

RURI GIANNINI

**PLANO DE AÇÃO PARA REDUÇÃO DE PERDAS EM
DEPARTAMENTO DE INJEÇÃO DE PEÇAS PLÁSTICAS**

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do Diploma de
Engenheiro de Produção

São Paulo
2003

HF 2003
G 3484

RURI GIANNINI

**PLANO DE AÇÃO PARA REDUÇÃO DE PERDAS EM
DEPARTAMENTO DE INJEÇÃO DE PEÇAS PLÁSTICAS**

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do Diploma de
Engenheiro de Produção

Orientador:
Paulino Graciano Francischini

São Paulo

2003

À minha família e aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que estiveram comigo e que de certa forma contribuíram para minha formação profissional e pessoal, em particular:

Ao meu orientador, Professor Paulino, por todas recomendações e atenção dedicada ao desenvolvimento deste trabalho;

À minha mãe e ao meu padrasto, por terem dado todas as condições para estudar e me realizar;

Aos meus amigos da Engenharia de Produção e do CAEP, em especial a Celina, Manuel e Beth, pela ótima convivência na faculdade e fora dela;

Aos meus chefes, Sr. Peres, Ronaldo e Patrícia, pela orientação e incentivo, e aos colegas da Arno Marcelo, Odair, Welly e Alexandre;

Ao meu querido Fernando, por todo amor, carinho e apoio durante meus anos na faculdade;

Às minhas amigas do colégio, Beatriz, Fernanda e Mariana, por continuarem minhas amigas até hoje e por me apoiarem sempre;

Aos amigos Bruno N., Bruno F., Alexandre e Renata, por terem sido tão companheiros na Poli;

Ao Osni e à Cris, pelas risadas e conselhos.

RESUMO

Um dos pré-requisitos para que uma empresa atue no mercado, tendo possibilidade de desenvolver vantagem competitiva sobre seus concorrentes, é a garantia de seu bom desempenho operacional. Sabe-se que técnicas e ferramentas que visam a redução de perdas e melhorias de produtividade são facilmente aplicadas nas empresas e permitem-nas sair a um passo à frente na busca pela competitividade.

A manufatura pode ser peça-chave para o sucesso de uma empresa manufatureira, por se tratar do departamento responsável por agregar boa parte do valor de seus produtos. Por esses motivos, trabalhou-se durante o período de estágio na Arno em seu parque industrial mais significativo, o departamento de injeção de peças plásticas, definindo causas principais que comprometessem seu desempenho, para então traçar um plano de ação para atenuá-las.

RESUMÉ

La garantie d'avoir une bonne performance opérationnelle est une des exigences qu'a une entreprise pour être active sur le marché, ayant la possibilité de développer un avantage concurrentiel sur ses compétiteurs. On sait que les techniques et les outils qui tâchent de réduire les pertes et d'améliorer la productivité sont facilement applicables dans les entreprises et sont capables de les placer à une étape en avant dans la recherche de la compétitivité.

S'agissant du département responsable pour ajouter une bonne partie de la valeur des produits, la manufacture peut devenir une partie-clef pour le succès de l'entreprise. Pour ces raisons, on a travaillé pendant la période de stage chez Arno dans sa plus importante plate-forme industrielle, le département d'injection des pièces plastiques, définissant les causes qui puissent compromettre sa performance, nous permettant ensuite de formuler un cahier des charges afin de les atténuer.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE GRÁFICOS

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	OBJETIVOS E RELEVÂNCIA DO TRABALHO	1
1.2	A EMPRESA	2
1.2.1	<i>Apresentação da empresa</i>	2
1.2.2	<i>Grupo SEB</i>	2
1.2.3	<i>Os produtos</i>	3
1.2.4	<i>O estágio</i>	3
1.2.5	<i>O departamento estudado</i>	4
1.2.6	<i>Características das seções do Plástico</i>	5
1.3	SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA	7
2	DEFINIÇÃO E DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	8
2.1	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	8
2.2	ÁREA DE PRODUÇÃO DA EMPRESA	12
2.3	FLUXO DE INFORMAÇÕES E DECISÕES NA PRODUÇÃO	14
2.3.1	<i>Definição do mix de produtos</i>	15
2.3.2	<i>Planejamento e Controle da Produção (PCP)</i>	15
2.3.3	<i>Departamento de estamperia</i>	16
2.3.4	<i>Departamento de Plástico</i>	16
2.3.5	<i>Linhas de montagem</i>	16
2.4	DEPARTAMENTOS DE APOIO À PRODUÇÃO	17
2.4.1	<i>Seções de controle de qualidade</i>	18
2.4.2	<i>Engenharia de produtividade</i>	19
2.4.3	<i>Engenharia de Processos</i>	20
2.4.4	<i>Manutenção</i>	20
2.4.5	<i>Ferramentaria</i>	21
2.5	DEFINIÇÃO DO CUSTO DE UM PRODUTO	22
2.6	CICLO DE UMA INJETORA	24
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	26
3.1	CICLO PDCA (<i>PLAN - DO - CHECK - ACT</i>)	31
3.2	ESTUDO E APERFEIÇOAMENTO DE PROCESSOS (EAP)	33

3.3	MODELO DMAIC	36
3.4	KAIZEN	38
3.5	PROGRAMA 5S	40
3.6	ANÁLISE CRÍTICA DOS MODELOS	42
3.6.1	<i>Justificativa de escolha do método e conceitos</i>	43
4	LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS	46
4.1	DEFINIÇÃO DE SEÇÃO-PILOTO PARA PROJETO	46
4.2	CAUSAS DE PERDAS DE MÃO-DE-OBRA NA SEÇÃO	48
4.2.1	<i>Paradas de máquinas</i>	51
4.2.2	<i>Paradas obrigatórias</i>	52
4.2.3	<i>Qualidade</i>	53
4.2.4	<i>Escala</i>	54
4.3	LEVANTAMENTO DE DADOS	56
4.4	ANÁLISE DE DADOS	62
4.5	DETALHAMENTO DAS CAUSAS-RAIZ	64
4.5.1	<i>Perdas por manutenção autônoma de máquinas</i>	64
4.5.2	<i>Perdas por aproveitamento parcial de operadores</i>	67
4.5.3	<i>Perdas por máquinas rodando em tempo de ciclo fora do padrão</i>	68
5	ELABORAÇÃO DE PLANO DE AÇÃO	69
5.1	PLANO DE AÇÃO	70
5.1.1	<i>Treinamento de funcionários</i>	70
5.1.2	<i>Alocação de ponto móvel de trabalho</i>	72
5.1.3	<i>Ajuste do tempo de ciclo das máquinas</i>	75
5.2	CONTROLE DE PERDAS	77
5.2.1	<i>Indicadores de perdas</i>	78
5.2.2	<i>Controle de perdas pelo Sigep</i>	79
5.2.3	<i>Murais de indicadores</i>	81
5.3	VIABILIDADE ECONÔMICA DO PROJETO	83
5.3.1	<i>Resumo do plano de ação</i>	83
5.3.2	<i>Investimentos necessários</i>	85
5.3.3	<i>Benefícios das ações</i>	86
5.3.4	<i>Fluxo de caixa do projeto</i>	91
5.3.5	<i>Análise econômica do projeto</i>	93
5.3.6	<i>Taxa interna de retorno</i>	95
6	CONCLUSÃO	97
6.1	DIAGNÓSTICO DO PROBLEMA	98
6.2	ÍNDICADORES DE PERDAS	100

6.3	GESTÃO PARTICIPATIVA	101
6.4	BENEFÍCIOS DO PROJETO.....	103
6.5	ENCAMINHAMENTO DO PROJETO	104
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – LINHA DE PRODUTOS DA ARNO.....	3
FIGURA 2 – ESBOÇO DO LAYOUT DO DEPARTAMENTO DE PLÁSTICOS.....	5
FIGURA 3 – INDICADORES APONTADOS NO PLÁSTICO.....	8
FIGURA 4 – EXEMPLO DE BAIXA POR EXPLOSÃO.....	10
FIGURA 5 – ORGANOGRAMA DA PRODUÇÃO NA ARNO	12
FIGURA 6 – PLANTAS INDUSTRIAIS DA ARNO	13
FIGURA 7 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO	14
FIGURA 8 – DEPARTAMENTOS DE APOIO À PRODUÇÃO DE PEÇAS PLÁSTICAS.....	17
FIGURA 9 – DIVISÕES DO CONTROLE DE QUALIDADE	18
FIGURA 10– DESDOBRAMENTO DO PRU DE UM PRODUTO	23
FIGURA 11 – CICLO DE UMA INJETORA	24
FIGURA 12 – RELAÇÃO ENTRE ENTRADAS, SAÍDAS E PERDAS EM SISTEMA PRODUTIVO	28
FIGURA 13 – OITO PRINCÍPIOS PARA MELHORIA EM PROCESSOS	30
FIGURA 14 – CICLO PDCA.....	31
FIGURA 15 – ESTÁGIOS PROGRESSIVOS NO EAP	33
FIGURA 16 – FUNDAMENTOS DO EAP	34
FIGURA 17 – FASES DA METODOLOGIA DO EAP	34
FIGURA 18 – FASES DO MODELO DMAIC	36
FIGURA 19 – EMPRESA VOLTADA PARA MELHORIA CONTÍNUA VERSUS EMPRESA TRADICIONAL (KAIZEN)	39
FIGURA 20 – SIGNIFICADO DOS S DO PROGRAMA 5S	40
FIGURA 21 – CORRESPONDÊNCIA ENTRE MODELO DMAIC E CICLO PDCA	42
FIGURA 22 – PASSOS DO MODELO DMAIC	46
FIGURA 23 – ESBOÇO DO LAYOUT DA SEÇÃO 5009.....	47
FIGURA 24 – PERDAS EM APROVEITAMENTO DE MÃO-DE-OBRA	49
FIGURA 25 – DIAGRAMA DE ISHIKAWA UTILIZANDO OS 6M.....	50
FIGURA 26 – DIAGRAMA DE ISHIKAWA (PERDAS EM MÃO-DE-OBRA).....	50
FIGURA 27 – PRINCIPAIS CAUSAS DE PARADAS DE INJETORAS.....	51

FIGURA 28 – CAUSAS DE REJEIÇÃO DE PEÇAS NO PLÁSTICO	53
FIGURA 29 – DIFERENÇA ENTRE HORAS TEÓRICAS E HORAS PRODUZIDAS	56
FIGURA 30 – RELAÇÃO ENTRE HORAS PRODUZIDAS E HORAS TEÓRICAS.....	61
FIGURA 31 – QUADRO QUE ACOMPANHA POSTO MÓVEL.....	74
FIGURA 32 – REAÇÃO NOS INDICADORES POR FALTA DE NORMALIZAÇÃO.....	77
FIGURA 33 – ESBOÇO DE MURAL DE COMENTÁRIOS E SUGESTÕES.....	82
FIGURA 34 – BENEFÍCIOS TRAZIDOS PELO POSTO MÓVEL	87
FIGURA 35 – BENEFÍCIOS TRAZIDOS PELO TREINAMENTO DE OPERADORES.....	89
FIGURA 36 – PASSOS PARA DIAGNÓSTICO DO PROBLEMA	98

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – PARTICIPAÇÃO DOS PRODUTOS NOS RESULTADOS EM 2002	3
TABELA 2 – DENOMINAÇÃO INTERNA DAS SEÇÕES DO PLÁSTICO.....	5
TABELA 3 – COMPARAÇÃO ENTRE AS SEÇÕES	6
TABELA 4 – NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS POR SEÇÃO.....	11
TABELA 5 – OITO PRINCÍPIOS BÁSICOS DO KAIZEN	38
TABELA 6 – BENEFÍCIOS DO 5S	41
TABELA 7 – PROBLEMAS IDENTIFICADOS NA PRODUÇÃO E ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA	65
TABELA 8 – PROBLEMAS QUE IMPEDEM O APROVEITAMENTO MÁXIMO DE MÃO-DE- OBRA	68
TABELA 9 – PROBLEMAS QUE CAUSAM TEMPO DE CICLO FORA DO PADRÃO	68
TABELA 10 – PEÇAS QUE PODEM SER TRABALHADAS NO POSTO MÓVEL.....	73
TABELA 11 – BENEFÍCIOS DA MEDIÇÃO DE PRODUTIVIDADE	78
TABELA 12 – OCORRÊNCIAS NO CONTROLE DE PARADAS E PERDAS PELO SIGEP	80
TABELA 13 – RESUMO DO PLANO DE AÇÃO	84
TABELA 14 – CRONOGRAMA DO PLANO DE AÇÃO	84
TABELA 15 – BENEFÍCIOS MENSURÁVEIS TRAZIDOS PELO POSTO MÓVEL	88
TABELA 16 – BENEFÍCIOS MENSURÁVEIS COM RELAÇÃO A MANUTENÇÃO AUTÔNOMA	90
TABELA 17 – BENEFÍCIOS MENSURÁVEIS COM RELAÇÃO A AJUSTE DE TEMPO DE CICLO	91
TABELA 18 – FLUXO DE CAIXA DO PROJETO.....	91
TABELA 19 – ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO PROJETO.....	95

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – ACOMPANHAMENTO DE MPC NAS SEÇÕES DO PLÁSTICO.....	10
GRÁFICO 2 – PERDAS EM MÃO-DE-OBRA NA SEÇÃO 5009.....	57
GRÁFICO 3 – CAUSAS DE PERDAS DE MÃO-DE-OBRA NA SEÇÃO 5009.....	58
GRÁFICO 4 – PERDAS POR PARADAS DE MÁQUINAS.....	58
GRÁFICO 5 – PERDAS POR PARADAS OBRIGATÓRIAS.....	59
GRÁFICO 6 – PERDAS POR QUALIDADE.....	59
GRÁFICO 7 – PERDAS POR ESCALA DE OPERADORES.....	60
GRÁFICO 8 – ATIVIDADES DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA.....	66
GRÁFICO 9 – FLUXO DE CAIXA DO PROJETO.....	92
GRÁFICO 10 – FLUXO MONETÁRIO DO PROJETO.....	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CD – Custos diretos

CT – Custos técnicos

DMAIC (método) – do inglês *Define (Definir), Measure (Medir), Analyse (Analisar), Improve (Melhorar), Control (Controlar)*

EAP – Estudo e Aperfeiçoamento de Processos

GT – Gastos técnicos

MKT – *Marketing*

MOI – Mão-de-obra indireta

MPC – *Minutos per Capita*

OEEC – *Organization for European Economic Cooperation*

PCP – Planejamento e Controle da Produção

PDCA (Ciclo) – do inglês *Plan (Planejar), Do (Fazer), Check (Checar), Act (Agir)*

PRU – *Prix de reference à usinage*

PW – Presidente Wilson (departamento de montagem da fábrica 2, chamado assim por possuir saída para a Av. Presidente Wilson)

SGV – Sistema de Gestão à Vista

Sigep – Sistema de Informações Gerenciais do Plástico

1 INTRODUÇÃO

1.1 Objetivos e relevância do trabalho

O objetivo deste Trabalho de Formatura é levantar as principais perdas em departamento de injeção de peças plásticas e elaborar um plano de ação que busque minimizar as causas do mau desempenho do mesmo, através de ferramentas estudadas no curso de Engenharia de Produção. Desta forma, visou-se no decorrer do projeto a aumentar os índices de produtividade apresentados pelas seções envolvidas neste processo.

O tema do trabalho é relevante para a empresa, pois tem como meta melhorar o aproveitamento dos recursos disponíveis no que diz respeito à mão-de-obra, diminuindo, conseqüentemente, o custo de fabricação dos produtos. As perdas analisadas incluem manutenção, alocação de operadores nas injetoras, tempo de *setup* e qualidade, entre outras.

A metodologia empregada neste trabalho consistiu de revisão bibliográfica de ferramentas de análise e solução de problemas, melhoria de processos e aumento de produtividade, seguida de análise crítica para determinação do método a ser empregado. Ao longo de seu desenvolvimento, foram levantados dados a partir do acompanhamento do dia-a-dia da produção, para que se pudesse identificar as causas maiores do baixo desempenho do departamento.

Para que as análises fossem feitas, definiu-se uma das seções do Plástico como seção-piloto para o projeto, sobre a qual foram feitos acompanhamento de produção, levantamento de dados, análise e elaboração de plano de melhoria. Fala-se em seção-piloto, pois, ao se levantar dados nas demais seções de maneira similar à que foi feita pela autora, pode-se adaptar o plano de ações, para que as melhorias venham a ser aplicadas em todo o departamento.

1.2 A empresa

1.2.1 Apresentação da empresa

A empresa onde este Trabalho de Formatura foi realizado é a Arno S.A., pertencente desde o ano de 1997 ao grupo francês Grupo SEB. A empresa foi fundada no Brasil em 1940.

O número de funcionários da empresa é de aproximadamente 2.000 no Brasil. Os principais produtos da empresa em número de vendas são liquidificadores, ventiladores e batedeiras.

A empresa é hoje líder em eletrodomésticos portáteis no país e atende o mercado nacional e internacional. O faturamento anual da empresa é de cerca de 300 milhões de reais.

1.2.2 Grupo SEB

O Grupo SEB está presente em mais de 120 países e conta com 18.000 funcionários. É líder mundial na indústria de eletroportáteis, com um portfólio de sete marcas: Arno, T-Fal, Rowenta, Moulinex, Krups, Seb e Calor.

Desde o início da década de 90, o Grupo vem trabalhando por meio de Unidades de Negócios, responsáveis pelo desenvolvimento de estratégias globais que permitam ao Grupo um crescimento contínuo.

1.2.3 Os produtos

O principal negócio da Arno é a comercialização de eletroportáteis. A Arno possui cinco linhas de produtos, com diversos itens e modelos cada. Além disso, fabrica e comercializa panelas e acessórios para cozinha (espátulas, conchas) da marca T-Fal. No total, são mais de 220 itens, entre produtos fabricados no Brasil e produtos importados.

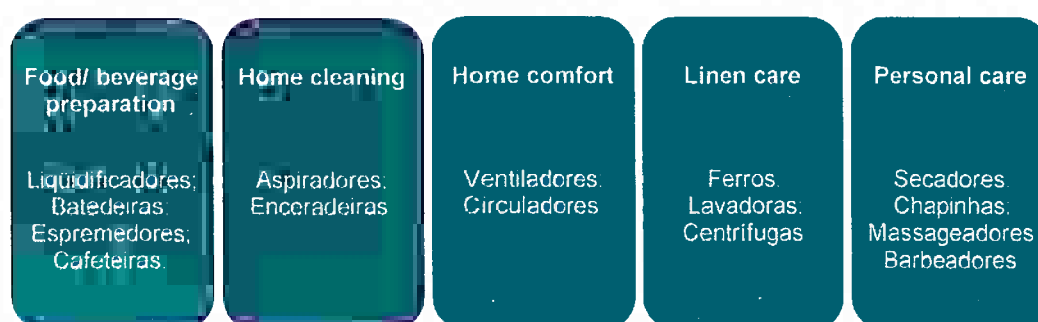


Figura 1 – Linha de produtos da Arno
(elaborada pela autora)

No último ano, a participação das linhas nos resultados da empresa em valor de vendas foi o seguinte:

37,8%	Linen care
26,4%	Food preparation
21,0%	Home comfort

Tabela 1 – Participação dos produtos nos resultados em 2002
(elaborada pela autora)

1.2.4 O estágio

O Estágio se iniciou em Março deste ano, com foco na área de produção de peças plásticas. Os primeiros cinco meses foram rotativos, com o objetivo de conhecer o processo produtivo como um todo e seus departamentos de apoio, como Controle de

Qualidade, Engenharia de Produtividade, Custos e PCP (Planejamento de Controle da Produção). A estagiária passou de quinze dias a um mês em cada departamento, acompanhando a rotina de tarefas de cada um e desenvolvendo atividades com os funcionários, para que fosse possível entender o fluxo de informações dentro da empresa.

A partir do segundo semestre, passou a atuar na área de Plástico. Neste período, o estágio foi realizado exclusivamente neste departamento, com o objetivo de executar e concluir um projeto do plano de estágio, que veio a ser o Trabalho de Formatura da estagiária.

1.2.5 O departamento estudado

O Departamento de Plástico, onde o Estágio e o Trabalho de Formatura foram realizados, apresenta duas divisões: administrativa (chefia, PCP e Engenharia de Processos) e produção.

A produção de peças plásticas na Arno trabalha em três turnos de 8h cada, sendo que há 30 min para refeições. Também há expediente aos sábados. O departamento está dividido em cinco seções, de acordo com tamanho de máquinas e tamanho de peças fabricadas. Cada seção possui um supervisor de produção, responsável pela alocação de mão-de-obra nas máquinas, contatos com Manutenção, Ferramentaria e Almoxarifado, controle de paradas para refeições, etc.

O departamento de Plástico possui atualmente cerca de 140 máquinas injetoras. Nos últimos anos, houve redução de cerca de 30% das máquinas, cuja produção foi terceirizada por decisões estratégicas.

1.2.6 Características das seções do Plástico

O departamento de Plástico está dividido em cinco seções, de acordo com o tipo de máquinas, chamadas internamente de 5005, 5006, 5007, 5008 e 5009, sendo:

5005	Injetoras pequenas
5006	Injetoras médias
5007	Injetoras grandes
5008	Injetoras super médias
5009	Injetoras extra-grandes

*Tabela 2 – Denominação interna das seções do Plástico
(elaborada pela autora)*

Um esboço do *lay-out* do departamento é apresentado na figura a seguir:



*Figura 2 – Esboço do layout do departamento de Plásticos
(elaborada pela autora)*

As seções 5005 e 5006 possuem as menores máquinas e têm poucos operadores, pois grande parte das peças fabricadas exige menos de um operador por injetada, isto é, um operador pode trabalhar simultaneamente em mais de uma máquina. Há casos em

que opera em até sete máquinas ao mesmo tempo. Assim, quando há parada de equipamento, a perda em MPC¹ não chega a ser significativa para o Plástico como um todo. Nestas seções, os moldes ficam menos tempo em máquina, porque geralmente apresentam tempos de ciclo menores e mais cavidades. Dessa forma, são mais freqüentes as trocas de moldes e equipamentos auxiliares nas seções. No entanto, o *setup* destas máquinas é mais rápido e fácil.

A seção 5008 conta com poucas máquinas e operadores e não apresenta problemas significativos em aproveitamento de recursos humanos.

As seções 5007 e 5009 possuem características opostas às seções 5005 e 5006. Trabalham com injetoras grandes e extragrandes e contam com os maiores números de funcionários. Os tempos de ciclo são mais longos e os moldes normalmente têm uma ou duas cavidades, fazendo com que fiquem mais tempo em máquina para entrega de um pedido. Assim, há menos trocas de moldes nestas seções, porém o *setup* é mais demorado, chegando a levar de 4 horas a um turno. Em geral, ainda, os operadores trabalham em uma ou duas máquinas no máximo e acontecem de haver máquinas rodando em tempo fora do padrão.

	Seções 5005 e 5006	Seções 5007 e 5009
<i>Porte de injetoras</i>	Pequenas e médias	Grandes e extra-grandes
<i>Número de operadores</i>	Poucos	Muitos
<i>Número de máquinas por operador</i>	Muitas	Poucas
<i>Setup</i>	Rápido (cerca de 1 hora)	Lento (cerca de 5 horas)
<i>Montagens de moldes</i>	Muitas	Poucas
<i>Tempos de ciclo</i>	Menores	Maiores
<i>Tempo em máquina</i>	Menores	Maiores
<i>Cavidades</i>	Moldes com muitas cavidades	Moldes com poucas cavidades

*Tabela 3 – Comparação entre as seções
(elaborada pela autora)*

¹ MPC significa *Minutos per capita*. O cálculo deste indicador será explicado em detalhes no item 2.1

1.3 Situação atual da empresa

A partir dos anos 70, as indústrias brasileiras passaram por modificações internas para atender às novas necessidades do mercado, que passou a ser mais exigente em relação aos produtos ofertados. Com a entrada de novas empresas, o ambiente passou a ser mais competitivo e, desta forma, foi necessário desenvolver estratégias internas para atingir satisfação dos clientes e maior penetração no mercado.

Por conta desta nova conjuntura, departamentos de *Marketing*, Finanças e Engenharia de Novos Produtos passaram a desempenhar papéis estratégicos dentro da Arno, sendo que a manufatura, que antigamente havia sido ponto forte na empresa por fabricar todos os componentes de seus produtos, se tornou ferramenta para o modelo estratégico do negócio. Grande parte dos processos de fabricação, como usinagem e estamparia, foi terceirizada, não apenas pela questão de redução de custos, mas para que a empresa pudesse focar seus planos de desenvolvimento em departamentos-chave para seu sucesso.

A Arno fabrica todos os motores de seus produtos e ainda mantém um amplo parque de injetoras. É possível que as peças plásticas de dimensões pequenas e que não necessitam de rigoroso plano de controle (dimensões, propriedades físicas) venham a ser terceirizadas. No entanto, peças grandes, que exigem controle em suas dimensões e aparência, por se tratarem de componentes de destaque nos produtos, são fabricadas na empresa e as respectivas seções serão foco deste trabalho.

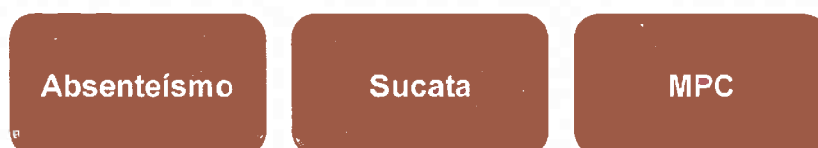
Sabe-se que o desempenho operacional de uma empresa manufatureira é ponto de partida na busca pela competitividade, tornando-se, diante da conjuntura atual do mercado, pré-requisito para sucesso em sua atuação. Priorizou-se o Departamento de Plástico neste projeto na área industrial da Arno, por se tratar do departamento de maior peso na fabricação de peças da empresa, em número de funcionários e unidades fabricadas.

2 DEFINIÇÃO E DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

2.1 Definição do problema

A empresa é certificada há 10 anos pela ISO 9000 e no ano de 2003 atualizou a certificação para a versão 2000. Com isto, os departamentos envolvidos com a produção começaram a gerar indicadores, para que operadores e gestores pudessem ter uma visão geral dos resultados das atividades das fábricas. Os gráficos são gerados a partir do banco de dados do Sistema de Informações e são enviados para gerência, chefia, supervisores e afixados também nos murais para conhecimento dos operadores. Os indicadores têm função de demonstrar a qualidade dos processos (qualidade de produtos gerados, atendimento de prazos), a eficiência dos departamentos e o aproveitamento de recursos na fábrica.

Os indicadores apontados mensalmente na fábrica são:



*Figura 3 – Indicadores apontados no Plástico
(elaborada pela autora)*

- O absentéismo considera todos os tipos de faltas de funcionários, sejam elas justificadas ou não, considerando também funcionários afastados por licença médica, licença maternidade, férias, etc.
- Os índices de sucata são altos em todas as seções do Plástico. A empresa possui um departamento responsável pela coleta, seleção e tratamento deste material, pois é possível reciclar e reaproveitar alguns tipos de plásticos. Há grupos de trabalhos na empresa realizando estudos sobre este aspecto;

- O indicador de MPC – Minutos *Per Capita* - apresenta o aproveitamento dos minutos disponíveis, ou seja, a quantidade em minutos que os operadores que efetivamente trabalharam no mês comparada com os minutos que estavam disponíveis para a empresa.

Os indicadores de sucata e de MPC – Minutos *Per Capita* - apresentam-se insatisfatórios. No entanto, existem na empresa grupos de trabalho com objetivo de analisar e reduzir perdas por sucata. Sendo assim, priorizou-se no projeto do Estágio a análise do MPC.

O indicador é calculado da seguinte maneira:

$$MPC = \frac{\text{tempo}_{\text{utilizado}}}{\text{tempo}_{\text{teórico}}} = \frac{\text{tempo}_{\text{rotina}}}{\text{tempo}_{\text{disponível}}}$$

Onde:

- **Tempo de rotina:** é a somatória dos tempos padrões de fabricação de todos os produtos expedidos no mês;
- **Tempo disponível:** é a disponibilidade dos operadores no mês em minutos, considerando-se refeições e descanso para necessidades pessoais;

O Sistema de Informação da empresa fornece automaticamente o tempo de rotina no momento da expedição, quando é feita a “baixa por explosão” dos produtos. Cada produto expedido é “explodido” em seus componentes de montagem e é feita a somatória dos tempos de fabricação e de processo de montagem de cada um. O Sistema fornece então o tempo total de rotina do departamento de Plástico, ou seja, a somatória em minutos que as peças plásticas consumiram para expedir os produtos.

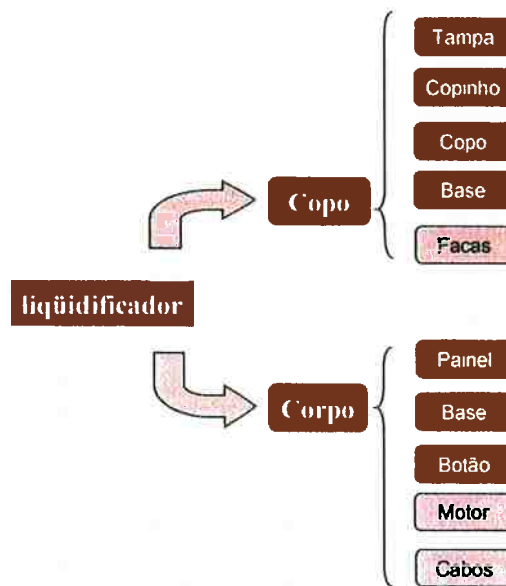


Figura 4 – Exemplo de baixa por explosão
(elaborada pela autora)

No departamento de Plástico, os índices de MPC apresentam-se insatisfatórios. O gráfico a seguir indica o aproveitamento de recursos humanos pelas seções do Plástico em 2002 e 2003, bem como a meta para cada seção, estipulada pela gerência.

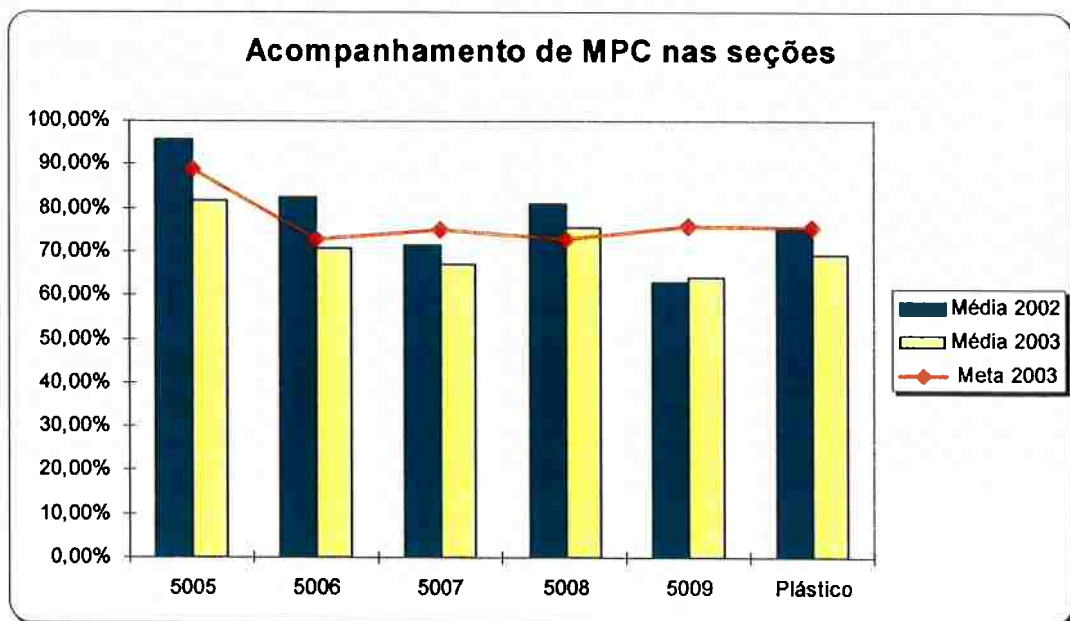


Gráfico 1 – Acompanhamento de MPC nas seções do Plástico
(elaborado pela autora)

Observa-se através do Gráfico 1 que:

- O indicador de MPC em 2003 para todas as seções e para o Plástico como um todo, exceto na 5008, está abaixo da meta.
- As seções 5009 e 5007 vêm apresentando MPC abaixo da meta desde o ano passado (ano de 2002).
- Apenas a seção 5008 melhorou seu desempenho neste sentido em 2003.
- A seção 5009 é a que apresenta maior diferença entre média de MPC em 2003 e meta a ser atingida.
- No ano de 2002, a média de MPC no Plástico atingiu a meta. Em 2003, seu desempenho caiu.

As seções 5007 e 5009 são as que contam com um maior número de operadores, por se tratarem de seções com máquinas de maior porte, que exigem mais operações manuais para fabricação de peças. São as seções que mais influenciam no MPC do departamento. O quadro a seguir aponta o número de operadores em cada seção, considerando os três turnos trabalhados diariamente.

Seção	Número de Operadores
5005	28
5006	49
5007	71
5008	8
5009	61

*Tabela 4 – Número de funcionários por seção
(elaborada pela autora)*

Desta forma, o objetivo deste trabalho é identificar fatores que venham a influenciar o indicador de aproveitamento de MPC na empresa, analisá-los e buscar um plano de melhorias para reduzir essas perdas, para aumentar a produtividade do departamento no que diz respeito ao aproveitamento de mão-de-obra e reduzir, conseqüentemente, o custo de mão-de-obra na fabricação dos produtos.

2.2 Área de produção da empresa

A área de produção, em linhas gerais, apresenta o organograma a seguir:



*Figura 5 – Organograma da Produção na Arno
(extraído de material interno)*

Há grande número de componentes dos produtos adquiridos de fornecedores, como peças em borracha, tecido, elementos de fixação, etc. As fábricas 1 e 2 possuem departamento de injeção de peças plásticas e estamparia, sendo que existem componentes desta natureza que também vêm de fornecedores. Todos os motores dos produtos são fabricados e montados na fábrica 3.

Na fábrica 2 há algumas linhas de montagem de lavadoras, centrifugas e ventiladores. Os demais produtos são montados na fábrica 3. O centro de distribuição da empresa é na fábrica 7, situada em Jordanésia. As fábricas 4, 5 e 6 foram desativadas.

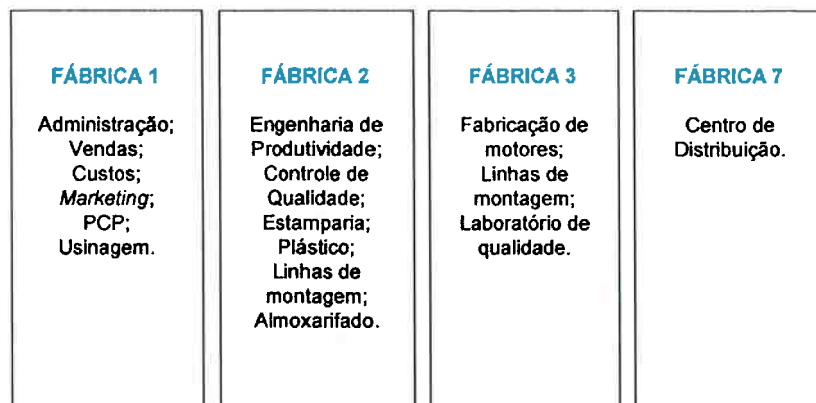
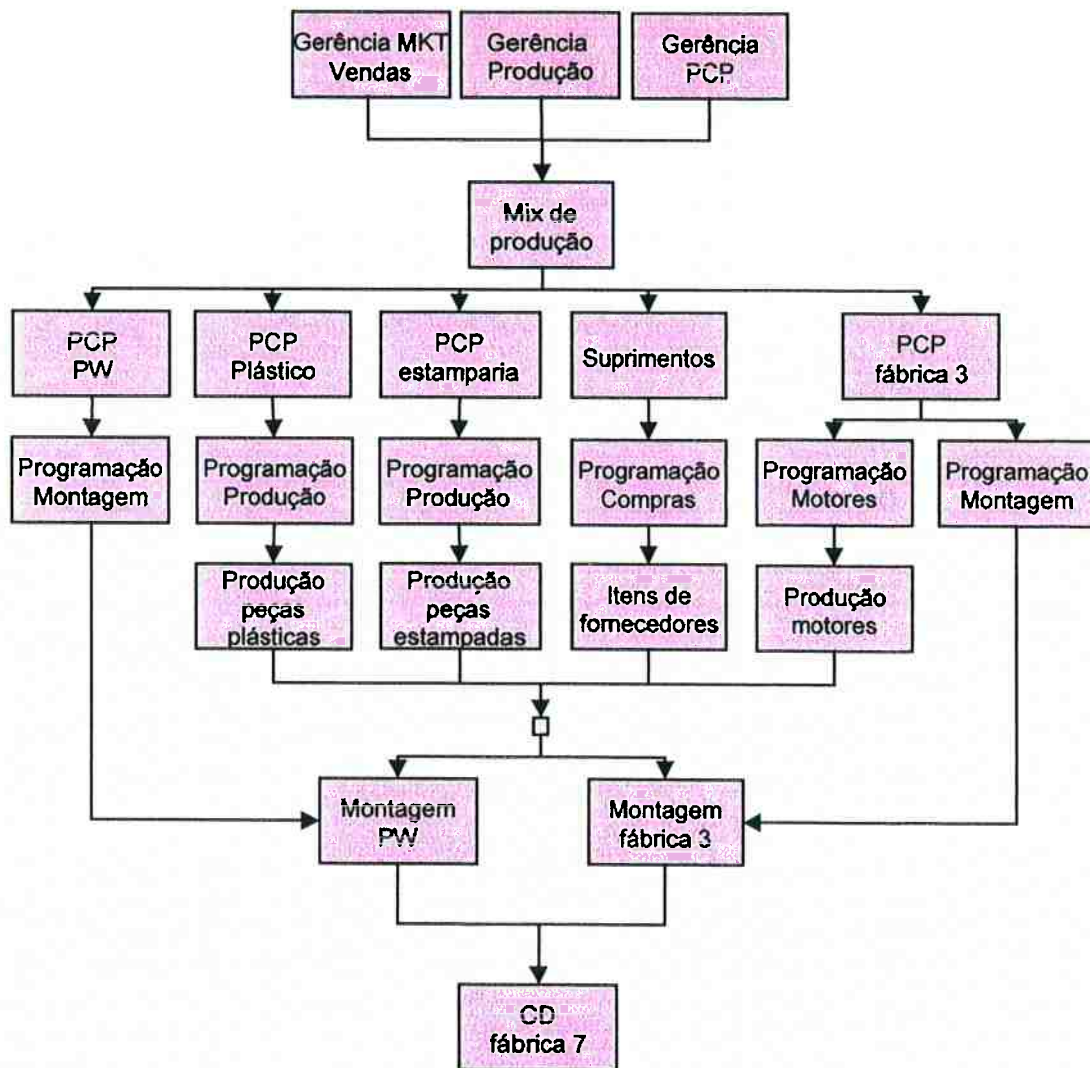


Figura 6 – Plantas industriais da Arno
(elaborada pela autora)

2.3 Fluxo de informações e decisões na produção

Em linhas gerais, o fluxo de informações e decisões na produção da Arno pode ser esquematizado como mostra a figura a seguir:



*Figura 7 – Fluxograma do processo produtivo
(elaborada pela autora)*

2.3.1 Definição do *mix* de produtos

As gerências dos departamentos de *Marketing*, Vendas, PCP e Produção realizam reuniões mensais para elaboração do *mix*² de produtos que serão fabricados pela empresa. Geralmente, faz-se o planejamento para os seis meses seguintes, que pode sofrer alterações de acordo com mercado, economia nacional e outros fatores que venham a influenciar as vendas da empresa.

A definição é feita a partir da previsão de demanda de cada produto, capacidade produtiva da fábrica e disponibilidade de recursos. Uma vez determinado, o *mix* é encaminhado ao departamento de PCP, para que seja feito o planejamento da produção destes produtos.

2.3.2 Planejamento e Controle da Produção (PCP)

O departamento de PCP (Planejamento e Controle da Produção) está localizado na fábrica 1. Possui funcionários que são responsáveis pela programação de produção de produtos Arno e que cuidam de atualização de projetos revisados pela engenharia, programação de revisão de moldes – que exige parada total de produção do produto - atualização de rotinas e tempos de fabricação no sistema, geração de relatórios de produção, vendas, previsão de demanda, etc.

Existem seções pertencentes ao PCP que estão alocadas nos departamentos de produção, como plástico, estamparia e linhas de montagem e que são responsáveis pela programação da produção. Estas seções recebem semanalmente o programa de produtos a serem montados (no caso de linhas de montagem) ou de peças a serem

² O *mix* de produção é a definição de quais modelos de produtos serão fabricados e a quantidade de cada um deles.

produzidas (no caso do Plástico e Estamparia), com prazo de entrega e quantidade definidos. A partir destes dados programam a utilização de mão-de-obra e equipamentos em seus respectivos departamentos e priorizam as atividades de acordo com os prazos.

2.3.3 Departamento de estamparia

O departamento de estamparia é responsável por uma pequena parcela do fornecimento de peças estampadas para montagem de produtos. No passado, representou parte significativa dos componentes produzidos internamente, antes de a empresa começar a tomar decisões de terceirização. Há uma pequena divisão do departamento de PCP que cuida da programação dos equipamentos e ordens de fabricação deste departamento, respeitando prazos de entrega e quantidades encomendadas.

2.3.4 Departamento de Plástico

Da mesma forma que no departamento de estamparia, há uma divisão do departamento de PCP que cuida da programação de produção de peças plásticas, definição de prioridades de produção e aproveitamento de capacidade produtiva. As demais características do departamento foram descritas no item 1.2.5.

2.3.5 Linhas de montagem

Todas as linhas de montagem encontram-se na capital. Há algumas linhas de montagem na fábrica 2, de lavadoras, centrífugas e ventiladores. A fábrica 3 é responsável por toda produção de motores dos produtos Arno fabricados no Brasil, cuidando do abastecimento das suas próprias linhas de montagem e das linhas da fábrica 2. Fora isso, a fábrica possui diversas linhas de montagem de aparelhos de pequeno porte, como batedeiras, liquidificadores, cafeteiras, sanduicheiras, aspiradores de pó, ferros de passar, etc.

Há uma divisão do departamento de PCP que se encontra na fábrica 3, responsável pelo cumprimento da programação de montagem de equipamentos e controle de suprimentos.

As linhas de montagem trabalham em três métodos:

- **“Autoramas”**: o ritmo da montagem dos produtos é ditado pelo “autorama”, que possui de quatro a seis postos de trabalho, onde cada operador realiza uma pequena parte da montagem;
- **Workstations**: geralmente divididas em dois postos de trabalho cada uma, atribui grande parte da montagem dos eletrodomésticos para cada operador, trazendo mais flexibilidade para as linhas. Pode haver mais de uma *workstation* realizando o mesmo tipo de montagem numa mesma linha, para agilizar o trabalho.
- **Free Flow**: cada operador da linha realiza uma seqüência de operações, em seu próprio ritmo. Não há esteira com velocidade regulada.

2.4 Departamentos de apoio à produção

Os departamentos de apoio à produção de Plásticos são:



*Figura 8 – Departamentos de apoio à produção de peças plásticas
(elaborada pela autora)*

2.4.1 Seções de controle de qualidade

Há departamentos de Controle de Qualidade nas três unidades fabris da empresa. Na fábrica 1 estão os laboratórios de metalurgia e plásticos, onde são feitos ensaios de matérias-primas, aprovação de novos materiais, verificação de possíveis perdas de características, análise do material de fabricação mediante exposição ao sol, calor, etc. Nessa seção são feitas também calibrações de instrumentos de medição de toda empresa.

Na fábrica 2 estão as seções do Controle de Qualidade relacionadas a fabricação de peças plásticas e estamparia. Entre suas funções, está a liberação de peças para produção. As primeiras peças injetadas ou estampadas de uma ordem de fabricação são enviadas ao controle, que segundo o Plano de Controle das mesmas, verificam se estão dentro das especificações e, conseqüentemente, liberadas para produção. Além disso, são responsáveis pela realização de laudos de medição a pedido da gerência ou chefia.

Em todas as linhas de montagem da Arno há quadro testes, onde 100% dos aparelhos são testados (teste de massa e de funcionamento elétrico do produto).

Na fábrica 3, o Controle de Qualidade está dividido em quatro seções: recebimento, auditoria, medição e laboratório. O recebimento é responsável pela inspeção de peças de fornecedores. Há uma política interna na empresa que define o tamanho da amostra a ser inspecionada de acordo com fornecedor, histórico de reprovação, tamanho do lote recebido, etc.



*Figura 9 – Divisões do Controle de Qualidade
(elaborada pela autora)*

A seção de medição funciona de maneira similar ao Controle de Qualidade na fábrica 2, sendo responsável pela medição de peças nas linhas de montagem, quando há dúvidas sobre suas dimensões, problemas de encaixe, problemas na qualidade ou funcionamento do produto.

A auditoria faz testes de qualidade em produtos acabados e embalados. O controle é feito no produto inteiro: verificação de funcionamento, aparência, *drop test*³, teste de massa, etc.

O laboratório é responsável pelos testes práticos dos produtos da empresa, especialmente em painéis, batedeiras, liquidificadores e ferros de passar. É onde são realizados também testes de vida nos produtos da empresa. Além desses testes, a Arno realiza testes em campo, doando aparelhos para instituições de caridade e controlando o rendimento e vida útil dos mesmos.

2.4.2 Engenharia de produtividade

Há duas divisões do departamento de Engenharia de Produtividade, uma na fábrica 1 e uma na fábrica 3. Ambas têm responsabilidade de balancear as linhas de montagem de acordo com o volume a ser produzido para respectivas unidades e controlar a produtividade destes balanceamentos, bem como acompanhar o rendimento dos operadores das linhas mediante a divisão de tarefas especificada.

Na fábrica 1, há funcionários encarregados de controlar a gravação de peças plásticas (rótulos, especificações de botões e alavancas dos produtos, marca Arno). Há ainda um funcionário responsável pelo estudo do *lay-out* na empresa, que vem passando

³ O *drop test* é realizado derrubando-se no chão produtos embalados em caixa promocional, de altura determinada pelo plano de controle, para então verificar-se as condições da caixa e do aparelho.

por modificações a fim de melhor aproveitar o espaço disponível, reduzir movimentação de materiais desnecessárias e aproximar fisicamente áreas envolvidas.

2.4.3 Engenharia de Processos

A Engenharia de Processos faz parte do departamento de Plástico da empresa. Conta com cinco funcionários e estagiários técnicos. São funcionários responsáveis pelo processo de injeção de plásticos e dentre as atividades desenvolvidas está a análise de processo quando:

- Há defeitos crônicos nas peças produzidas;
- A máquina não trabalha dentro do tempo especificado;
- Operador não consegue operar seguindo tempo especificado.

A Engenharia de Processos revisa as especificações das injetoras e suas regulagens, de forma a melhorar o processo de fabricação de peças, combinando a boa utilização de recursos com produção de peças conformes.

2.4.4 Manutenção

O Departamento de Manutenção é responsável pela manutenção preventiva e corretiva de máquinas e equipamentos de toda a planta da Arno, desde equipamentos de escritório, dos laboratórios e das fábricas, bem como instalação de rede elétrica.

Está subdividida em técnicos elétricos e mecânicos, que se organizam para atender solicitações tanto da parte administrativa quanto da parte industrial da empresa. Os chamados da fábrica vêm via Sistema de Informação. A organização de manutenções preventivas é de responsabilidade da Manutenção.

Os funcionários da manutenção recebem os chamados pelo sistema e se organizam de forma a atender as solicitações respeitando prioridades e disponibilidade de seus

funcionários. Quando há urgência, o supervisor telefona para alertar sobre o problema e pedir prioridade no atendimento.

2.4.5 Ferramentaria

O Departamento de Ferramentaria é responsável pela fabricação e manutenção de moldes de peças dos produtos da Arno. Após o desenvolvimento de um novo produto, a Engenharia encaminha os desenhos para a Ferramentaria, que fabrica o molde, respeitando também requisitos das máquinas que a empresa possui ou máquinas utilizadas por fornecedores de peças.

A manutenção, revisão de projeto de moldes e limpeza é feita pela Ferramentaria, quando requisitada pela fábrica ou pelo Departamento de Engenharia e Desenvolvimento.

2.5 Definição do custo de um produto

O custo total de fabricação de um produto da Arno é chamado internamente de PRU – *Prix Reference à Usine* (Preço de referência à fabricação). Em linhas gerais, é definido como:

$$PRU = CD + GT + Amortização + MOI$$

Onde:

CD – Custos Diretos

GT – Gastos Técnicos

Amortização – Amortização dos investimentos em equipamentos de fabricação e montagem

MOI – Custo de mão-de-obra Indireta

Os custos diretos são referentes à matéria-prima e mão-de-obra direta.

$$CD = Mat + MOD$$

Os gastos técnicos englobam todos os gastos referentes à fabricação e montagem dos produtos, desconsiderando matéria-prima e mão-de-obra direta, que são alocados em custos diretos. São eles: gastos com energia elétrica, água, material utilizado em manutenção, mão-de-obra de Manutenção, mão-de-obra de Ferramentaria, gastos com recebimento de materiais, mão-de-obra de Suprimentos e Logística, etc.

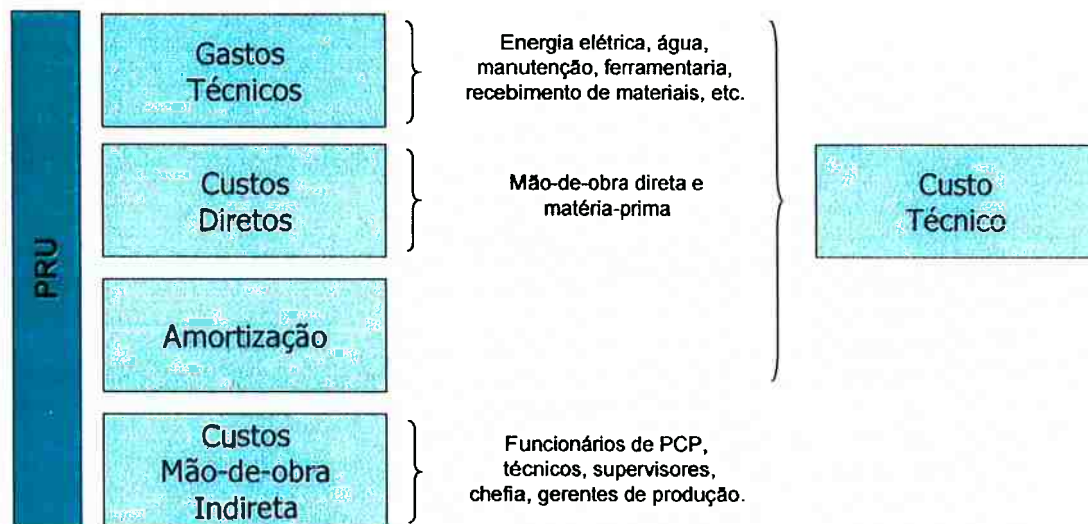
A mão-de-obra indireta é composta por funcionários de PCP, técnicos de produção, supervisores, chefias, gerentes de produção.

A somatória dos custos diretos, gastos técnicos e amortização é chamada Custo Técnico de um produto.

$$CT = CD + GT + Amortização$$

Logo, temos que:

$$PRU = CT + MOI$$

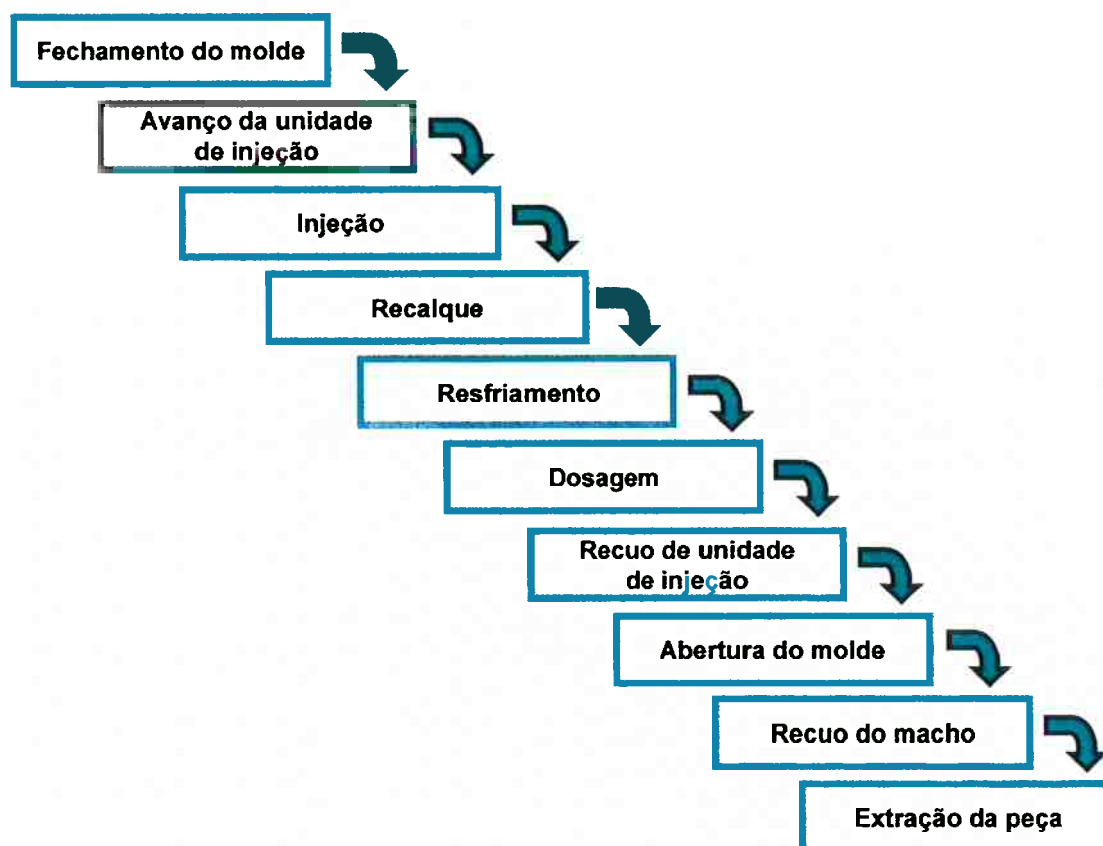


*Figura 10– Desdobramento do PRU de um produto
(elaborada pela autora)*

Para chegar ao preço final de um produto, acrescenta-se ao PRU os custos administrativos, financeiros, custos do Departamento de *Marketing*, Vendas, Pesquisa e Desenvolvimento, etc. Incrementando-se com a margem de lucro da empresa (taxa de *mark-up*), determina-se o preço de venda.

2.6 Ciclo de uma injetora

O ciclo de uma injetora é composto por dez etapas, semelhantes para todos os tipos de máquinas no departamento, apresentadas a seguir:



*Figura 11 – Ciclo de uma injetora
(elaborada pela autora)*

O ciclo começa com o fechamento do molde e avanço da unidade de injeção. Inicia-se o processo de injeção de material plástico, que pode ser polipropileno, polietileno, *nylon*, acrílico, poliacetal, policarbonato, entre outros. Ao final do depósito de material, faz-se o recalque, quando é aplicada pressão no molde, para que o mesmo se acomode melhor em todas as cavidades e sulcos.

Em seguida, dá-se início a duas etapas simultâneas, o resfriamento da peça e a dosagem de material para a próxima injetada. Geralmente, o resfriamento é mais lento que a dosagem. Por fim, há recuo do macho⁴ e abertura do molde, para então se fazer a extração da peça. As etapas que levam mais tempo para serem completadas são injeção e resfriamento.

Quanto maior o porte de uma injetora, maior seu tempo de ciclo. Cada peça fabricada na empresa tem seu tempo de ciclo determinado de acordo com a máquina utilizada para injeção e os padrões de qualidade.

Máquinas funcionando fora do tempo de ciclo acarretam perdas para o departamento, tanto em qualidade quanto em aproveitamento de mão-de-obra. Diz-se perdas por qualidade, pois trabalhar em um tempo de ciclo menor que o padrão pode gerar peças defeituosas. Da mesma forma, pode haver perdas por qualidade quando se completa o ciclo da máquina em tempo maior que o padrão. Ademais, desta última forma, há perdas em mão-de-obra, pois o operador aguarda mais tempo a máquina terminar seu ciclo para iniciar sua atividade.

⁴ O macho é um instrumento auxiliar com função de fazer detalhes vazados nas laterais da peça. Nem todos os moldes possuem macho.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta revisão bibliográfica feita pela autora sobre diversos planos de gestão conhecidos no meio acadêmico.

Algumas metodologias de análise e solução de problemas foram estudadas e são sintetizadas nos itens a seguir. Comparando-se as mesmas, foi possível julgar a mais adequada para aplicação no desenvolvimento do projeto realizado na empresa.

Entende-se como um problema a diferença entre o desejável e o realizável. Assim, na definição da questão a ser estudada, procurou-se comparar os indicadores apresentados pelas seções do Plástico com suas respectivas metas, estipuladas pela gerência, para então definir o indicador crítico, que foi tratado como foco do estudo.

Os métodos estudados têm como foco a melhoria de processos. Define-se como processo um conjunto de causas que provoca um conjunto de efeitos. Em outra definição, processo é uma série sistemática de ações dirigidas ao cumprimento de uma meta (JURAN, 1990). Para que seja possível controlar um processo, é preciso controlar então suas causas.

O foco de estudo deste trabalho de formatura é, como já foi explicitado, reduzir perdas no departamento de injeção de peças plásticas, o que, conseqüentemente, virá a aumentar a produtividade do mesmo. O termo “produtividade” apresenta controvérsias quanto a sua definição e interpretação, já que não é utilizado somente quando se trata de processos produtivos, mas também em serviços e outras atividades diversas. Em 1950, a OEEC (*Organization for European Economic Cooperation*) criou a definição de que produtividade é o quociente obtido da divisão das saídas por um dos fatores de produção, ou seja, é a relação entre as saídas de um sistema produtivo (bens ou serviços) e os recursos empregados (mão-de-obra, matéria-prima, equipamentos, capital, etc.).

Em outra definição, temos que:

“Produtividade é minimizar cientificamente o uso de recursos materiais, mão-de-obra, máquinas, equipamentos etc., para reduzir custos de produção, expandir mercados, aumentar o número de empregados, lutar por aumentos reais de salários e pela melhoria do padrão de vida, no interesse comum do capital, do trabalho e dos consumidores”. (Japan Productivity Center for Social – Economics Development).

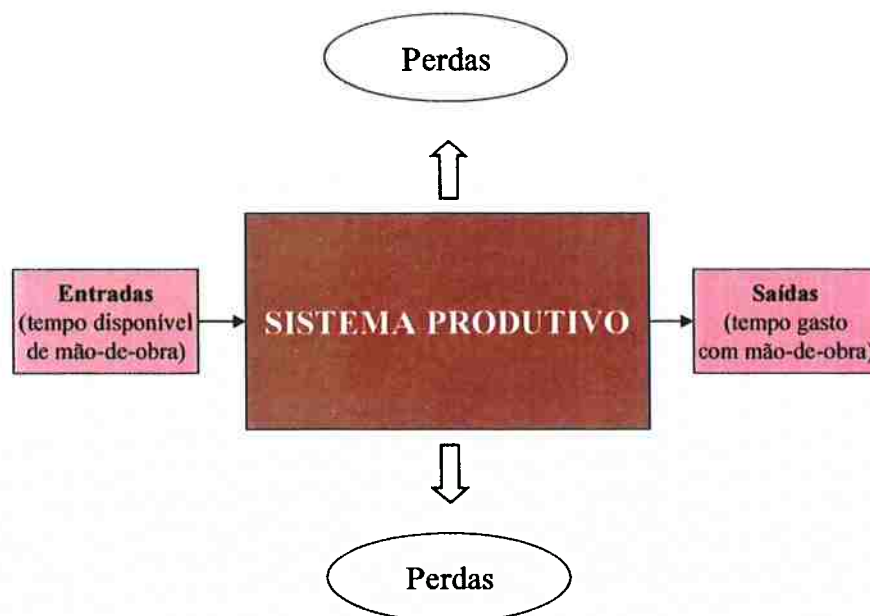
Muitas vezes o termo “produtividade” é confundido com o termo “produção”. Este último está relacionado à atividade de produzir, à quantidade produzida, enquanto que a produtividade se direciona para a eficiência dos recursos utilizados para obter a quantidade produzida (produção). Vale ressaltar que os termos não estão diretamente relacionados entre si, o que significa que aumentar a produção não necessariamente acarreta um aumento na produtividade do sistema, e vice-versa.

As definições dos termos “produtividade”, “eficiência” e “eficácia” também podem criar enganos. Eficiência é um termo que diz respeito à utilização de recursos, à comparação dos resultados obtidos e resultados esperados. Eficácia relaciona-se com o desempenho, com o cumprimento de metas (SUMANTH, 1984). Assim, pode-se ainda afirmar que, ao estudar produtividade, engloba-se eficiência e eficácia do sistema, já que o termo pode ser considerado uma combinação de ambos. MALI (1978) definiu uma relação entre os três termos como:

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Eficácia}}{\text{Eficiência}}$$

O indicador de produtividade de mão-de-obra do departamento de Plástico da empresa considera a definição que produtividade é a relação entre saídas e entradas, em tempo consumido. Logo, entende-se por entradas o tempo disponível da mão-de-obra no período em questão – geralmente um mês – e por saídas, o tempo utilizado segundo rotina de fabricação para fabricar os produtos expedidos no mesmo período.

A diferença entre as saídas e entradas são perdas, que serão foco na análise do levantamento de dados do departamento, para gerar plano de ação para aumento de produtividade.



*Figura 12 – Relação entre entradas, saídas e perdas em sistema produtivo
(elaborada pela autora)*

Analisar perdas é um aspecto bastante relevante nas empresas, por se tratarem de fortes oportunidades para melhoria de produtividade e ganhos. É importante saber distinguir quais atividades são essenciais para o processo produtivo e agregam valor ao produto. Define-se perda como: “qualquer aspecto do sistema que não seja o mínimo necessário em equipamentos, materiais, espaço e horas de trabalho, que são absolutamente essenciais para agregar valor ao produto” (SUZAKI, 1987). Ou seja, se a atividade não agrega valor ao produto, representa uma perda para a empresa.

SUZAKI (1987) define sete tipos de perdas em um sistema produtivo, explicitados a seguir:

- **Perda por superprodução:** perda oriunda da produção além da quantidade requisitada pelo mercado, gerando estoques e consumo excessivo de material;

- **Perda por tempo de espera:** ocorre quando o operador precisa esperar a máquina trabalhar para realizar suas atividades;
- **Perda por transporte:** o *lay-out* da fábrica pode exigir transporte excessivo de materiais e produtos;
- **Perda por processo:** o processo de fabricação em si pode gerar perdas, podendo citar como exemplo processos que exigem retrabalhos sobre rebarbas;
- **Perda por estoque:** estoques excessivos podem aumentar o custo de um produto, além de ocupar espaço físico, exigir funcionários e sistema de controle, entre outros;
- **Perda por movimento:** pode-se dizer que “movimentar-se” não significa “trabalhar”. O movimento desnecessário de operadores apenas aumenta o custo de mão-de-obra no produto;
- **Perda por produtos defeituosos:** quando um produto é rejeitado por apresentar defeitos, o tempo gasto em sua fabricação é uma perda. Ainda, quando um equipamento apresenta um defeito, o operador da estação de trabalho precisa aguardar conserto, tendo o desenvolvimento de seu trabalho prejudicado.

O levantamento de dados feito na empresa onde o Trabalho de Formatura foi realizado teve por objetivo identificar as perdas na fábrica, isto é, atividades desnecessárias e que não agregavam valor ao produto, para que o plano de ação fosse elaborado com o objetivo de eliminá-las.

A partir do levantamento de perdas é feita a elaboração de plano de ações para melhoria no processo, que deve consistir em ações que não sejam eventos isolados, ou seja, que tenham coerência e objetivos comuns. SUZAKI (1987) apresenta alguns princípios para melhoria em processos, que serviram como base para desenvolvimento do projeto:

1	Organizar o espaço de trabalho
2	Desenvolver <i>setup</i> rápido
3	Eliminar perdas por transporte
4	Sincronizar os processos
5	Introduzir ferramentas como <i>Poka-Yoke</i> , Controle Estatístico do Processo
6	Eliminar problemas com as máquinas
7	Determinar o tempo de ciclo
8	Padronizar os procedimentos de trabalho

*Figura 13 – Oito princípios para melhoria em processos
(adaptada de SUZAKI, 1987)*

O levantamento de perdas e busca por ações que levem a melhoria em processos visam a aumentar a produtividade neste departamento industrial da empresa. Em um de seus estudos, BERNOLAK (1976) enunciou benefícios da alta produtividade em empresas, transcritos a seguir:

- 1) Alta produtividade da mão-de-obra e recursos físicos em uma empresa pode significar maiores lucros;
 - 2) Alta produtividade na empresa é geralmente traduzida em maiores ganhos para funcionários;
 - 3) Os consumidores podem notar maiores benefícios e podem vir a pagar menores preços, pois o custo de fabricação diminui.
-
-

3.1 Ciclo PDCA (*Plan - Do- Check - Act*)

A primeira técnica apresentada será o ciclo PDCA, que visa a analisar e buscar soluções de problemas através de um ciclo de quatro fases, que são: planejar, fazer, checar e agir (do inglês, *plan-do-check-act*).

O ciclo PDCA foi desenvolvido por Walter Shewart na década de 20, mas ficou conhecido como ciclo de Deming por ter sido amplamente divulgado por este, na década de 50. A técnica é simples e pode ser utilizada de forma contínua para gerenciamento das atividades de uma organização, sendo um modo eficiente para apresentar uma melhoria em determinado processo.

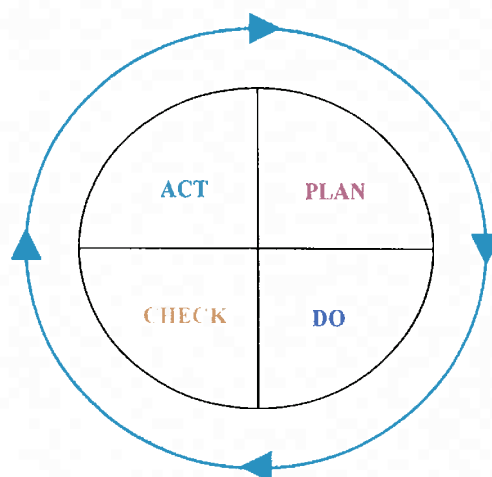


Figura 14 – Ciclo PDCA
(elaborada pela autora)

A primeira fase do ciclo, **planejar (*plan*)**, consiste em definir objetivos e metas e estabelecer o método a ser utilizado. Na definição dos objetivos, verificam-se prioridades, recursos a serem utilizados e benefícios dos resultados esperados. Como meta, estipula-se um prazo para alcançar os objetivos do projeto. O método é definido como roteiro para atingir os objetivos; deve-se ainda determinar pessoas e

materiais envolvidos. Uma definição clara do método a ser empregado diminui os desvios do projeto.

Em seguida, inicia-se a fase **fazer (do)**, onde são oferecidas informações sobre o projeto para o pessoal envolvido e onde se executa o planejado na primeira fase.

Dando continuidade ao ciclo, faz-se **verificação e controle (check)** dos resultados obtidos através de execução de tarefas, para que seja possível confrontá-los com os resultados esperados. Nesta fase, faz-se uso de indicadores para verificar se os objetivos determinados foram atingidos.

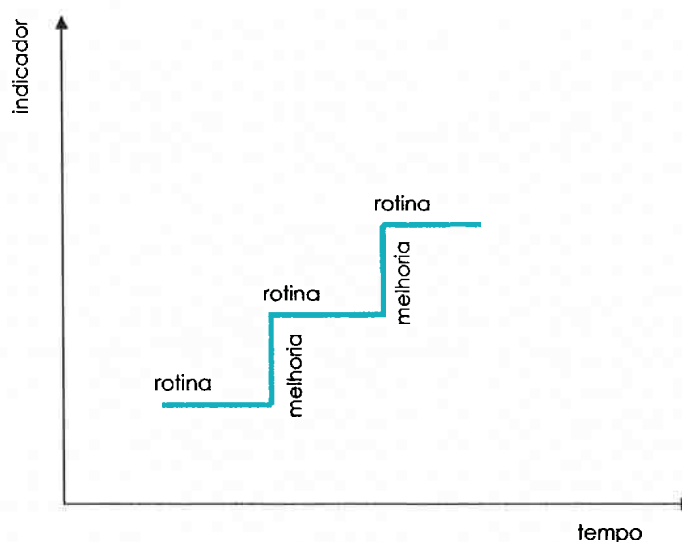
Finalmente, inicia-se a fase **agir (act)**, onde se faz as ações corretivas para eliminar as causas dos problemas. Ao atingir resultados satisfatórios, deve-se normalizar os resultados para consolidá-los, para assegurar as melhorias obtidas e prevenir a volta de problemas. Ou seja, a cada melhoria conseguida, o ciclo PDCA propõe uma padronização para que os resultados atingidos se mantenham, ou seja, para que a empresa não volte a apresentar os indicadores originais.

Ao final de um ciclo, faz-se novo levantamento de dados para identificação de outra oportunidade de melhoria, para iniciar-se um novo ciclo PDCA.

3.2 Estudo e Aperfeiçoamento de Processos (EAP)

O Estudo e Aperfeiçoamento de Processos (EAP) é uma metodologia de identificação, análise e solução de problemas em diversos tipos de processos, com enfoque na Qualidade Total e tem com base o ciclo PDCA.

O EAP tem como foco em sua metodologia controlar as causas do processo em questão. Consiste em uma técnica que conduz uma sucessão de estágios progressivos de melhorias e padronização de rotinas.



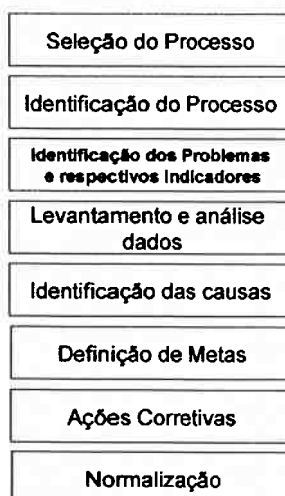
*Figura 15 – Estágios progressivos no EAP
(adaptada de FINEP, 1994)*

A missão do EAP é capacitar os funcionários a estudar e aperfeiçoar os próprios processos de trabalho. O método recomenda que cada problema identificado seja analisado e que uma solução específica seja proposta para o mesmo. No entanto, pode-se fazer uso de um *check-list* para a melhoria, que propõe ações direcionadas para a melhoria em processos. Seus fundamentos principais são:



*Figura 16 – Fundamentos do EAP
(elaborada pela autora)*

A metodologia do EAP recomenda a formação, dentro da empresa, de grupo contendo três a cinco integrantes de todos os níveis hierárquicos que influenciem o processo em questão. A metodologia segue as fases apresentadas a seguir:



*Figura 17 – Fases da metodologia do EAP
(adaptada de FINEP, 1994)*

- **Seleção do processo:** selecionar o processo crítico para satisfação do cliente, dentre aqueles que o desagradam;
- **Identificação do processo:** analisar todas as etapas deste processo, procurando inserir neste ambiente os clientes, fornecedores, entradas e saídas, definindo, assim, seus limites. Uma ferramenta de análise útil nesta etapa é

elaboração de fluxograma de atividades, que pode vir a apontar ações desnecessárias, redundantes ou causadoras de problemas, bem como desvios no processo;

- **Identificação de problemas e seus indicadores de qualidade:** identificar as necessidades dos clientes e produtos do processo em análise que possuem objetivo de atender tais necessidades. Procurar identificar neste ponto as diferenças entre o produto esperado pelo cliente e o produto realmente oferecido;
 - **Levantamento e análises de dados:** buscar dados no processo que comprovem as evidências diagnosticadas na etapa anterior. Nesta etapa, pode-se fazer uso de ferramentas quantitativas, como folha de verificação, Diagrama de Pareto, histograma, gráfico de acompanhamento;
 - **Identificação das causas:** identificar as razões que levam o processo a produzir efeitos diferentes dos esperados;
 - **Definição de metas:** o EAP sugere que as metas sejam fixadas antes de aplicar ações para atingir as causas dos problemas. As metas são objetivos quantificados, que devem:
 - Satisfazer as exigências dos clientes;
 - Ser possíveis de atingir;
 - Conduzir a resultados econômicos maiores que o custo de implantação e administração;
 - Trazer benefícios tanto para a empresa quanto para as pessoas que a executam.
 - **Ações corretivas:** aplicar ações que eliminem, atenuem ou bloqueiem as causas dos problemas. Dão-se preferências às ações corretivas, porque elas resolvem as causas originárias dos mesmos. É importante levantar novamente os dados do processo para verificar o impacto das ações nos indicadores, através de ferramentas que permitam comparações.
 - **Normalização:** revisar normas e procedimentos que dizem respeito ao processo melhorado, com intuito de manter estabilidade do mesmo depois das melhorias aplicadas.
-

3.3 Modelo DMAIC

A abordagem Seis Sigma é uma metodologia para aprimoramento de processos, produtos e serviços, que tem objetivo de aumentar a qualidade por meio de melhoria contínua. O Seis Sigma procura levar em conta todos os aspectos importantes envolvidos no negócio, focando no cliente e no produto.

A abordagem segue como base o modelo DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar – do inglês *Improve*, Controlar), que é um método de análise e solução de problemas. Portanto é, da mesma forma como o PDCA ou o EAP, um método de solução de problemas ao qual é integrado um conjunto de ferramentas para coleta, processamento e disposição das informações necessárias para a execução de cada fase do modelo, que são:

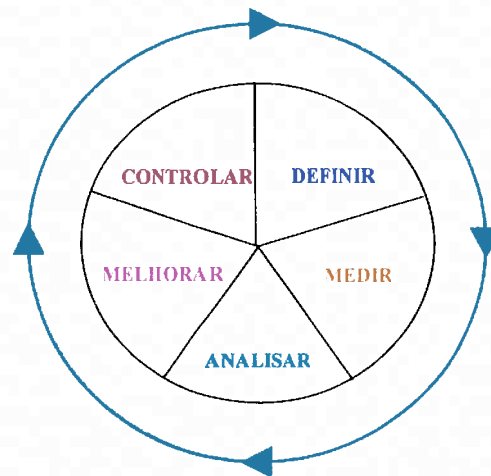


Figura 18 – Fases do modelo DMAIC
(elaborada pela autora)

A descrição de cada fase é feita a seguir:

- **Definir (seleção de projeto):** é preciso priorizar processos críticos para o negócio e fazer uma análise custo-benefício, para assegurar que o projeto seja

economicamente viável. Nesta fase, faz-se desenho dos macro-processos prioritários;

- **Medir (identificar desempenho do processo):** através de ferramentas estatísticas, métodos de controle e sistemas de medição, faz-se coleta de dados para verificar a situação atual do negócio;
 - **Analisar (analisar as causas do desempenho atual):** analisa-se os dados coletados através de ferramentas estatísticas a fim de identificar causas potenciais. Assim, pode-se estabelecer metas para o projeto.
 - **Melhorar (aplicar melhorias para o processo em estudo):** a partir dos dados coletados e das conclusões das análises dos mesmos, é possível fazer melhorias que visem atingir as metas do projeto. Nesta fase algumas ferramentas poderão ser aplicadas:
 - Sistema de Gestão à Vista;
 - Planos de ação corretiva;
 - Kaizen;
 - Programa 5S.
 - **Controlar (manter o desempenho obtido sob controle):** a fase final é adotar um sistema de medição adequado para manter o processo melhorado sob controle, de forma a garantir que os níveis de desempenho alcançados sejam mantidos.
-

3.4 Kaizen

O Kaizen é uma ferramenta japonesa que significa aprimoramento contínuo, visando sempre à satisfação do cliente. Segundo IMAI (1988), o Kaizen não é uma ferramenta no sentido explícito da palavra, mas, sim, uma filosofia de vida entre os japoneses que prega que as melhorias sejam quase sempre pequenas, frutos de esforços contínuos.

Uma característica do Kaizen é buscar apoio e sugestões do pessoal de linha de frente, que, no caso de uma indústria, trata-se dos operadores, incentivando-os a apresentar soluções aos problemas simples que aparecem corriqueiramente. O Kaizen não busca melhoramentos drásticos, que podem envolver mudanças conceituais.

O Kaizen apresenta oito princípios básicos, segundo IMAI:

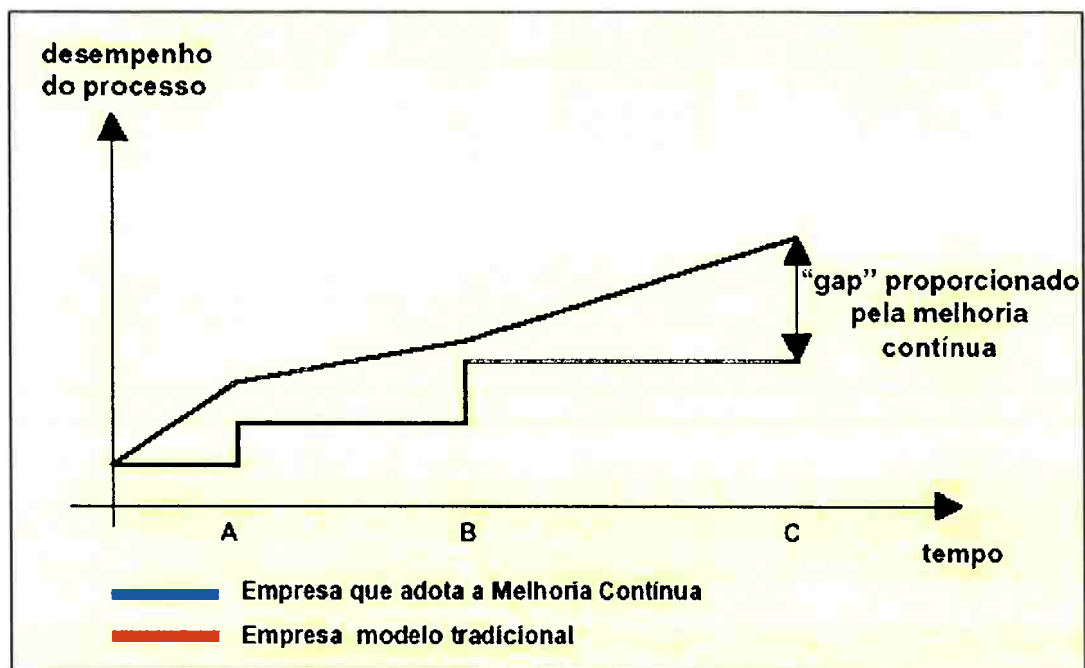
1	Descartar a maneira tradicional.
2	Pensar em como alcançar objetivos, ao invés de pensar forma que não funcionariam.
3	Rejeitar a situação atual.
4	Não buscar a perfeição.
5	Corrigir imediatamente os erros.
6	Procurar a verdadeira causa.
7	Preferir idéias de dez pessoas a idéias de uma só pessoa.
8	O Kaizen deve ser eterno.

*Tabela 5 – Oito princípios básicos do Kaizen
(adaptada de IMAI, 1988)*

A abrangência do Kaizen, segundo mesmo autor, para a mão-de-obra da empresa, diz que:

- Todos devem **colaborar** na busca de melhorias;
- Aproveitar os recursos humanos para **tarefas nobres**;
- Combater as **causas** dos problemas e, não, os efeitos;
- Mão-de-obra deve ser **flexível**.

Os conceitos do Kaizen são diferentes da Melhoria Contínua, que envolve todas as pessoas da organização no sentido de buscar, de forma constante e sistemática, o aperfeiçoamento dos processos, pressupondo mudanças organizacionais mais significativas. A figura a seguir ilustra os ganhos em desempenho que podem ser obtidos através do Kaizen e da Melhoria Contínua.



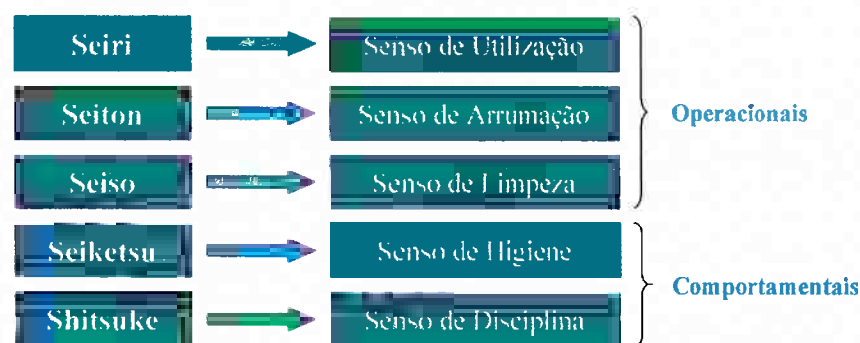
*Figura 19 – Empresa Voltada para Melhoria Contínua versus Empresa tradicional (Kaizen)
(adaptada de SHIBA, 1997)*

Observa-se que a melhoria no desempenho de uma empresa voltada para Melhoria Contínua é maior que em uma empresa tradicional. Com o Kaizen, são desenvolvidas ações de melhorias planejadas para determinadas ocasiões, com considerável intervalo de tempo entre elas.

3.5 Programa 5S

O 5S é uma prática desenvolvida no Japão, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida no trabalho, fazendo com que não apenas aspectos da qualidade e produtividade sejam delegados aos funcionários, como também atividades de organização da área de trabalho.

O nome 5S é porque o programa baseia-se em cinco conceitos, que em japonês iniciam-se com a letra “s”. São eles:



*Figura 20 – Significado dos S do Programa 5S
(adaptada de RIBEIRO, 1994)*

Observa-se que os três primeiros conceitos são operacionais, isto é, são os que requerem procedimentos e métodos para serem devidamente inseridos no ambiente de trabalho. Já os dois últimos são comportamentais, o que significa depender do posicionamento tomado pelos funcionários, com relação ao local em que trabalham.

A descrição de cada um dos sentidos é apresentada a seguir:

- **Seiri:** Manter no ambiente de trabalho somente o que é necessário e utilizado para as atividades de funcionários;
- **Seiton:** Manter a ordem no ambiente de trabalho e possibilitar localização visual de objetos, para facilitar a procura;

- **Seiso:** Manter o ambiente de trabalho limpo, procurando combater as causas de sujeira e incluindo a limpeza nas atividades rotineiras;
- **Seiketsu:** Manter um bom ambiente de trabalho;
- **Shitsuke:** Formar e praticar bons hábitos no ambiente de trabalho, estimulando disciplina e trabalho em equipe.

RIBEIRO (1994) define os benefícios trazidos direta ou indiretamente por cada “S”, como apresenta a tabela a seguir:

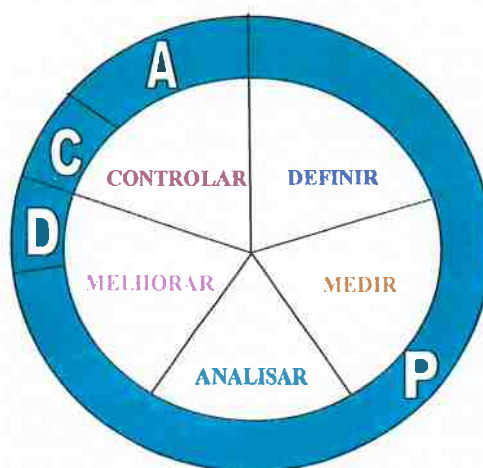
Benefícios do 5S	SEIRI	SEITON	SEISO	SEIKETSU	SHITSUKE
Melhoria da qualidade	▽	▽	▽	*	*
Administração participativa	▽	▽	▽	*	*
Incremento da eficiência	*	*	*	*	*
Eliminação do desperdício	*		*	▽	▽
Melhoria do ambiente de trabalho	▽	▽	*	▽	*
Otimização de espaço	*	*	▽	▽	▽
Prevenção de quebras e acidentes		*	*	▽	▽
Mudança em comportamento e hábitos	▽	▽	*	*	*
Melhoria de relações humanas	▽	▽	▽	*	*
Espírito de equipe	▽	▽	▽	▽	*
Auto-disciplina				▽	*
Eliminação do "stress" das pessoas	▽	*	▽	*	▽
Padronização dos processos				*	▽
Confiabilidade dos dados de controle				▽	*
Deteção precoce de anormalidades		*	*	*	
Redução/eliminação condições inseguras	*	*	*	*	▽
Redução/eliminação de atos inseguros				▽	*
Prevenção da poluição			*	*	*
Facilidade de comunicação	▽	*	▽	*	*
Incentivo à criatividade	*	*	*	*	*
	* benefícios diretos				
	▽ benefícios indiretos				

*Tabela 6 – Benefícios do 5S
(extraída de RIBEIRO, 1994)*

3.6 Análise crítica dos modelos

Os modelos considerados na revisão bibliográfica para análise e solução de problemas baseiam-se em mesmos princípios de identificação do problema, análise, melhoria e controle.

Segundo WERKEMA (2001), há uma correspondência entre o Modelo DMAIC e o ciclo PDCA, que pode ser visualizada segundo a Figura 21.



*Figura 21 – Correspondência entre Modelo DMAIC e ciclo PDCA
(adaptada de WERKEMA, 2001)*

A figura mostra a grande ênfase que o Modelo DMAIC dedica à fase de planejamento antes da tomada de ações. Observa-se a dedicação que é reservada a definição problema, levantamento de análise de dados, para que as causas maiores do problema possam ser adequadamente identificadas e atacadas, de forma que os resultados venham a ser mais significativos. Assim, pode-se dizer que a etapa de planejamento do PDCA é menos detalhada em comparação ao modelo DMAIC, que especifica as fases de *definição, medição e análise*.

O terceiro método descrito foi o EAP, que consiste em oito fases, baseadas no ciclo PDCA. Para elaboração do EAP aconselha-se trabalhar em grupos com três a cinco integrantes, para que, ao mesmo tempo em que não se reduza o espectro de criatividade, seja também possível chegar ao consenso internamente. Por se tratar de um projeto de Plano de Estágio, desenvolvido pela estagiária apenas com a colaboração de colegas de trabalho, optou-se por não utilizar a metodologia.

3.6.1 Justificativa de escolha do método e conceitos

Da comparação feita entre o Ciclo PDCA e o modelo DMAIC, visualizado na Figura 21 (WERKEMA, 2001), observou-se que o segundo sugere atenção dedicada às fases de definição, medição e análise, ao contrário do ciclo PDCA, que une essas etapas na fase de planejamento.

Por este motivo, o modelo usado neste projeto é o DMAIC, usado também pela abordagem Seis Sigma. Vale ressaltar que o método utilizado neste Trabalho de Formatura não envolve todo o escopo do Programa Seis Sigma. Apenas decidiu-se por utilizar o método para que a elaboração do projeto fosse bem direcionada.

As fases foram seguidas durante o decorrer do trabalho, resumidas a seguir:

- **Definição:** Definiu-se, para início do estudo, o indicador crítico na área industrial em questão e, em seguida, o foco de trabalho, ou seja, a seção-piloto do projeto;
- **Medição:** Foi feito levantamento de dados na seção-piloto, acompanhamento dos turnos de produção e elaboração de gráficos e diagramas;
- **Análise:** As análises foram feitas a partir do levantamento de dados feito pela estagiária, para identificação das causas-raiz do problema;
- **Melhoria (*Improve*):** Um plano de ação foi elaborado para atacar as causas maiores do mau aproveitamento de mão-de-obra;

- **Controle:** Para que os resultados obtidos com o plano de ação fossem medidos e normalizados, isto é, passassem a fazer parte da rotina da empresa, um sistema de controle, através de indicadores, foi desenvolvido, para acompanhamentos futuros.

A Figura 19, que ilustra os ganhos obtidos com a Melhoria Contínua e com o Kaizen, apresenta uma considerável diferença entre o desempenho atingido com cada um dos dois. Como empresas tradicionais podem passar longos períodos de tempo sem aplicar melhorias em seu processo, o aumento do desempenho conseguido é menor.

No entanto, visto que se trata de um projeto industrial que busca, além da redução de perdas e desperdícios no processo, a incorporação de uma gestão participativa no departamento, escolheu-se trabalhar com o Kaizen, para que em um futuro próximo, os operadores também sejam motivados a introduzir pequenas melhorias no processo, de forma a estimular a participação e aumentar o comprometimento.

Os tópicos que o Kaizen abrange com relação à mão-de-obra (*colaborar, tarefas nobres, causas e flexível*), descritos no item 3.4, serão seguidos no desenvolver do trabalho, a saber:

- Incentivar a **colaboração** dos operadores na sugestão e implantação de melhorias na seção em que trabalham;
- Alocar os operadores na realização de **tarefas nobres**, ou seja, procurar aproveitar a capacidade da mão-de-obra em atividades que agreguem valor ao produto e à empresa;
- Procurar desenvolver planos de ação que visem atacar as **causas** da baixa produtividade do departamento e não apenas amenizar seus efeitos;
- **Flexibilizar** a mão-de-obra, isto é, expandir as habilidades dos operadores, para que possam exercer atividades variadas dentro da seção em que trabalham.

Dentre os benefícios do Programa 5S apontados na Tabela 6, alguns se encontram entre os objetivos do Trabalho de Formatura, tais como incremento da eficiência, eliminação do desperdício e detecção precoce de anormalidades. Dessa forma, acredita-se que a introdução do programa na seção pode vir a contribuir na busca por esses objetivos, além de preparar o ambiente industrial para que futuramente possa vir a incorporar novas ferramentas e modelos de gestão.

4 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

A figura a seguir representa os passos do modelo DMAIC seguidos durante desenvolvimento do Trabalho de Formatura.



*Figura 22 – Passos do modelo DMAIC
(elaborada pela autora)*

A figura, em tamanho reduzido, indicará o início de cada etapa do método.



Na primeira etapa do modelo DMAIC (**definir**), define-se os processos críticos do negócio, ou seja, dá-se prioridade às questões que tenham maior significado para a empresa.

A definição do problema estudado pela estagiária foi descrito no item 2.1. O estágio foi realizado no departamento produtivo de maior peso na empresa, tanto em número de funcionários, quanto em peças produzidas, como foi relatado anteriormente. Escolheu-se analisar o indicador crítico do departamento, que apresenta o aproveitamento de mão-de-obra, pois não havia na empresa grupos de trabalho analisando essa questão.

4.1 Definição de seção-piloto para projeto

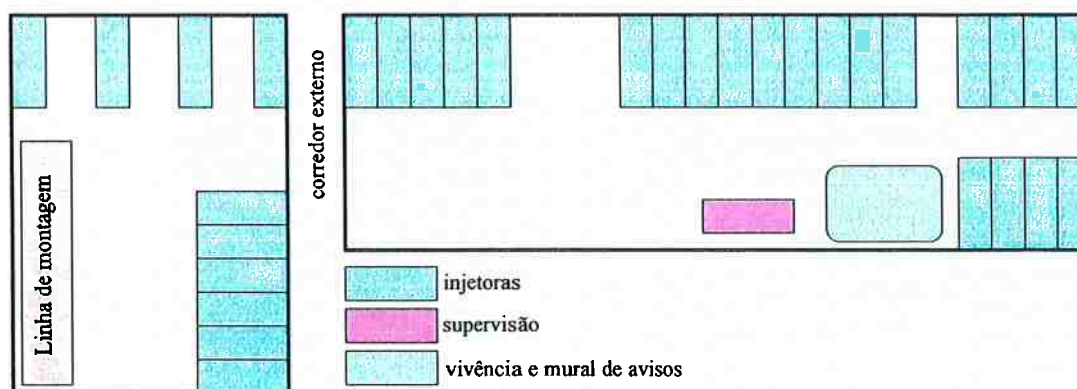
Para que o estudo fosse realizado no departamento de Plástico, focou-se em uma das cinco seções do departamento, para realizar o levantamento de dados. Isto porque

cada seção possui um supervisor e características próprias, como número de funcionários, porte de máquinas, tempo de operação, necessidade de mão-de-obra, como já foi relatado anteriormente. Dado que a proposta de estudo era aumentar a produtividade do departamento no que diz respeito a aproveitamento de mão-de-obra, a seção usada como seção-piloto no projeto foi a 5009, pois:

- A maioria de suas máquinas requer de meio a um operador na rotina de fabricação;
- É a seção que apresenta maiores tempos de fabricação, consumindo mais mão-de-obra por peça produzida;
- Como observado no Gráfico 1, é a seção cuja média de MPC em 2003 menos se aproxima da meta a ser atingida.

Por estes motivos, as dificuldades encontradas na fábrica (paradas de equipamentos, refugos, problemas com escala de funcionários) eram mais significativas nesta seção em relação à produtividade da mão-de-obra.

O *lay-out* da seção é apresentado na Figura 23:



*Figura 23 – Esboço do layout da seção 5009
(elaborada pela autora)*

As máquinas da seção estão distribuídas em dois prédios, separados por um corredor externo. Vinte e duas máquinas encontram-se no mesmo prédio que as demais

seções, agrupadas em três grupos máquinas de acordo com as características das máquinas. É neste espaço que se localiza a vivência de funcionários, mural de avisos e mesa do supervisor. O quarto grupo máquina da seção, a “Sandretto”⁵, está no prédio ao lado, contando com dez máquinas.

A seção possui dezesseis operadores denominados “gola vermelha”, um para cada grupo máquina, que são treinados para fazer montagem de moldes (*setup*) e regulação das injetoras.

Grande parte das máquinas trabalha com manipuladores para auxiliar na extração da peça, dispensando o trabalho de abrir e fechar a porta da injetora após cada injetada. Algumas peças exigem retrabalho, como eliminação de rebarbas e execução de furos, ou ainda, gravações na peça, realizados também pelo operador.

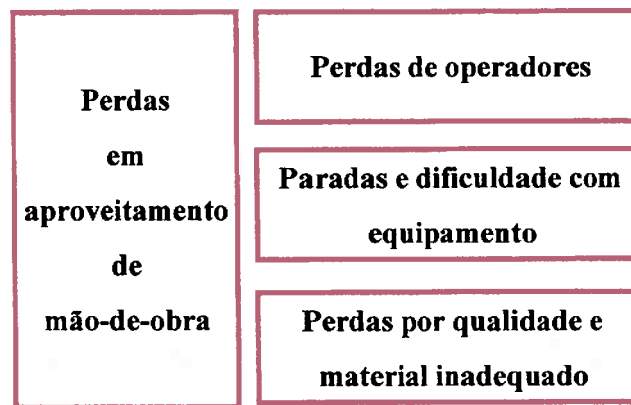
4.2 Causas de perdas de mão-de-obra na seção

Os fatores que podem ser considerados como agentes de perdas na análise de produtividade são três: mão-de-obra, equipamento e matéria-prima. Na fábrica onde o projeto foi realizado, a produção depende basicamente do trabalho das máquinas injetoras, apesar de haver trabalhos manuais para serem realizados. Em se tratando de produtividade de mão-de-obra, verifica-se, então, que perdas em equipamentos são fatores significativos, já que freqüentemente acarretam perdas em mão-de-obra. Pode-se citar, como exemplo, uma parada de equipamento que obriga o operador a parar seu trabalho também.

⁵ O grupo máquina é chamado assim internamente porque oito de suas injetoras são da marca *Sandretto*.

As perdas por matéria-prima podem também influenciar negativamente a produtividade da mão-de-obra no caso de gerarem rejeição de peças fabricadas, fazendo com que se perca o tempo gasto com o operador para execução das mesmas.

Conclui-se, então, que a produtividade da mão-de-obra da seção é influenciada por perdas de operadores, perdas com equipamentos e perdas por matéria-prima.



*Figura 24 – Perdas em aproveitamento de mão-de-obra
(elaborada pela autora)*

No estudo, procurou-se levantar as principais causas de perdas de mão-de-obra na seção. Isto foi feito através do rastreamento de paradas em equipamentos que gerassem perdas de operador e problemas de qualidade ou material inadequado, além de perdas de operadores, como problemas de alocação de postos de trabalho de funcionários e paradas obrigatórias.

O Diagrama de Ishikawa, também conhecido como “espinha de peixe”, é uma ferramenta usada para estudar detalhadamente as causas de determinada oportunidade de melhoria. Foi utilizado para iniciar a busca pelas causas-raiz do problema identificado.

Através do Diagrama de Ishikawa, ou Diagrama de Causa e Efeito, as causas de um problema podem ser agrupadas de acordo com os 6M, como decorrentes de falhas

em Materiais, Métodos, Mão-de-obra, Máquinas, Meio ambiente e Medidas. O uso do diagrama permite identificar causas de um problema e serve como estrutura inicial para facilitar o raciocínio durante a análise.

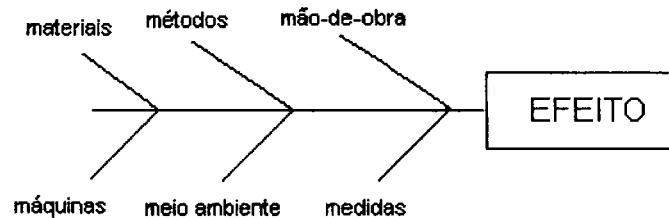


Figura 25 – Diagrama de Ishikawa utilizando os 6M
(elaborado pela autora)

Para cada um dos 6M (causas primárias), define-se as causas secundárias. O uso do diagrama não é restrito aos 6M, podendo-se definir outras formas de agrupamento de acordo com a situação analisada. No caso em questão, fez-se o agrupamento a partir da Figura 24:

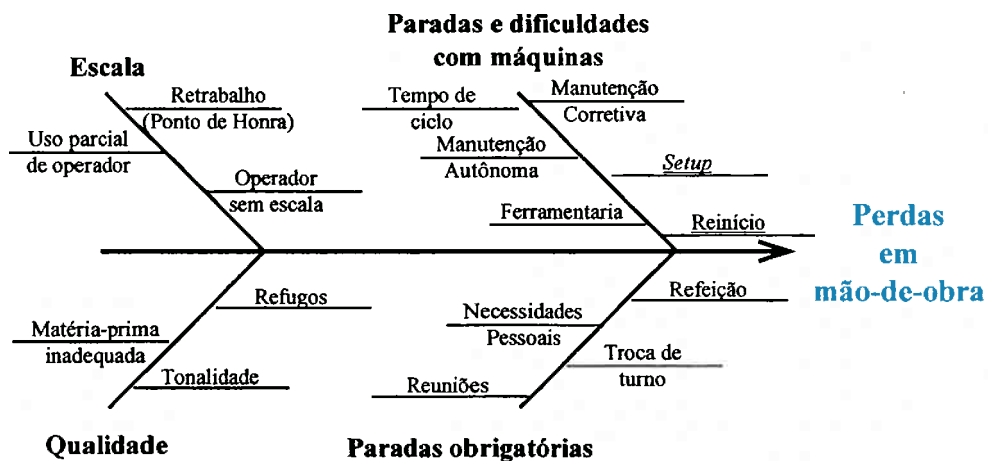


Figura 26 – Diagrama de Ishikawa (perdas em mão-de-obra)
(elaborada pela autora)

O efeito tratado neste Trabalho de Formatura foi a perda em mão-de-obra que ocorre na fábrica de peças plásticas. O agrupamento de causas foi feito em: paradas e dificuldade com máquinas, paradas obrigatórias, qualidade e escala.

4.2.1 Paradas de máquinas

As causas de paradas de máquinas apontadas no Sistema pelos operadores são:



*Figura 27 – Principais causas de paradas de injetoras
(elaborada pela autora)*

Nas seções do Plástico, fala-se em Manutenção Autônoma, Manutenção Preventiva e Manutenção Corretiva. As manutenções preventivas são programadas com antecedência e possuem frequência determinada para serem realizadas, de acordo com as características particulares de cada injetora. Dessa forma, não representam perdas em mão-de-obra, porque não necessitam de operadores para acompanhar o trabalho.

As manutenções autônomas são aquelas realizadas pelos próprios operadores, tais como troca de resistências e mangueiras, reaquecimento do bico de injeção e regulagem das máquinas (pressão, velocidade, temperatura), feitas geralmente pelos

“golas vermelhas”⁶. As manutenções corretivas são realizadas por funcionários especializados, que recebem solicitações via sistema quando o problema apresentado pela injetora não é diagnosticado ou não é realizado usualmente realizado pelos operadores. Os problemas com moldes são de responsabilidade da Ferramentaria.

Outras paradas são *setup* (montagem de molde na injetora) e reinício⁷ (tempo considerado do momento que a máquina é ligada até o momento que começa a produzir peças boas). As perdas por reinício acontecem principalmente às segundas-feiras, quando, no começo do turno, as máquinas estão paradas, pois não há expediente aos domingos (salvo quando se faz horas extras).

4.2.2 Paradas obrigatórias

As paradas obrigatórias são as ditas “perdas inevitáveis” para o departamento. Entre um turno e outro, há seis minutos coincidentes, para que um operador possa transmitir ao próximo as informações sobre andamento das operações nas máquinas, regulagens, dificuldades, etc.

Semanalmente, os supervisores ocupam cerca de uma hora para reunião com seus funcionários, onde discutem assuntos diversos de interesse de ambas as partes, como problemas de qualidade, reclamações e elogios, informes, absenteísmo, alocação de funcionários e outros assuntos internos à empresa.

⁶ Os operadores “gola vermelha” passam a usar uniforme com gola vermelha para tornar mais fácil a identificação no caso de requisição de auxílio. São treinados para realizar regulagens nas máquinas.

⁷ As injetoras precisam estar aquecidas para que produzam peças conformes. Do contrário, podem haver dificuldade para preenchimento do molde com material, injeção do material, etc. Quando uma máquina é iniciada, considera-se o tempo de aquecimento como “reinício”.

Ainda, cada operador tem trinta minutos diários para refeição. A escala de almoço, janta ou ceia é feita pelos supervisores, procurando manter o mesmo horário todos os dias para os funcionários. Não são todas as injetoras que param para as refeições. O supervisor as analisa, verificando prazo de entrega de peças e dificuldade de reinício e escala os operadores de algumas máquinas menos críticas para cobrir o horário de outros colegas.

4.2.3 Qualidade

Os operadores recebem instrução para armazenar no Sigep⁸ informações sobre peças rejeitadas durante sua fabricação. As principais rejeições acontecem por:



*Figura 28 – Causas de rejeição de peças no Plástico
(elaborada pela autora)*

Algumas destas falhas são devido a problemas encontrados na matéria-prima, tais como material reaproveitado (reciclado), tonalidade, material inadequado, outros por

⁸ Sigep é o Sistema de Informações Gerenciais do Plástico, que monitora o andamento da produção das injetoras, através de terminais de computador.

problemas no equipamento, que podem ser regulagem incorreta, rebarbas internas ao molde, mau funcionamento de equipamento auxiliar. Ainda, o próprio operador pode ser responsável pelo refugo, por exemplo, ao realizar operações manuais ou regulagens incorretas.

4.2.4 Escala

A definição de escala de funcionários é feita sempre pelo supervisor do turno anterior ao que se inicia, pois este conhece as programações de produção, peças críticas, máquinas que continuarão trabalhando ou que virão a trabalhar.

A necessidade de determinado número de operadores em uma máquina depende do molde que está rodando. Os supervisores podem consultar o Sistema de Informação, caso não estejam certos. Assim, alocam os operadores do próximo turno nas máquinas de acordo com a necessidade das mesmas. Por vezes, pode ocorrer de devido a problemas de regulagem, manutenção ou qualidade, a máquina requisitar mais operadores do que o previsto, seja para realizar retrabalhos ou auxiliar as operações. É uma decisão administrativa parar a máquina para serviços de Ferramentaria ou Manutenção ou continuar trabalhando com excesso de mão-de-obra. Geralmente, leva-se em conta o prazo de entrega das peças, disponibilidade dos departamentos de apoio e disponibilidade de operadores. Outra perda de mão-de-obra pode acontecer no caso de ser necessário fabricar peças em uma injetora que exija apenas meio operador e não dispor de outra máquina para alocá-lo simultaneamente.

O ponto de honra é a seção do Plástico onde se realizam retrabalhos em peças devolvidas das linhas de montagem, para que não precisem ser diretamente sucateadas. Há um funcionário por turno que faz parte da seção. No entanto, quando há excesso de material ou urgência para devolver as peças, empresta-se operadores das injetoras para auxiliar em tais trabalhos.

Ainda, acontece de haver perdas por escala quando operadores “gola vermelha” são solicitados para realizar *setup* para peças de *try out*⁹ ou auxiliar regulagens de máquinas operadas por colegas, pois têm conhecimento técnico para tanto.

Resumindo, as perdas por escala podem ser:

- Funcionários alocados no “ponto de honra”, fazendo retrabalhos ou eliminação de rebarbas em peças para expedição;
- Operadores que não conseguem aproveitar ao máximo sua capacidade produtiva;
- Operadores realizando montagens, auxiliando em *try-out* ou simplesmente sem escala.

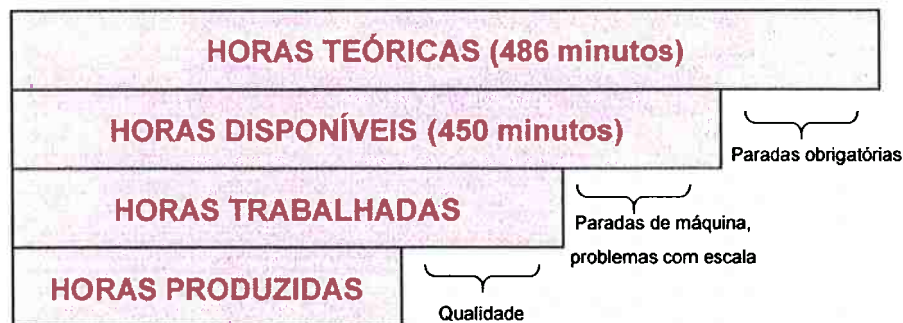
⁹ Fala-se em *try out* quando o molde é montado para testes, como avaliação de medidas da peça, componentes de novos produtos para lançamento, revisão de projetos de peças, etc.

4.3 Levantamento de dados



A segunda etapa do DMAIC consiste em **medir**, através de ferramentas estatísticas, dados que apontem a situação atual do problema.

O objetivo do levantamento de dados foi descobrir quais as causas-raiz da diferença entre as horas teóricas e produzidas no departamento, sendo:



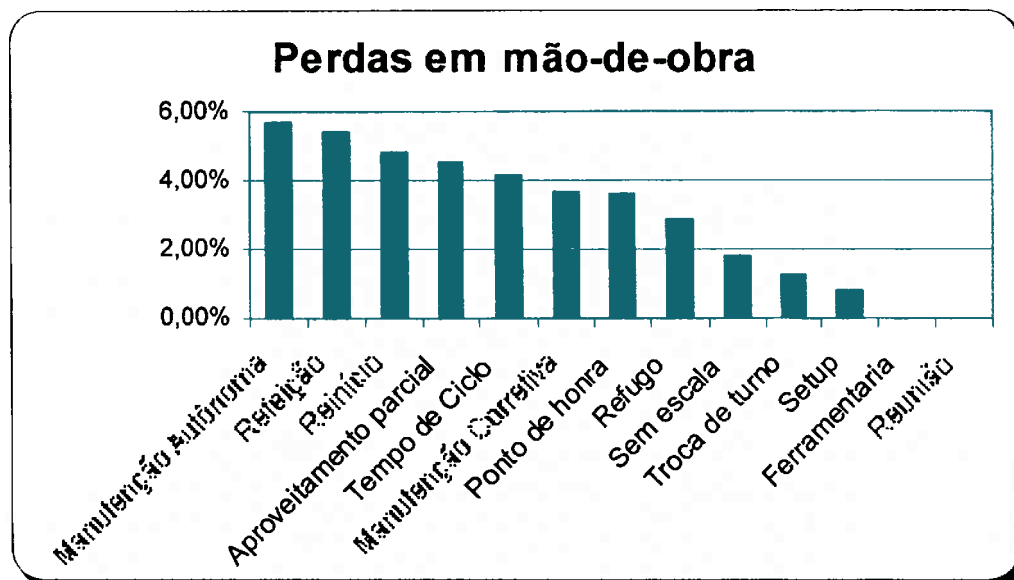
*Figura 29 – Diferença entre horas teóricas e horas produzidas
(elaborada pela autora)*

As horas teóricas na seção equivalem a 486 minutos por dia por operador (o primeiro turno vai das 5h54 às 14h00 e o segundo turno, das 13h54 às 22h00). O tempo disponível é equivalente a 450 minutos, pois desconta-se 6 minutos para troca de turno e 30 para refeição. Procura-se então definir as demais perdas, que fazem com que haja diferença entre as horas disponíveis e produzidas.

O levantamento de dados foi feito através de acompanhamento de turnos inteiros de produção na 5009, observando-se a escala de funcionários, parada de equipamentos, problemas de qualidade e quaisquer outras dificuldades encontradas no dia-a-dia da produção.

Durante o período em que foi feito o levantamento de dados, a estagiária permaneceu em tempo integral na fábrica, observando os postos de trabalhos dos operadores e o andamento do trabalho das injetoras que estavam trabalhando. Além disso, fez uso dos dados do Sigep, tais como tempo de ciclo médio que a máquina efetuou no período e peças rejeitadas, para completar as análises.

O gráfico a seguir aponta as principais causas de perdas no tempo teórico da mão-de-obra, observadas durante a segunda semana de agosto de 2003:



*Gráfico 2 – Perdas em mão-de-obra na seção 5009
(elaborado pela autora)*

O Gráfico 2 apresenta todas as perdas em mão-de-obra na seção 5009 levantadas pela autora em ordem decrescente. No entanto, para que ficasse mais evidente quais causas seriam atacadas, dividiu-as em quatro outros gráficos, de acordo com a mesma classificação utilizada no Diagrama de Ishikawa: paradas de máquinas, paradas obrigatórias, qualidade e escala.

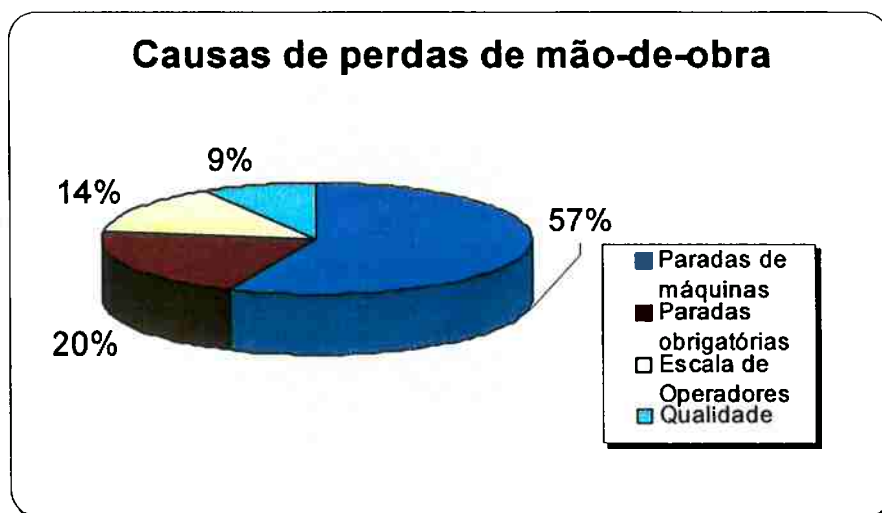


Gráfico 3 – Causas de perdas de mão-de-obra na seção 5009
(elaborado pela autora)

Mais da metade das causas de perdas de mão-de-obra na seção são devido a paradas de máquinas, como aponta o Gráfico 3. As paradas obrigatórias são significativas, no entanto, não entrarão no foco deste estudo por serem, justamente, obrigatórias. Os gráficos a seguir apontam detalhes sobre cada uma das divisões:

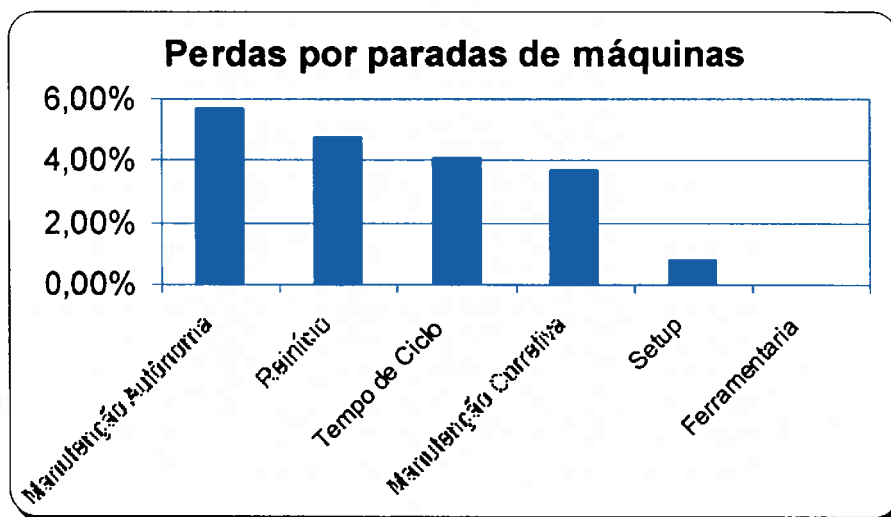
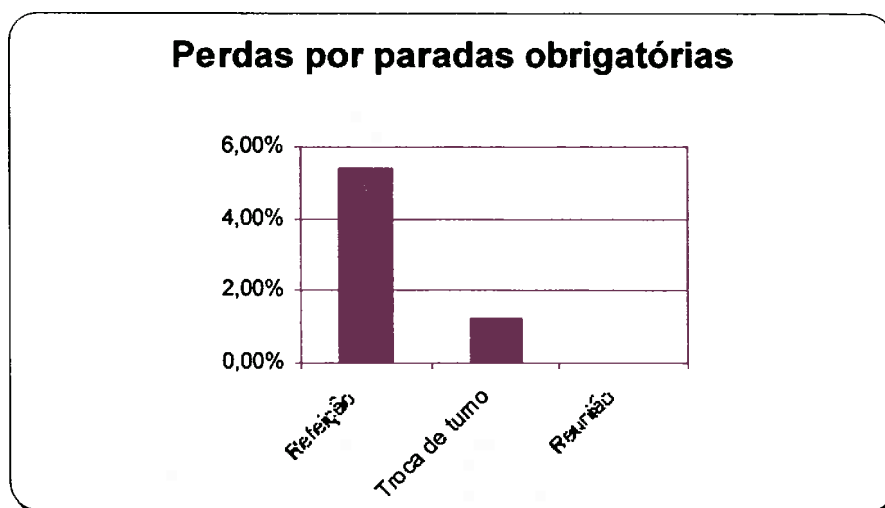


Gráfico 4 – Perdas por paradas de máquinas
(elaborado pela autora)

As perdas ocasionadas por tempo de ciclo fora do padrão foram alocadas junto às perdas por paradas de máquinas, pois, apesar de não causarem parada, trata-se de um problema da injetora que faz com que haja perdas em mão-de-obra.



*Gráfico 5 – Perdas por paradas obrigatórias
(elaborado pela autora)*

As refeições e trocas de turnos são perdas diárias na produção. O tempo gasto com as reuniões entre supervisores e operadores é quase nulo, pois tem duração máxima de uma hora semanal.



*Gráfico 6 – Perdas por qualidade
(elaborado pela autora)*

As perdas por qualidade consideradas no Gráfico 6 são aquelas identificadas pelos operadores das injetoras, no momento de sua fabricação. Observa-se que a maior ocorrência é de peças com medidas fora do padrão especificado, defeito decorrente de regulagem incorreta da injetora ou de máquina rodando com tempo de ciclo fora do padrão.

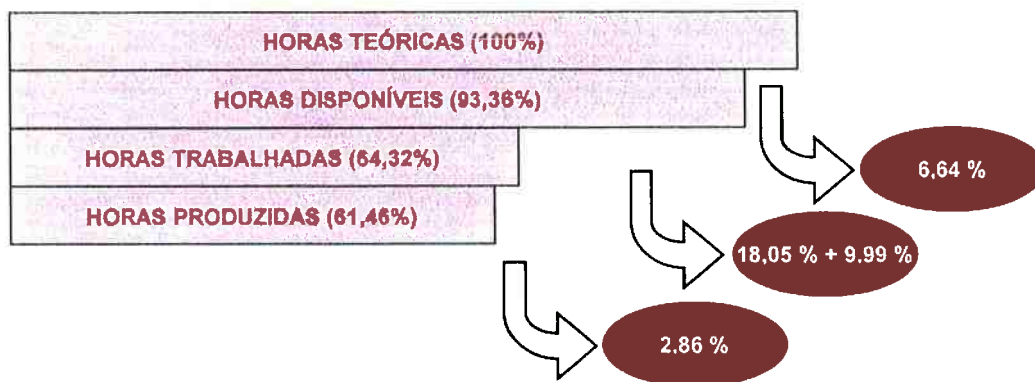


*Gráfico 7 – Perdas por escala de operadores
(elaborado pela autora)*

As perdas por escala de operadores estão divididas em aproveitamento parcial de mão-de-obra, operadores alocados em ponto de honra e operadores sem escala definida no turno.

Os quatro gráficos apresentados anteriormente mostram, para cada causa primária apontada, quais as causas secundárias que mais se destacam.

A Figura 30 indica, então, onde estão as principais perdas que fazem com que as horas produzidas no departamento sejam cerca de 61,46% das horas teóricas, segundo levantamento de dados. Vale ressaltar que, de acordo com Gráfico 1, que indica MPC na seção 5009 em 64,20%, o levantamento de dados feito pela autora é coerente.



*Figura 30 – Relação entre horas produzidas e horas teóricas
(elaborada pela autora)*

4.4 Análise de dados



Inicia-se então a terceira fase do modelo DMAIC, a **análise** dos dados coletados. A partir dos gráficos e diagramas elaborados durante a segunda fase do projeto, foi possível tirar as conclusões apresentadas a seguir.

As análises realizadas pela autora na seção em estudo tiveram objetivo de apontar as principais dificuldades encontradas no dia-a-dia da produção, a fim de levantar causas que levam à diminuição da produtividade. Assim, não apenas os dados do Sistema de Operações foram considerados, mas também observações do trabalho dos operadores, tarefas realizadas, problemas enfrentados.

A diferença maior está entre as horas disponíveis e trabalhadas, onde há perdas por escalas de operadores e paradas de máquinas, conforme apresentado pela Figura 30. Novamente vale lembrar, que apesar de ter sido observado que as paradas obrigatórias são significativas, pois representam 20% das causas de perda de mão-de-obra na seção (ver Gráfico 3), elas não entrarão no foco do projeto por se tratarem justamente de paradas que são obrigatórias.

Dentre as perdas por escala de operadores, a principal questão é operadores que não têm sua capacidade totalmente aproveitada quando é feita a distribuição de postos de trabalho, conforme observa-se no Gráfico 7.

Já no caso das paradas de máquinas, a causa principal é parada por manutenção autônoma (ver Gráfico 4), seguida de perdas por reinício e perdas por tempo de ciclo fora do padrão.

Vale ressaltar que, apesar de observar-se pelo Gráfico 2 que as perdas por refeição e reinício são mais significativas que as perdas por aproveitamento parcial de

operadores, ambas as perdas não serão tratadas no escopo deste projeto, já que as paradas para refeição são obrigatórias, ou seja, os operadores sempre terão trinta minutos diários para almoço, jantar ou ceia, e as perdas por reinício são apenas críticas às segundas-feiras pela manhã, quando as máquinas encontram-se desligadas desde o final do turno do sábado. Como o levantamento foi feito durante o primeiro turno, horário de trabalho da estagiária, as perdas por reinício se destacaram dentre as demais.

Sendo assim, três causas de perdas de mão-de-obra serão tratadas neste projeto:

- Perdas por manutenção autônoma de máquinas;
- Perdas por aproveitamento parcial de operadores;
- Perdas por máquinas rodando em tempo de ciclo fora do padrão.

4.5 Detalhamento das causas-raiz

4.5.1 Perdas por manutenção autônoma de máquinas

Como já foi relatada, a manutenção autônoma é aquela feita pelos próprios operadores, tais como troca de resistências, troca de mangueiras, ajustes e regulagens nas configurações da injetora, ajuste de tempo de ciclo, entre outros.

Os operadores “gola vermelha” recebem treinamento para realizar essas funções de manutenção, além da montagem de moldes nas máquinas (*setup*). Os demais operadores não recebem treinamento específico sobre as injetoras ao iniciar o trabalho na empresa. Fazem integração e curso para conhecimento do Plano de Controle, uso das etiquetas *Kanban*, Instrução Técnica para embalar peças, etc. O treinamento para operar a máquina é feito *on-the-job*, através do acompanhamento de colegas nos postos de trabalho.

Sendo assim, é através da experiência adquirida com o trabalho e do próprio interesse, que os operadores passam a conhecer bem o funcionamento da máquina e quais os efeitos que as regulagens podem trazer às peças (por exemplo, o porquê de programar um tempo de resfriamento maior ou menor para determinada peça).

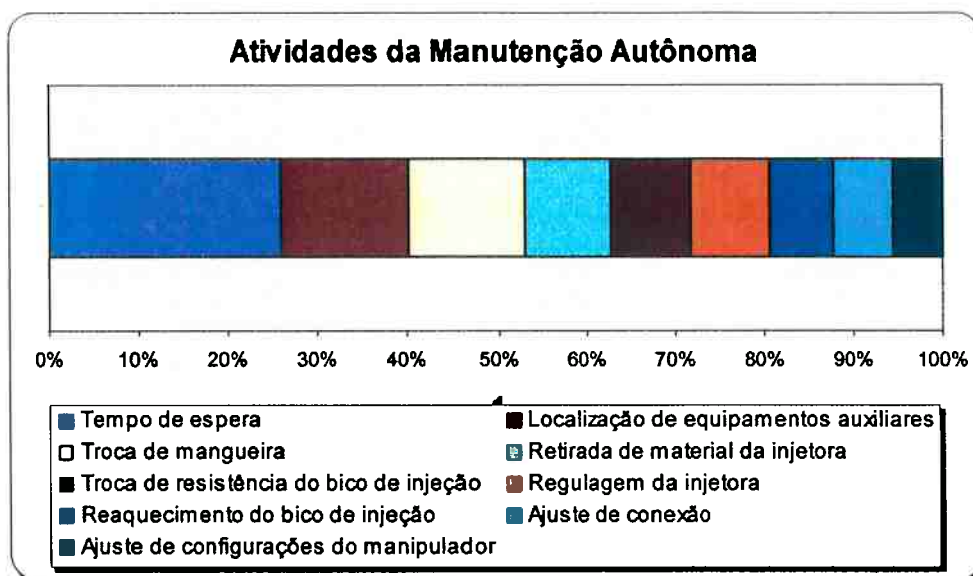
A tabela a seguir descreve alguns problemas identificados na produção e as ações tomadas para corrigi-los.

Problema identificado	Atividade da Manutenção Autônoma
Mangueira de água estourada ou apresentando vazamento	Troca da mangueira
Vazamento ou mau contato no macho hidráulico	Ajustes na conexão
Peças apresentando falhas	Regulagem da injetora (pressão, velocidade, tempo de injeção, temperatura)
Peças fora de medida	Regulagem da injetora (pressão, velocidade, tempo de injeção, temperatura)
Resfriamento do bico de injeção	Reaquecimento do bico de injeção
Manipulador trabalhando fora do curso padrão	Ajustes nas configurações do manipulador
Material endurecido na saída do funil de injeção	Retirada do material
Canal de injeção preso junto a bucha de injeção	Retirada do material
Resistência do bico de injeção queimada	Troca da resistência do bico de injeção

Tabela 7 – Problemas identificados na produção e atividades de manutenção autônoma (elaborada pela autora)

Dentre os nove exemplos citados, apenas a troca de mangueira e reaquecimento do bico de injeção são tarefas relativamente simples, ou seja, que operadores com pouca experiência são capazes de realizar. As demais atividades são atribuídas aos “gola vermelha”.

Um segundo levantamento foi realizado pela autora, com o objetivo de verificar o uso do tempo destinado à manutenção autônoma, isto é, definir quais as tarefas executadas pelos operadores e pelos “gola vermelha”, qual o tempo de espera para que a manutenção seja feita, qual o tempo gasto com conserto ou regulagem de máquinas.



*Gráfico 8 – Atividades da Manutenção Autônoma
(elaborado pela autora)*

O tempo destinado à manutenção autônoma é excessivo porque muitas vezes os operadores recorrem ao “gola vermelha” para diagnosticar o problema e encaminhar a solução necessária. O operador geralmente precisa aguardar a disponibilidade do colega. Observa-se pelo Gráfico 8 que cerca de 26% do tempo de manutenção autônoma é o tempo de espera.

Dessa forma observa-se que um agravante para essas paradas é o tempo de espera para que o operador “gola vermelha” do grupo-máquina em questão possa vir consertar a injetora.

Ainda pelo Gráfico 8, aponta-se que 14% desse tempo é destinado à localização de equipamentos auxiliares nas atividades de manutenção autônoma, tais como, ferramentas, aspiradores, maçarico e peças para reposição.

4.5.2 Perdas por aproveitamento parcial de operadores

A rotina de fabricação de cada peça plástica traz o tempo necessário em horas-máquina e horas-homem, levando em consideração o tempo de ciclo da injetora (horas-máquina) e tempo que o operador leva para executar suas tarefas, tanto na máquina (abertura, encaixe de insertos, etc) quanto na própria peça (extração de canal, controle de medidas, gravação, entre outras). De acordo com esses dois tempos disponíveis, define-se a necessidade de mão-de-obra para cada molde.

Na seção 5009, acontece de um operador trabalhar simultaneamente em duas máquinas, para respeitar o tempo que a rotina propõe para suas atividades. No entanto, é necessário que essas máquinas estejam fisicamente próximas, caso contrário não é viável a operação simultânea. Sob essas condições, pode acontecer de um operador trabalhar em uma máquina que requer apenas meio operador e não ser escalado para realizar nenhuma outra tarefa de produção no departamento. Em geral, eles se encarregam, nessas ocasiões, da limpeza da seção, organização de aramados e baús para embalar peças, atividades estas que não agregam valor ao produto e que diminuem, conseqüentemente, a produtividade da seção.

Alguns problemas existentes nas máquinas podem gerar este tipo de perda de mão-de-obra. Pode ocorrer de uma máquina requisitar ajuste de manutenção ou ferramentaria, mas não poder parar de trabalhar para que seja possível respeitar o prazo de entrega das peças. Pode-se citar um exemplo comum, como é o caso de peças serem rejeitadas por medidas fora-do-padrão ocasionadas por problemas no molde ou na própria máquina. No caso de não ser possível parar a máquina para conserto, faz-se opção de designar mão-de-obra extra para medir peças e garantir que aquelas expedidas estejam dentro das especificações do plano de controle.

Problemas que impedem aproveitamento máximo da capacidade de mão-de-obra	
1	Impossibilidade de alocar o operador em duas máquinas que necessitem meio operador cada, fazendo com que trabalhe apenas em uma delas, perdendo metade de sua capacidade.
2	Problemas em máquinas que criem a necessidade de operar com mais operadores que a rotina de fabricação recomenda.
3	Problemas de qualidade que criem a necessidade de realizar medições para assegurar o cumprimento ao padrões especificados.

*Tabela 8 – Problemas que impedem o aproveitamento máximo de mão-de-obra
(elaborada pela autora)*

4.5.3 Perdas por máquinas rodando em tempo de ciclo fora do padrão

As peças fabricadas da empresa têm seu tempo de ciclo determinado de acordo com a máquina adequada para ser utilizada para injeção, especificações técnicas do produto e padrões de qualidade.

Máquinas funcionando fora do tempo de ciclo acarretam perdas para o departamento, tanto em qualidade quanto em aproveitamento de mão-de-obra. Diz-se em perdas por qualidade, pois trabalhar em um tempo de ciclo menor que o padrão pode gerar peças defeituosas. Da mesma maneira, pode haver perdas por qualidade quando se completa o ciclo da máquina em tempo maior que o padrão. Ademais, desta última forma, há perdas em mão-de-obra, pois o operador aguarda mais tempo a máquina terminar seu ciclo para iniciar sua atividade.

As causas deste problema podem ser:

Problemas que podem levar a tempo de ciclo fora do padrão	
1	Máquinas semi-automáticas, que dependem de operações realizadas pelo operador para completar o ciclo.
2	Peças que possuem inserts que precisem ser colocados no molde pelo operador.
3	Falta de manipuladores, fazendo com que as operações de extração de peças precisem ser feitas manualmente
4	Inexperiência ou enganos nas regulagens das máquinas.
5	Problemas de qualidade com peças, que criem necessidade de alteração na regulagem padrão da máquina.
6	Peças sendo produzidas em injetoras para as quais seus moldes não foram planejados para trabalhar.

*Tabela 9 – Problemas que causam tempo de ciclo fora do padrão
(elaborada pela autora)*

5 ELABORAÇÃO DE PLANO DE AÇÃO



A quarta fase do modelo (**melhorar**) propõe que sejam aplicadas melhorias ao processo em estudo, a fim de atingir as metas propostas pelo projeto, que no caso era aumentar a produtividade da mão-de-obra do Plástico.

As três causas principais que foram tratadas no projeto, ou seja, aquelas que contribuíram de forma mais significativa na perda de mão-de-obra na seção 5009, foram explicitadas no item 4.4, sendo elas problemas com aproveitamento parcial de operadores, tempo de espera para manutenção autônoma e máquinas rodando fora de tempo de ciclo padrão.

Esta fase do projeto foi dedicada à elaboração e à proposta de plano de ações que visassem atacar as causas principais apontadas pelo levantamento, com objetivo de atenuar os efeitos causados sobre aproveitamento o de mão-de-obra na seção, otimizando, conseqüentemente, a produtividade da mesma.

Dada a dificuldade encontrada pela autora durante a realização de levantamento de dados e a necessidade de controlar posteriormente os resultados obtidos, o plano inclui algumas ações destinadas ao controle de desempenho da seção, como será detalhado em item posterior.

5.1 Plano de ação

Mediante as análises feitas pela autora a respeito das causas que influenciam o desempenho do Plástico, foi possível priorizar aquelas mais relevantes. Desse modo, a elaboração do plano de ação, que inclui propostas de melhorias para a seção-piloto do projeto, considerou atenuar em primeiro lugar os fatores mais significativos em relação à produtividade de mão-de-obra.

5.1.1 Treinamento de funcionários

O tempo gasto para manutenção autônoma nas máquinas é excessivo, pois nem todos os operadores são capazes de diagnosticar o problema que a injetora apresenta e poucos são treinados para corrigi-los.

Observa-se no Gráfico 8 que 26% do tempo utilizado para atividades de manutenção autônoma é o de espera pela disponibilidade do “gola vermelha” e outros 14%, para localização de equipamentos auxiliares.

Em manutenção autônoma, atribui-se ao operador a responsabilidade pelos cuidados com a máquina que opera, desenvolvendo habilidades para exercer funções adicionais. Os funcionários de Manutenção continuam a trabalhar no conserto de problemas apresentados pelas injetoras, no entanto, cabe ao operador prevenir e, por vezes, corrigir dificuldades encontradas.

O primeiro passo para que o tempo de espera para as atividades de manutenção autônoma seja reduzido é liberar os operadores de obstáculos e limitações relacionados ao conhecimento técnico, para que possam executar tais tarefas com habilidade e segurança. Para isso, é importante que todos os operadores do Plástico recebam **treinamento técnico**, com o objetivo de aprender aspectos técnicos da operação de uma injetora, funcionamento, regulagem e inspeção.

Os operadores do Plástico são responsáveis pela limpeza da seção, procurando sempre manter o ambiente organizado. No entanto, quando se trata de limpeza interna nas máquinas ou limpeza de moldes, funcionários da Manutenção ou Ferramentaria são requisitados. Ademais, não existe padronização interna às seções para que haja controle do local de armazenar objetos de uso comum, como os equipamentos auxiliares na manutenção autônoma.

O Programa 5S é interessante neste projeto, pois atribui atividades de limpeza, organização e disciplina no ambiente de trabalho, buscando não apenas a melhoria da qualidade de vida, como também aumento na eficiência das operações e maior participação dos funcionários. Desse modo, após conhecerem os conceitos envolvidos no programa, os operadores devem receber estímulos para formação de grupos que venham a colocá-los em prática, visando redução de desperdícios e prevenção de falhas e acidentes.

O objetivo desse treinamento é fazer com que os operadores estejam aptos a detectar e lidar prontamente com as anormalidades observadas nos equipamentos, de forma a manter as condições ideais de funcionamento. Assim, espera-se que as atividades de conserto continuem sendo da Manutenção, mas que as atividades de conservação e detecção dos problemas passem a ser feitas pelos próprios operadores das máquinas. Assim, aplica-se o aspecto pregado pelo Kaizen de **flexibilizar** a mão-de-obra. Quer dizer, os operadores passarão a não apenas operar as injetoras, como tratar de sua conservação e, ainda, a partir do conhecimento do funcionamento da mesma, encaminhar adequadamente ao departamento responsável pelo conserto.

O conteúdo do treinamento englobará conhecimentos técnicos sobre as injetoras, conceitos teóricos e práticos de manutenção autônoma e fundamentos do Programa 5S, além de incentivos para que os operadores se sintam responsáveis pelas máquinas que operam, para que cuidem de sua conservação e seu bom funcionamento, realizem inspeção para detecção de falhas e tomem iniciativa para resolução de dificuldades encontradas em seu dia-a-dia.

5.1.2 Alocação de ponto móvel de trabalho

Há perdas significativas em aproveitamento parcial de operadores, isto é, quando a alocação de operadores nos postos de trabalho não consegue aproveitar a capacidade total da mão-de-obra. Dessa forma, perdem-se horas-homem, que realizam menos atividades que a rotina de fabricação de produtos prevê.

O problema pode ser atenuado através de decisões administrativas tomadas pelo supervisor, que é responsável pela definição de trabalho de seus funcionários e que consegue negociar com o PCP a mudança de moldes entre máquinas de forma a otimizar a distribuição de pessoas na fábrica.

Uma outra forma para minimizar o problema é descrito nesse item. Fala-se na fábrica em atividades que “acrescentam pontos” ou não na produtividade da empresa. As atividades que não acrescentam pontos são aquelas que não agregam valor direto ao produto final, apesar de não perder sua relevância, como por exemplo, limpeza de máquinas, organização de material em processo e aramados, reparos, etc. São essas tarefas que os operadores vêm a executar em seu tempo livre.

É possível unir atividades que possam acrescentar pontos a operadores com deficiência no aproveitamento de sua capacidade produtiva através da criação de **postos de trabalhos móveis** na seção. A fábrica possui a seção 7154, responsável pelas pré-montagens e tarefas em peças de dimensões pequenas, mas que estão contidas na rotina de fabricação de um produto, como por exemplo, extração de canal de injeção¹⁰, com faca. Assim, possuem tempo padrão para sua realização, ou seja, é

¹⁰ Canal de injeção é o local do molde por onde é inserido o material. Quando a peça é retirada na injetora, vem com um pequeno cabo de plástico, oriundo de material que ficou no canal. Em alguns casos, é preciso extrair esse canal manualmente.

possível prever quantas peças seriam trabalhadas em determinado espaço de tempo. Ainda, por estarem na rotina de fabricação do produto, “acrescentam pontos” às seções que realizarem esses trabalhos.

O posto de trabalho móvel na seção consiste em uma estação de trabalho que pode ser facilmente movimentada e alocada ao lado das injetoras, aonde venham a ser realizadas tarefas simples, que não exijam treinamento, para que qualquer um dos operadores possa executá-las. Assim, quando houver perda parcial de operador, será possível aproveitar as horas-homem no posto de trabalho móvel. A criação do posto móvel envolve o aspecto de desenvolver **tarefas nobres** do Kaizen, já que direciona os operadores a desenvolver tarefas que agregam valor à empresa.

A tabela a seguir aponta algumas peças plásticas que necessitam de retrabalhos que estão contidos na rotina de fabricação do produto, ou seja, acrescentam pontos ao departamento. A tabela considera o modo como as peças que aguardam operação são armazenadas, sejam em cestos ou baús. Assim, tendo a quantidade por embalagem e tempo de operação unitário, calcula-se o tempo previsto para realização da operação completa. Vale lembrar que este tempo precisa ser multiplicado por dois caso o operador esteja operando uma injetora ao mesmo tempo em que realiza as operações.

descrição	operação	tempo (min)	instrumento	embalagem	quantidade	tempo total (min)
Botão	Retirar fiapo	0,0393	faca	cesto	1.000	39,30
Polia	Cortar canal de injeção	0,0447	alicate	cesto	300	13,41
Suporte para faca	Cortar canal de injeção	0,0776	alicate	cesto	1.000	77,60
Bucha	Destacar canal de injeção	0,0350	-	cesto	6.000	210,00
Engranagem	Destacar canal de injeção	0,0418	-	cesto	8.500	355,30
Haste	Quebrar "pescoço"	0,0315	alicate	cesto	6.000	189,00
Pinhão	Destacar canal de injeção	0,0213	-	cesto	5.000	106,50
Botão da válvula	Destacar canal de injeção	0,0213	-	cesto	2.500	53,25

*Tabela 10 – Peças que podem ser trabalhadas no posto móvel
(elaborada pela autora)*

Observa-se que as tarefas são simples e faz-se uso de instrumentos “portáteis”, como facas e alicates. Usualmente, tais retrabalhos são feitos por funcionários da seção 7154. Caso sejam executados pelos operadores da 5009, basta que estas horas

utilizadas sejam transferidas para a seção responsável, evitando, assim, a perda de produtividade.

O abastecimento de peças do posto móvel será de responsabilidade do supervisor da seção 7154, cada vez que requisitado pelo supervisor da 5009 ao detectar perda de mão-de-obra. O primeiro supervisor, então, escolhe um baú de peças que estejam aguardando operação no departamento e indica quantidade e tempo em que elas precisam ser completadas.

O operador cuja capacidade não for completamente aproveitada pela injetora dividirá seu tempo entre as operações na máquina e operações no posto móvel, respeitando o tempo de entrega das peças da seção 7154. Junto ao posto móvel, o operador receberá um quadro, que funcionará como uma etiqueta *Kanban*, contendo quantidade de peças recebidas, operações a serem realizadas, instrução técnica para embalagem e horário que deverá terminar o serviço, seguindo tempo de rotina de fabricação.

NOME DA PEÇA:	_____	
CÓDIGO	_____	
OPERAÇÃO	_____	
Quantidade recebida	Quantidade meta	_____
Tipo de embalagem	Quantidade por embalagem	_____
Horário retirada	Horário meta	_____
Quantidade entregue	Horário entrega	_____

*Figura 31 – Quadro que acompanha posto móvel
(elaborada pela autora)*

Através do quadro de controle, o supervisor e o próprio operador conseguem controlar a quantidade de peças que precisam ser entregues e qual o tempo para realização da operação, a fim de respeitar a rotina de fabricação.

Além do mais, o posto móvel terá grande utilidade nas demais perdas de mão-de-obra que fazem com que o operador deixe de executar suas funções, como é o caso de paradas por ferramentaria, pois o ferramenteiro executa sua função e o operador aguarda. Nessas circunstâncias, é possível encaminhar o operador a trabalhar no posto móvel, para não influenciar negativamente na produtividade da seção.

A seção 7154 realiza, além dessas atividades consideradas simples por não requererem treinamento específico, operações em máquinas, como fresas, furadeiras e torno mecânico, que também fazem parte da rotina de fabricação do produto. Desta forma, mesmo que muitas atividades do posto móvel sejam realizadas pela seção 5009, os funcionários da seção 7154 não permanecerão ociosos, porque terão outros serviços a cumprir.

5.1.3 Ajuste do tempo de ciclo das máquinas

No item 4.5.3, foi especificado quais tipos de dificuldade no processo poderiam fazer com que as máquinas trabalhem em tempo de ciclo fora do padrão (Tabela 9). Assim, para atacar essa causa da baixa produtividade, ações diversas foram elaboradas:

- Os supervisores precisam estar atentos às máquinas que dependem de operações manuais;
- O PCP deve procurar ao máximo programar os moldes para trabalhar em máquinas para os quais foram concebidos¹¹;

¹¹ Quando uma peça é criada, seu molde é desenvolvido seguindo características de determinado modelo de injetora e as regulagens da máquina são designadas de forma a atender as especificações técnicas da peça. Ou seja, há injetoras mais adequadas para cada molde.

- Os operadores precisam alertar o supervisor sempre que encontrarem dificuldades com relação aos manipuladores, para que providencias sejam tomadas o mais breve possível;
- Planejamento de revisão de moldes pela Ferramentaria, para que não seja preciso desrespeitar o tempo de ciclo padrão, a fim de produzir peças seguindo especificações de qualidade.

Acredita-se que cerca de 40% dos moldes da seção não está em devidas condições de produzir peças seguindo as especificações de qualidade dentro do tempo de ciclo padrão (segundo levantamento feito pelo Departamento de Engenharia de Produtividade). Para os demais casos, seria necessário um estudo detalhado para verificar se o tempo indicado pela rotina de fabricação é realmente suficiente para que a peça seja fabricada dentro dos padrões de qualidade. Pode-se citar como exemplo, o caso de uma peça que passa por revisão de projeto e ganha nervuras para assegurar resistência mecânica. Com novas nervuras, a dificuldade para extrair a peça do molde após a injetada pode aumentar, exigindo novas regulagens quanto a tempo de resfriamento da peça. É preciso reavaliar esse tempo e modificar, junto às alterações dos moldes, a rotina de fabricação do produto.

Ademais, acredita-se que o **treinamento** proposto aos operadores no item 5.1.1, com o intuito de minimizar as demoras para realização de manutenção autônoma, pode vir também a habilitar os operadores a executar as regulagens das injetoras, de forma a manter o ciclo dentro do padrão definido pela rotina de fabricação do produto.

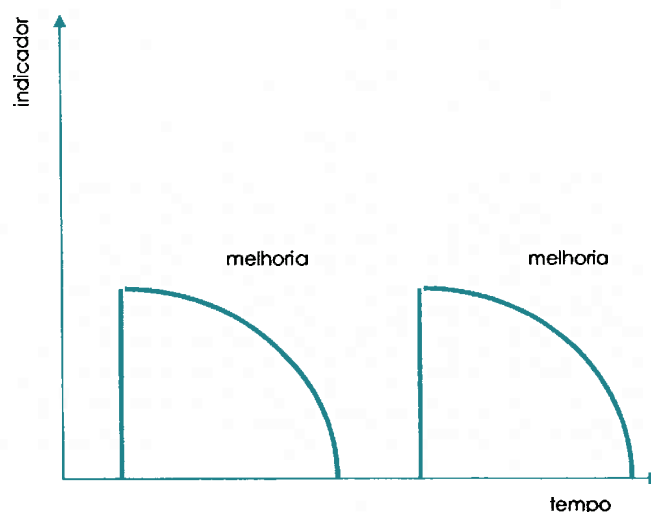
5.2 Controle de perdas



A última fase do modelo DMAIC é **controlar** os resultados obtidos, a fim de normalizá-los, isto é, fazer com que os novos procedimentos, responsáveis pelos atuais resultados obtidos, sejam inseridos nos procedimentos do departamento, para que estes ganhos sejam constantes.

Assim, é importante que o processo que fora analisado pela autora continue sendo medido, seguindo as mesmas condições, para que, além de ser possível quantificar os ganhos com o projeto, avaliar se tais ganhos se manterão a longo prazo.

A falta da padronização não assegura que os ganhos obtidos sejam mantidos. É necessário subordinar as ações de melhorias aos procedimentos existentes no processo, para que os benefícios adquiridos não se percam com o tempo, como mostra a figura a seguir.



*Figura 32 – Reação nos indicadores por falta de normalização
(adaptada de FINEP, 1994)*

5.2.1 Indicadores de perdas

O levantamento de dados foi feito pela própria estagiária, devido à inexistência de indicadores no departamento que levassem claramente às causas do desempenho insatisfatório do mesmo. Para visualizar a situação atual em que o departamento se encontrava, fez-se uso de diagramas (como Diagrama de Ishikawa) e gráficos que visassem apontar as causas primárias e secundárias do problema.

Após a implementação do plano de ação, é interessante que o mesmo levantamento seja feito, com o intuito de verificar se as causas principais consideradas no projeto foram efetivamente atenuadas. Além disso, como se espera que as ações sejam realmente inseridas no dia-a-dia da produção, as medições serão fundamentais para assegurar que os ganhos continuem sendo mantidos.

SUMANTH (1984) enunciou benefícios de medir produtividade em empresas, a saber:

1	A organização pode visar mais eficiência na conversão de seus recursos, de modo que mais bens ou serviços venham a ser produzidos para uma mesma quantidade de recursos disponíveis.
2	O planejamento de recursos é mais fácil, tanto a curto prazo quanto a longo prazo.
3	Os objetivos econômicos e não-econômicos da organização podem ser redefinidos de acordo com a sua produtividade.
4	Estratégias para melhorar produtividade podem ser determinadas baseadas no <i>gap</i> existente entre o nível previsto e o nível medido de produtividade.
5	Medidas de produtividade podem servir para fazer comparações entre empresas do mesmo ramo.
6	Medidas de produtividade incentivam ações competitivas.

*Tabela 11 – Benefícios da medição de produtividade
(adaptada de Sumanth, 1984)*

Os indicadores apontados pela empresa são indicadores globais, isto é, apontam a relação entre o total de saídas em produtos com o total de entradas em recursos na empresa. Não existem na fábrica apontamentos que permitam clara visualização de perdas de mão-de-obra.

Acredita-se que o desenvolvimento de um sistema formal de controle de perdas nas seções, apresentado a todos os funcionários envolvidos, possa vir a incentivar a realização de ações para minimizar os problemas existentes, além de possibilitar o acompanhamento das reduções de perdas que o plano de ação propõe. O estabelecimento de metas para as seções, formação de grupos de trabalho e coleta de sugestões pode ainda aumentar o comprometimento com o trabalho realizado na empresa.

O desenvolvimento do sistema de controle de perdas será realizado pela estagiária, utilizando os dados disponíveis nas seções e o *software MS Excel*, de maneira similar a que foi feita durante etapa de levantamento de dados.

5.2.2 Controle de perdas pelo Sigep

O Sigep é o Sistema de Informações Gerenciais do Plástico que armazena dados sobre o trabalho das injetoras em banco de dados, tais como tempo de trabalho, peças produzidas, peças rejeitadas, paradas de máquina, entre outros. O terminal de computador do supervisor contém um programa que permite acesso a todas essas informações, que são atualizadas a cada segundo.

Algumas informações contidas no Sigep são colhidas automaticamente pelo sistema, tais como tempo de cada ciclo, quantidade de ciclos (quantidade de injetadas), etc. Além disso, cada operador de uma máquina é responsável por anotar no Sigep o andamento de suas atividades ao longo do turno. Dentre essas anotações, estão justificativas de paradas de máquinas (refeição, manutenção, ferramentaria, *setup*), quantidade e defeitos encontrados em peças rejeitadas, além de requisições de matéria-prima, material auxiliar, serviços de departamentos de apoio. Para cada máquina, é possível obter informações detalhadas sobre o andamento da produção e situação da mesma.

Dentre os empecilhos encontrados durante o levantamento de dados, esteve a desorientação dos operadores ao fazer o armazenamento de dados no Sigep. A Tabela 12 a seguir apresenta alguns enganos que poderiam ter comprometido as análises caso não tivessem sido observadas e corrigidas.

Durante o acompanhamento da seção, a estagiária procurou sempre observar as informações do sistema e orientar os operadores a respeito dos dados coletados pelo Sigep. No entanto será válido que, formalmente, os supervisores apresentem tais ocorrências aos operadores, para evitar futuros enganos, que possam distorcer o controle dos resultados da seção.

Item	Descrição	Ocorrência
Falta Operador	Aponta que não há operador no momento trabalhando em determinada injetora.	É difícil verificar se não havia escala de operador para a injetora ou se o operador se ausentou sem justificativa.
Refeição	Indica que o operador se ausentou para sua refeição ou para cobrir o horário de refeição de colegas.	Muitas vezes os operadores apontam "falta operador" nos horários das refeições, não justificando corretamente sua ausência.
Reunião	Indica o tempo utilizado para reuniões com supervisores ou chefes.	Quando as reuniões acontecem no início do turno, os operadores não se encaminham às máquinas para justificar sua ausência, deixando indicado "falta operador".
Manutenção	Indica que a máquina está em manutenção preventiva ou corretiva.	Não explicita a natureza da manutenção (preventiva ou corretiva), de modo que não é possível verificar se houve perda de mão-de-obra ou não, visto que a manutenção preventiva não ocasiona perdas.
Ferramentaria	Indica que a máquina está parada para ajustes de Ferramentaria.	Não explicita se tal parada ocasionou ou não perda de mão-de-obra.
Setup	Indica que a máquina não está trabalhando pois seu molde está sendo trocado.	Cada operador define o início do <i>setup</i> , em um momento. Alguns consideram que o <i>setup</i> inicia quando a máquina pára, outros apenas quando providenciam equipamento auxiliar, de modo que os dados não são confiáveis.
Reinício	Indica que a máquina foi iniciada ou reiniciada e que ainda apresenta perdas por refugo por não ter atingido suas condições ideais de trabalho.	Geralmente, os operadores apontam reinício apenas no começo dos turnos. Dificilmente, indicam o reinício após paradas durante o expediente, como refeição ou manutenção.
Refugo	Indica a quantidade de peças sucateadas durante o turno de produção e defeitos encontrados nas mesmas.	Sabe-se que nem todas as peças refugadas são controladas pelo Sigep, dada a diferença que existe entre os dados do Sigep e a quantidade de material recebido pelo setor de reaproveitamento de plástico.

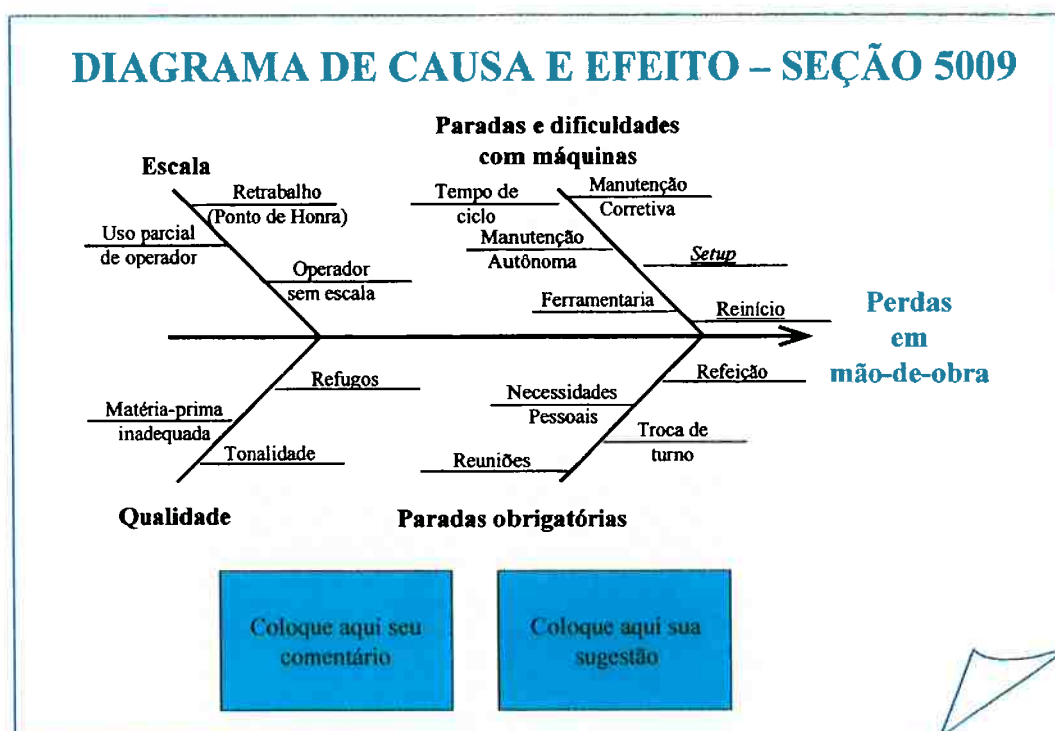
Tabela 12 – Ocorrências no controle de paradas e perdas pelo Sigep
(elaborada pela autora)

5.2.3 Murais de indicadores

A contribuição por parte dos operadores foi rica no desenvolvimento do projeto durante a fase de levantamento de dados, pois se tratam dos funcionários mais próximos aos problemas enfrentados na fabricação de peças plásticas.

Sendo assim, para que o projeto se mantenha, ou seja, para que após a normalização das ações tomadas, novas ações possam ser propostas e adotadas, é importante manter esse contato e participação dos operadores, principalmente porque serão eles que poderão avaliar a adequação da proposta feita pela estagiária às necessidades da produção.

Dentre as propostas está, então, a criação de um novo mural para expor indicadores de desempenho e produtividade aos operadores. Junto a essas informações, propõe-se afixar o Diagrama de Causa-e-Efeito da seção com relação à perda de mão-de-obra, juntamente com espaço para sugestões e comentários. Espera-se que com isso, os funcionários do departamento entendam o diagrama, e, caso desejem, comentem o detalhamento de causas primárias e secundárias definidas pela autora. Ademais, haverá espaço para sugestões de ações corretivas.



*Figura 33 – Esboço de mural de comentários e sugestões
(elaborada pela autora)*

Espera-se que, através dos comentários dos operadores, outras causas que gerem perda de mão-de-obra, até então despercebidas, possam vir a ser analisadas. Acredita-se que a consideração das sugestões vindas desses funcionários pode trazer enriquecimento às ações tomadas visando melhoria de processos, pois eles compõem as partes mais afetadas por essas causas. Além disso, espera-se também que a participação por meio de comentários e sugestões traga motivação para trabalhar, por estar, além de produzindo peças, produzindo também idéias e colaboração aos projetos desenvolvidos no departamento industrial da empresa. A participação de operadores em projetos realizados em sua seção pode vir a aumentar o comprometimento dos mesmos com o trabalho que exercem na Arno.

5.3 Viabilidade econômica do projeto

Para acompanhar a apresentação do plano de ação, estudou-se a viabilidade econômica do projeto, a fim de comparar os gastos e investimentos para o mesmo e os ganhos mensuráveis do projeto.

5.3.1 Resumo do plano de ação

O quadro a seguir apresenta um resumo das ações propostas pela autora no decorrer do desenvolvimento de seu Trabalho de Formatura, incluindo não apenas as ações com objetivo de eliminar ou atenuar causas, como também aquelas voltadas às dificuldades encontradas para compreender indicadores na fábrica e diagnosticar problemas. Algumas ações foram propostas para que seja possível gerenciar e controlar os resultados obtidos através das ações de melhoria em processos futuramente.

Ação	Descrição	Responsável	Causa	Objetivo
Posto móvel	Criar postos móveis que possam ser alocados ao lado das injetoras.	Supervisão	Aproveitamento parcial da capacidade de mão-de-obra na fábrica.	Evitar desperdício de capacidade de mão-de-obra.
Treinamento de funcionários	Treinar os operadores para que sejam capazes de diagnosticar problemas, regular máquinas, realizar manutenção da produção.	Chefia/Treinamento	Tempo excessivo gasto para manutenção da produção.	Agilizar a manutenção autônoma, fazendo que os próprios operadores sejam capazes de diagnosticar o problema e encaminhá-lo.
Ajuste do tempo de ciclo	Ajustar as injetoras para que trabalhem sempre respeitando o tempo de ciclo padrão da peça, especificado pela rotina de fabricação.	Supervisão/Operadores	Peças trabalhando em ciclo maior que o especificado pela rotina de fabricação.	Eliminar as perdas de mão-de-obra e qualidade causadas pelo ciclo fora do padrão.
Sistema de controle de perdas	Desenvolver indicadores de perdas nas seções, que apontem de forma mais clara causas dos problemas.	Estagiária	Dificuldade em identificar causas dos problemas percebidos na fábrica.	Visualizar de forma mais ágil as causas dos problemas existentes, bem como acompanhar a normalização do projeto desenvolvido.
Gestão participativa	Apresentar os projetos desenvolvidos na fábrica aos operadores.	Chefia/Supervisão	Dificuldade em identificar causas dos problemas percebidos na fábrica.	Motivar os operadores a participar dos projetos desenvolvidos, com comentários e observações; apresentar a importância dos operadores nos projetos industriais.
Controle de paradas e perdas no Sigep	Orientar os operadores a gerenciarem as paradas e perdas da produção através do Sigep.	Supervisão	Digitação de dados incorretos ou incompletos no Sigep.	Possibilitar a visualização de causas das dificuldades encontradas na produção.
Apresentação de resultados	Criar gráficos auto-explicativos para apresentação dos resultados obtidos no mês aos operadores; auxiliar o entendimento dos resultados e metas.	Supervisão	Dificuldade por parte dos operadores de compreender os gráficos apresentados nos murais.	Apresentar claramente o desempenho das seções; motivar os operadores na busca pelas metas da fábrica.
Sugestões de operadores	Apresentar em mural o Diagrama de Ishikawa, buscando comentários e sugestões.	Chefia/Supervisão	Operadores não participam das discussões sobre desempenho industrial.	Motivar os operadores a participar dos projetos desenvolvidos; buscar sugestões pertinentes dos funcionários que trabalham na produção.

*Tabela 13 – Resumo do plano de ação
(elaborada pela autora)*

A Tabela 14 apresenta o cronograma com a previsão de desenvolvimento de ações como treinamento de funcionários e desenvolvimento de banco de dados para controle e implementação das demais.

Atividades do plano de ação	mês 1	mês 2	mês 3	mês 4	mês 5	mês 6	mês 7
gestão participativa							
desenvolvimento de banco de dados para controle							
orientação dos operadores quanto ao controle							
posto móvel							
criação de mural de indicadores e sugestões							
treinamento de operadores							
manutenção autônoma							
controle de tempo de ciclo							

*Tabela 14 – Cronograma do plano de ação
(elaborada pela autora)*

Ao início do primeiro mês inicia-se as atividades de apresentação do projeto aos operadores, colhendo críticas e sugestões (gestão participativa), de desenvolvimento do banco de dados para controle e orientação de como passará a ser feito o controle de perdas na fábrica. A partir do segundo mês, o posto móvel e o novo mural de

indicadores serão implementados na seção. O treinamento de operadores será feito a partir do terceiro mês para que, a partir do quarto, as ações referentes à manutenção autônoma e controle de tempo de ciclo sejam implementadas. A previsão é que em cinco meses o projeto seja totalmente implementado.

5.3.2 Investimentos necessários

Primeiramente, foram levantados os dispêndios necessários para implementação do plano de ação na fábrica.

- **Desenvolvimento e gerenciamento do projeto:** a autora foi responsável pelo desenvolvimento do projeto durante seu período de estágio. Considerando-se que este período foi de março de 2003 a dezembro do mesmo ano (10 meses de trabalho), tem-se um custo total de R\$ 9.000,00 (referentes a bolsas e benefícios).
- **Desenvolvimento de banco de dados para indicadores:** O desenvolvimento do banco de dados que gerará os novos indicadores também será de responsabilidade da estagiária.
- **Murais para indicadores e sugestões:** A seção já conta com um mural para exposição de indicadores. Como o projeto propõe apenas configurar de maneira mais compreensível esses gráficos, não haverá investimento significativo neste aspecto.
- **Posto móvel:** Para implantação do posto móvel na seção, algumas ferramentas precisam ser adquiridas pela empresa, sendo elas: mesa de trabalho com rodas e luminária (pois ao lado das injetoras de grande porte, a iluminação não é suficiente para operação em peças pequenas), duas facas e dois alicates. O orçamento para aquisição da mesa completa e instrumentos ficou em R\$ 1.500,00.

- **Treinamento de funcionários:** O treinamento será dado para quarenta e cinco operadores da seção 5009, com exceção dos dezesseis “gola vermelha”. Terão duração total de três meses, com uma hora e meia por semana. Estima-se que o custo por hora para cada operador que participar do curso seja aproximadamente R\$ 30,00, considerando as horas extras para treinamento e gastos com apostilas, salas de aula e professor. O tempo total em horas de treinamento por mês para cada operador será:

$$\text{TempoTotal} = \frac{1,5\text{horas}}{1\text{semana}} * \frac{4,5\text{semanas}}{1\text{mês}} = 6,75\text{horas}$$

O custo total do curso, por mês, será:

$$\text{CustoTotalTreinamento} = \text{Operadores} * \text{TotalHoras} * \text{CustoHora}$$

$$\text{CustoTotalTreinamento} = 45 * 6,75 * \text{R}\$30,00 = \text{R}\$9.112,50$$

O investimento necessário para realizar o treinamento com os quarenta e cinco operadores da seção 5009 será da ordem de R\$ 9.200,00 por mês, durante três meses.

5.3.3 Benefícios das ações

Os benefícios trazidos pelas ações dizem respeito à redução de perdas em mão-de-obra, que conseqüentemente aumenta a produtividade da seção, pois viabiliza que as horas-homem que anteriormente compunham perdas, ou seja, que eram dedicadas a atividades que não agregavam valor à empresa, possam ser destinadas à produção de peças.

Para que os cálculos dos benefícios mensuráveis fossem feitos, considerou-se o total de horas -homem em um mês na seção. Os dados considerados são:

- Sessenta e um operadores (ver Tabela 4);
- 540 minutos ou 9 horas disponíveis por dia, considerando rateio dos sábados de trabalho;
- Vinte e dois dias úteis em um mês.

Temos, então, que o tempo teórico total em horas-homem na seção 5009, considerando os três turnos, é:

$$\text{Tempo Teórico Total} = 61 \text{operadores} * 22 \text{dias} * 9 \text{horas} = 12.078 \text{horas}$$

Em seguida, definiu-se o benefício trazido por cada uma das ações.

- **Posto móvel:** a criação do posto móvel trará benefícios em termos de produtividade, pois visa a reduzir perdas em mão-de-obra, e também trará benefícios aos operadores, pois envolve tarefas variadas na produção, tornando a mão-de-obra mais flexível. Vale lembrar que o posto móvel pode auxiliar no cumprimento de prazos da seção 7154, que mantém altos níveis de peças aguardando operação.

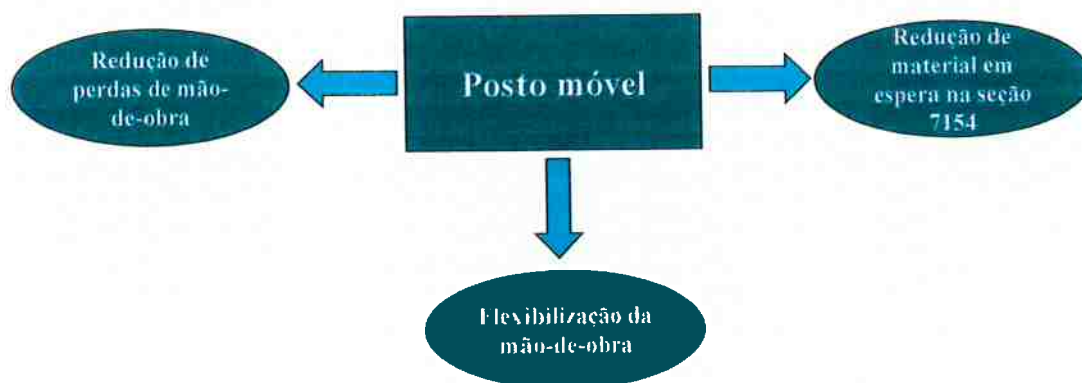


Figura 34 – Benefícios trazidos pelo posto móvel
(elaborada pela autora)

O benefício que pode ser mensurável é a redução de perda de mão-de-obra. Acredita-se que a ação poderá eliminar completamente as perdas por aproveitamento parcial de mão-de-obra (casos em que o operador possui disponibilidade para duas máquinas e opera apenas uma). Essa perda representa 4,54% do tempo teórico da seção (ver Gráfico 2).

Os ganhos com o posto móvel serão equivalentes à eliminação total das perdas por aproveitamento parcial de operadores, ou seja, representam, em horas:

$$Ganho_{\text{posto_móvel}} = 4,54\% * \text{TempoTeóricoTotal} = 4,54\% * 12.078 \text{ horas}$$

$$Ganho_{\text{posto_móvel}} = 548,341 \text{ horas}$$

Sabendo-se que o custo de um operador para a Arno por hora é de aproximadamente R\$ 10,00¹², o ganho com essa ação é de $548,348 * R\$10,00 = R\$5.483,41$. Esse é o montante que será economizado mensalmente com a implementação do posto móvel. A previsão é que 40% dessas perdas sejam eliminadas no primeiro mês de implementação e 70% no segundo mês, por se tratar de um período de adequação da ação ao dia-a-dia da produção e treinamento dos operadores. A partir do terceiro mês, espera-se que todas essas perdas desapareçam. A Tabela 15 apresenta os ganhos aproximados com o projeto até o terceiro mês após implementação, quando passam a ser constantes.

primeiro mês	40%	R\$ 2.200,00
segundo mês	70%	R\$ 3.900,00
terceiro mês	100%	R\$ 5.500,00

*Tabela 15 – Benefícios mensuráveis trazidos pelo posto móvel
(elaborada pela autora)*

¹² Dado fornecido pelo Departamento de Custos, considerando salários, encargos, benefícios, uniformes e equipamentos de segurança.

- **Treinamento de funcionários:** Os cursos englobarão conhecimentos técnicos sobre as injetoras, conceitos teóricos e práticos de manutenção autônoma e fundamentos do Programa 5S. O objetivo do treinamento é tornar todos os operadores da seção aptos a diagnosticar problemas nas injetoras, realizar regulagens a fim de manter o tempo de ciclo conforme o padrão e realizar atividades de conservação das máquinas.



*Figura 35 – Benefícios trazidos pelo treinamento de operadores
(elaborada pela autora)*

Os benefícios esperados com o treinamento dizem respeito às perdas com manutenção autônoma e tempo de ciclo das injetoras. Espera-se reduzir as perdas com manutenção autônoma em 40%, ou seja, eliminar o tempo de espera e o tempo gasto com localização de equipamento auxiliar (ver Gráfico 8). Pretende-se também reduzir as perdas com tempo de ciclo fora do padrão em 60%. As demais perdas por tempo de ciclo fora da padrão (40%) são moldes que necessitam de revisão pela Engenharia de Produtividade, conforme relatado ao final do item 5.1.3.

- **Manutenção autônoma:** as perdas por manutenção autônoma representam 5,65% do tempo teórico da seção 5009 (ver Gráfico 2). Se essa perda se

reduzir em 40%, isso significará um ganho em $0,4 * 5,65\% = 2,26\%$, que, em horas, equivale a:

$$Ganho_{manutenção_autônoma} = 2,26\% * TempoTeóricoTotal = 2,26\% * 12.078horas$$

$$Ganho_{manutenção_autônoma} = 272,962horas$$

O custo de um operador para a Arno por hora é de aproximadamente R\$ 10,00. Então, o ganho com essa ação é de $272,962 * R\$10,00 = R\$2.729,62$. Esse é o montante que será economizado mensalmente com o treinamento e orientação para manutenção autônoma. A previsão é que seja possível eliminar 40% do objetivo da ação (2,26%) no primeiro mês de implementação e 70% no segundo mês, por se tratar de um período de adequação da ação ao dia-a-dia da produção. A partir do terceiro mês, espera-se que o objetivo tenha sido atingido. A Tabela 16 apresenta os ganhos aproximados com o projeto até o terceiro mês após implementação.

primeiro mês	40%	R\$ 1.100,00
segundo mês	70%	R\$ 1.900,00
terceiro mês	100%	R\$ 2.800,00

*Tabela 16 – Benefícios mensuráveis com relação a manutenção autônoma
(elaborada pela autora)*

- **Ajuste do tempo de ciclo:** as perdas por injetoras trabalhando em tempo de ciclo fora do padrão representam 4,12% do tempo teórico (ver Gráfico 2). Estima-se que em 60% dos casos é possível respeitar o tempo de rotina de fabricação e garantir medidas e qualidade segundo as especificações técnicas da peça. Assim, o ganho com o ajuste do tempo de ciclo seria de $0,6 * 4,12\% = 2,47\%$. Em horas, esse ganho significaria:

$$Ganho_{ajuste_tempo_ciclo} = 2,47\% * TempoTeóricoTotal = 2,47\% * 12.078horas$$

$$Ganho_{ajuste_tempo_ciclo} = 298,568 \text{ horas}$$

Sabendo-se que o custo de um operador para a Arno por hora é de aproximadamente R\$ 10,00, o ganho com essa ação é de $298,568 * R\$10,00 = R\$2.985,68$. Esse é o montante que será economizado mensalmente com o treinamento e orientação para ajuste do tempo de ciclo. Da mesma forma que para as duas ações citadas anteriormente, prevê-se que 40% do objetivo (2,47%) sejam atingido no primeiro mês de implementação e 70% no segundo mês. A partir do terceiro mês, espera-se que todas essas perdas desapareçam. A Tabela 17 apresenta os ganhos aproximados com o projeto até o terceiro mês após implementação.

primeiro mês	40%	R\$ 1.200,00
segundo mês	70%	R\$ 2.100,00
terceiro mês	100%	R\$ 3.000,00

*Tabela 17 – Benefícios mensuráveis com relação a ajuste de tempo de ciclo
(elaborada pela autora)*

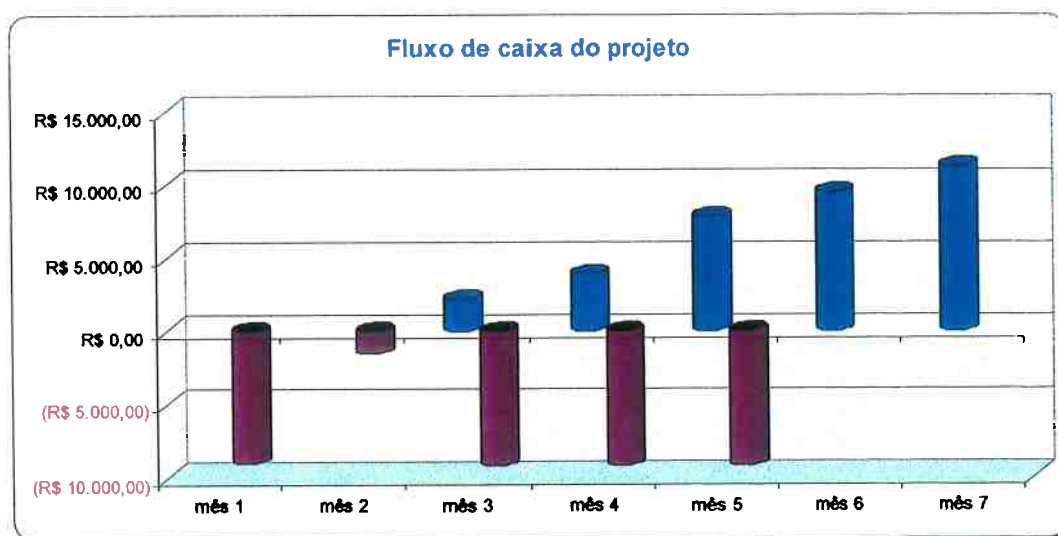
5.3.4 Fluxo de caixa do projeto

Seguindo cronograma proposto para o projeto (Tabela 14), elaborou-se o fluxo de caixa para o projeto nos primeiros sete meses, considerando os investimentos e benefícios mensuráveis descritos nos itens 5.3.2 e 5.3.3.

Fluxo de caixa do projeto	mês 1	mês 2	mês 3	mês 4	mês 5	mês 6	mês 7
desenvolvimento do projeto	(R\$ 9.000,00)						
posto móvel		(R\$ 1.500,00)	R\$ 2.200,00	R\$ 3.900,00	R\$ 5.500,00	R\$ 5.500,00	R\$ 5.500,00
treinamento de operadores			(R\$ 9.200,00)	(R\$ 9.200,00)	(R\$ 9.200,00)		
manutenção autônoma					R\$ 1.100,00	R\$ 1.900,00	R\$ 2.800,00
controle de tempo de ciclo					R\$ 1.200,00	R\$ 2.100,00	R\$ 3.000,00
Total	(R\$ 9.000,00)	(R\$ 1.500,00)	(R\$ 7.000,00)	(R\$ 5.300,00)	(R\$ 1.400,00)	R\$ 9.500,00	R\$ 11.300,00

*Tabela 18 – Fluxo de caixa do projeto
(elaborada pela autora)*

O gráfico a seguir ilustra a movimentação total de gastos e ganhos do projeto nos sete primeiros meses.

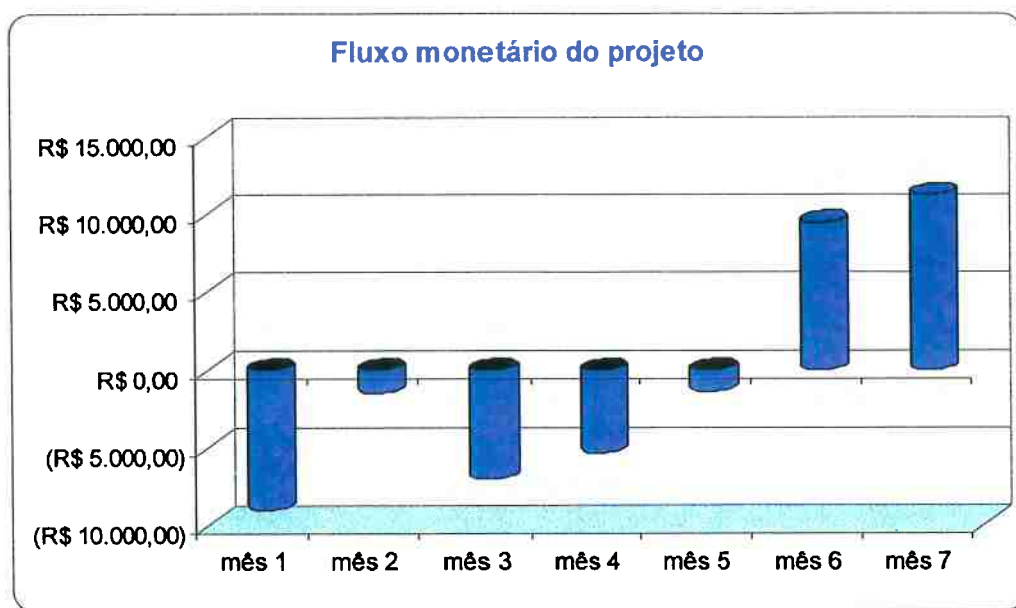


*Gráfico 9 – Fluxo de caixa do projeto
(elaborado pela autora)*

O Gráfico 9 mostra os investimentos feitos nos cinco primeiros meses de implementação do plano de ação, sendo eles: desenvolvimento do projeto no primeiro mês (estagiária), aquisição do posto móvel no segundo mês e treinamento de funcionários durante os três meses seguintes.

O retorno começa a aparecer a partir do terceiro mês, quando se prevê colocar em prática as atividades no posto móvel.

O fluxo monetário total do projeto, nos sete primeiros meses, é observado a seguir.



*Gráfico 10 – Fluxo monetário do projeto
(elaborado pela autora)*

Observa-se nos cinco primeiros meses que o fluxo é negativo, pois se trata do período quando serão feitos investimentos para implementação do plano de ação. A partir do sexto mês, o fluxo passa a ser positivo, já que todo o tempo destinado a treinamento se encerra e começa a se observar os ganhos trazidos com o projeto.

5.3.5 Análise econômica do projeto

A análise de viabilidade econômica do projeto será feita através do critério do valor presente (TORRES,2001), com base na taxa Selic. Selic é a sigla para Sistema Especial de Liquidação e Custódia, criado em 1970 pelo Banco Central. A Selic é considerada taxa básica de juros por ser usada em operações entre bancos. Atualmente é de 19%aa, o que significa aproximadamente 1,46% ao mês.

A Tabela 19 apresenta os cálculos para verificar em quanto tempo o investimento feito com o projeto será pago. A coluna “fluxo de caixa” aponta, mês a mês, o fluxo de caixa total do projeto, a partir dos dados do Gráfico 10. Observa-se que a partir do

sétimo mês, o valor passa a ser constante. A coluna “valor presente” representa o valor equivalente a cada um dos valores da coluna “fluxo de caixa” no primeiro mês do projeto, considerando uma taxa de 1,46% ao mês.

O valor presente representa qual o equivalente na data atual de um pagamento a ser feito ou valor a ser recebido no futuro. É calculado através da equação:

$$VP = \frac{FC}{(1+i)^{n-1}}$$

Onde:

VP – Valor Presente

FC – Fluxo de Caixa

i – taxa mensal de juros

n – período

O valor presente acumulado representa a somatória dos valores presentes de cada período.

$$VPA_n = \sum_n VP$$

Assim, a tabela a seguir apresenta tais cálculos realizados com base no fluxo de caixa para o primeiro ano após a implementação do plano de ação.

mês	fluxo de caixa	valor presente	valor presente acumulado
1	(R\$ 9.000,00)	(R\$ 9.000,00)	(R\$ 9.000,00)
2	(R\$ 1.500,00)	(R\$ 1.478,41)	(R\$ 10.478,41)
3	(R\$ 7.000,00)	(R\$ 6.799,97)	(R\$ 17.278,38)
4	(R\$ 5.300,00)	(R\$ 5.074,45)	(R\$ 22.352,83)
5	(R\$ 1.400,00)	(R\$ 1.321,13)	(R\$ 23.673,96)
6	R\$ 9.500,00	R\$ 8.835,80	(R\$ 14.838,17)
7	R\$ 11.300,00	R\$ 10.358,69	(R\$ 4.479,47)
8	R\$ 11.300,00	R\$ 10.209,62	R\$ 5.730,14
9	R\$ 11.300,00	R\$ 10.062,68	R\$ 15.792,83
10	R\$ 11.300,00	R\$ 9.917,87	R\$ 25.710,69
11	R\$ 11.300,00	R\$ 9.775,13	R\$ 35.485,82
12	R\$ 11.300,00	R\$ 9.634,45	R\$ 45.120,28

*Tabela 19 – Análise de Viabilidade Econômica do Projeto
(elaborada pela autora)*

Observa-se que a partir do oitavo mês, o valor presente acumulado passa a ser positivo. Esse é o ponto em que os investimentos feitos para implementação do plano de ação serão compensados através dos ganhos obtidos com o mesmo.

O maior investimento mensal com o projeto é da ordem de R\$ 10.000,00, nos primeiros cinco meses após a implementação. A partir do sétimo mês, os ganhos com o projeto passam a ser constantes, também com valor da ordem R\$ 10.000,00. Observou-se que os investimentos são compensados em oito meses, três meses após o encerramento do treinamento dos operadores. Pode-se concluir, portanto, que se trata de um projeto economicamente viável para a empresa, já que o tempo previsto para recuperação do investimento necessário é curto.

5.3.6 Taxa interna de retorno

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa sob a qual o somatório de investimentos e igual ao somatório de benefícios, trazidos ao valor presente, ou seja:

$$\sum_n \frac{I}{(1+i)^{n-1}} + \sum_n \frac{B}{(1+i)^{n-1}} = 0$$

Onde:

I – Investimentos

B – Benefícios

n – período

i – Taxa interna de Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno para o projeto, em um ano, segundo a equação é de aproximadamente 20,07%.

A taxa Selic está fixada atualmente em 19% aa., contudo pode-se observar que existe uma tendência de queda, pois os juros reais (juros nominais descontando a inflação) apresentam-se altos e a expectativa de inflação para o ano é de 8,5%. Na Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F), os juros futuros negociados para o período de um ano são de 17,5% aa.

Assim, considerando-se que a Taxa Interna de Retorno (TIR), para os primeiros doze meses, é de 20,07%, o projeto é viável, pois sua TIR é maior que o taxa de juros Selic, e espera-se que o valor da Selic ainda se reduza a curto prazo.

6 CONCLUSÃO

A realização deste Trabalho de Formatura foi igualmente válida tanto para aprofundar os conhecimentos adquiridos enquanto aluna do Departamento de Engenharia de Produção quanto para o projeto proposto pelo plano de estágio na Arno. Em primeiro lugar, porque o estudo conteve uma revisão de ferramentas e modelos de gestão aplicados à melhoria de processos e aumento de produtividade na manufatura, temas de interesse da autora. Segundo, porque o estágio trouxe a possibilidade de visualizar na prática o desenvolvimento de um projeto nesta área. Além disso, o embasamento teórico necessário para execução do Trabalho de Formatura foi bastante importante para fundamentar ainda mais o projeto de plano de estágio.

O modelo de análise e solução de problemas adotado no projeto é também freqüentemente usado por empresas que implantam o programa Seis Sigma, o DMAIC. Trata-se de um modelo para definição, análise e melhoria de problemas, assim como o Ciclo PDCA e o EAP, também apresentados no Capítulo 3.

A comparação trazida por Werkema entre o ciclo PDCA e o modelo DMAIC serviu de base para a escolha do método a ser utilizado como base no desenvolvimento deste Trabalho de Formatura, pois demonstrou a relação entre a fase *planejar* do PDCA e as fases *definir*, *medir* e *analisar* do DMAIC. A escolha foi feita por considerar que o DMAIC traria detalhamento nesta etapa do projeto, servindo como guia para que o problema fosse definido e posteriormente os dados levantados buscando causas do problema em questão.

O projeto realizado pela estagiária é um primeiro passo para uma série de transformações que a fábrica da empresa pode vir a passar, de forma que a estratégia de manufatura da empresa corresponda à estratégia corporativa como um todo, onde, não apenas sejam procurados resultados satisfatórios em produtividade, mas também, coerência para obter ganhos a longo prazo.

6.1 Diagnóstico do problema

Um grande aspecto percebido durante a realização do trabalho foi a importância de se levantar um diagnóstico do problema na empresa, para que a metodologia e propostas sugeridas tivessem como primeiro objetivo o ataque às causas-raiz do problema. Desta forma, tendo em mãos o tema do projeto de estágio, sugerido pelo gerente de produção, como “aumentar a produtividade do departamento de plástico em relação à utilização de mão-de-obra direta”, a autora procurou acompanhar o processo produtivo e analisar minuciosamente quais causas poderiam trazer mais efeitos indesejados. Para fazer o diagnóstico do problema, a estagiária acompanhou o dia-a-dia da produção no Plástico, ao lado dos supervisores e operadores. Essa experiência foi rica também para o trabalho na empresa, pois permitiu gerar propostas adequadas à realidade dos funcionários e aos recursos disponíveis.

Para organizar o diagnóstico do problema, quatro passos foram seguidos:



Figura 36 – Passos para diagnóstico do problema

➤➤➤➤ **Definição do departamento de produção:** definiu-se o departamento de Plásticos para realizar o estágio e projeto de formatura, por se tratar do parque industrial de maior peso na empresa, em peças fabricadas e em número de funcionários;

➤➤➤➤ **Definição do indicador crítico:** dentre os indicadores gerados pela empresa para controle de produtividade (sucata, absenteísmo e MPC), observou-se que o último era o mais crítico, por apresentar índices insatisfatórios e nenhum plano de ação sobre ele;

□>>> **Definição da seção-piloto:** para que o levantamento e análise de dados fossem feitos, a fim de gerar um plano de ação para procurar aumentar a produtividade do departamento, definiu-se uma de suas seções como seção-piloto do projeto, para que posteriormente o plano possa ser extrapolado e adaptado para as demais;

□>>> **Definição de causas do problema:** através da ferramenta Diagrama de Ishikawa e levantamento de dados na fábrica, quando a estagiária contou com auxílio de supervisores e operadores, foi possível identificar as principais causas que afetavam o indicador de MPC da seção-piloto.

A elaboração do plano de ação de melhorias teve como foco o indicador crítico do departamento, seção que apresentava indicadores mais insatisfatórios e causas principais de perdas em produtividade nesta seção. Sendo assim, as ações são relevantes para a empresa, pois atacam pontos bastante significativos, trazendo, portanto, grandes benefícios.

6.2 Indicadores de perdas

Um aspecto relevante observado no desenvolvimento do projeto da estagiária foi a dificuldade encontrada em diagnosticar e observar causas do problema através dos indicadores que a fábrica apresenta para seus funcionários. Os gráficos gerados eram de difícil compreensão e não apontavam claramente causas e efeitos.

Realizou-se levantamento de dados através do acompanhamento do dia-a-dia da produção. Nesse período, um estudo sobre importância de indicadores gerenciais e sobre medições feitas em empresas manufatureiras orientou as análises. Desse modo, propõe-se também, junto com as ações de melhoria do plano de ação, a elaboração de indicadores de perdas para controle dos resultados obtidos com o projeto, a fim de normalizá-los, isto é, fazer com que realmente sejam absorvidos dentre as atividades da fábrica, para que os ganhos sejam mantidos.

Esses indicadores serão fundamentais para o controle futuro do aproveitamento de mão-de-obra na seção-piloto, especialmente para que seja possível comparar os indicadores antes e depois às melhorias trazidas pelo plano de ação.

Servirão também como base para a adaptação do projeto nas demais seções, onde a análise de causas também deverá ser feita para que ações em busca de aumento de produtividade possam ser tomadas.

6.3 Gestão Participativa

Uma outra dificuldade encontrada pela autora foi lidar com receio o dos operadores ao iniciar o levantamento de dados na fábrica. Assim, passou a entrar no trabalho no mesmo horário que eles e a participar das reuniões semanais com supervisor, para poder apresentar o projeto de estágio, objetivo e encaminhamento do mesmo.

Percebeu-se que o detalhamento de informações é mantido pelos chefes, enquanto que funcionários obedecem a ordens e executam tarefas repetitivas, especialmente os operadores das máquinas. Além do mais, dada a simplicidade desses operadores, os gráficos apresentados nos murais não eram suficientemente claros para que houvesse compreensão do andamento de atividades no departamento.

O Sistema de Gestão à Vista (SGV) é uma ferramenta que propõe a disponibilização de informações a todos os funcionários, inclusive operadores ou operários, com o intuito de aumentar a integração entre os níveis hierárquicos e a participação de todos na busca dos objetivos do negócio.

O SGV é um sistema de aplicação complexa, pois requer mudança na cultura organizacional, já que dividir informações pode significar dividir controle e poder. No entanto, o envolvimento de funcionários que o sistema requer pode ser aspecto forte no desenvolvimento de projetos na área industrial, onde a colaboração de operadores é bastante rica, por se tratarem de pessoas que conhecem mais de perto o sistema produtivo.

No decorrer do Trabalho de Formatura, não houve tempo suficiente para apontar formalmente todos os levantamentos de dados e análises feitas pela autora. Mas a participação em reuniões com operadores foi fundamental, porque possibilitou que a estagiária entendesse ainda mais as atividades, problemas e dificuldades na fábrica, já que a aproximou dos funcionários. Com isso, a solicitação de tarefas e auxílio,

especialmente no levantamento de dados, foi sempre atendida, como digitação correta de dados no Sigep e anotações de horários.

Assim, uma proposta para continuidade do projeto nesta área industrial é o maior envolvimento dos operadores nas atividades, seja através de sugestões e murais de indicadores, seja através de uma gestão participativa, que compartilhe as informações sobre andamento das atividades do departamento.

6.4 Benefícios do projeto

O projeto desenvolvido durante os últimos seis meses de estágio na empresa procurou trazer os seguintes benefícios, em linhas gerais:

- **Aumento da produtividade:** Dentre os objetivos do projeto estava o aumento da produtividade do departamento no que diz respeito ao aproveitamento de mão-de-obra no Plástico. O plano de ação proposto pela estagiária visa justamente a aumentar tal indicador, de forma que a capacidade produtiva dos operadores fosse mais bem aproveitada pela empresa, justificando assim o número de funcionários existentes no departamento.
 - **Redução do custo de fabricação do produto:** Com o projeto, além do aumento de produtividade, o custo de fabricação dos produtos também pode ser reduzido, pois se pode maximizar a utilização da mão-de-obra designada para as operações.
 - **Envolvimento dos empregados:** Uma das propostas criada pela estagiária foi a de trabalhar junto aos operadores, apresentando sempre que possível o projeto em desenvolvimento e requisitando sugestões e comentários, já que eles compõem o principal foco do estudo. Ademais, a gestão participativa pode aumentar o comprometimento dos funcionários com a empresa.
-

6.5 Encaminhamento do projeto

O plano de ação para redução de perdas em da mão-de-obra elaborado pela estagiária engloba ações que devem ser inseridas na rotina da seção-piloto para que os novos resultados sejam normalizados, ou seja, para que se tornem constantes na seção. Dessa forma, é importante que assim que as ações forem tomadas, seus resultados sejam medidos e acompanhados.

O papel do supervisor é vital para o sucesso do plano de ação, que reúne decisões administrativas a respeito da utilização de mão-de-obra no departamento. Além do mais, é preciso que os operadores compreendam sua importância e colaborem com o desenvolvimento de atividades.

O próximo passo do projeto será levantar as causas-raiz do baixo aproveitamento de mão-de-obra nas demais seções e adaptar as ações do plano de melhoria, sempre contando com participação de supervisores e operadores e apoio da chefia. Será válido se o sistema de controle de indicadores puder ser utilizado em todo o departamento, para que todos os funcionários possam acompanhar os ganhos do projeto.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNOLAK, I. *Improving productivity through industry and company measurement* (National Center for Productivity and Quality of working Life, Series 2), Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1976.

DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração**. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.

FINEP. Estudo e aperfeiçoamento do processo (EAP). Rio de Janeiro, 1994.

IMAI, Masaaki. **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo**. São Paulo: IMAM, 1988.

JURAN, J.M. **Planejando para a qualidade**. São Paulo: Pioneira, 1990.

MALI, P. *Improving total productivity: MBO strategies for business, government, and not-for-profit organizations*, New York : Wiley, 1978.

OEEC: *Terminology of productivity*, Par. 2.2, rue André-Pascal, Paris-16, 1950.

OSADA, T.; TAKAHASHI, Y. **TPM/MPT - Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: Instituto IMAM, 1993.

RIBEIRO, H.; **5S: um roteiro para uma implantação bem sucedida**, Salvador: Casa da Qualidade, 1994.

TORRES, O. F. F., **Fundamentos da engenharia econômica e da análise econômica de projetos**, São Paulo: Fundação Carlos Alberto Vanzolini, 2001.

SHIBA, Shoji; et al. **TQM: quatro revoluções na gestão da qualidade**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

SUMANTH, D.J. *Productivity engineering and management*. New York: McGraw-Hill, 1984.

SUZAKI, K. *The new manufacturing challenge: techniques for continuous improvement*, New York: *Free Press*, 1987

WERKEMA, C. **Criando a cultura Seis Sigma**, São Paulo, 2001.

YOKOI, R. T. **Metodologia para análise e solução de problemas e sistema de gestão à vista**. 2001. 98p. Trabalho de Formatura – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.
