, 2007.
- PROCESSO PLUME – Plume Pode Reduzir Até 50% o Peso de Peças Automotivas – disponível em: <http://www.cenne.com.br/2012/06/plume-pode-reduzir-em-ate-50-o-peso-das-pecas-plasticas-automotivas/> - acessado em: 10/2012.
- SANTANA, A., Proposta de Avaliação dos Sistemas de Gestão da Qualidade em Empresas Construtoras. Dissertação de mestrado. São Paulo, 2006.
- SCARPELLI, M., Sistemas de Produção Agroalimentar: Arquitetura para as Funções de Planejamento e Controle da Produção. Tese de doutorado. São Carlos, 2006.
- SILVA, D., Processo de Injeção de uma Porca Plástica: Análise e Otimização dos Parâmetros. Monografia. Porto Alegre, 2010.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R., Administração da Produção, 2ª edição, editora Atlas, 2002.

STEFANELLI, P., Modelo de Programação da Produção para Produção Enxuta em Ambiente ETO com Alta Variedade de Produtos e Alta Variação de Tempos de Ciclo. Dissertação de mestrado. São Paulo, 2010.

TINO, V., Utilização de Análise de Componentes Principais na Regulagem de Máquinas de Injeção Plástica. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro, 2005.

TUBINO, D. F., Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática, 2ª edição, editora Atlas, 2007.

WATER-ASSIST INJECTION MOLDING (WAIM) – disponível em:  
[http://www.ides.com/articles/processing/2007/fleck\\_waterassist.asp](http://www.ides.com/articles/processing/2007/fleck_waterassist.asp) - acessado em: 10/2012.