

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS – MG

ENGENHARIA MECÂNICA
LEONARDO CAMPOS VIGATO

Biblioteca Monsenhor Domingos Prado Fc

N. Class. *M 658.562*

Cutter *V 672 a*

Ano/Ed.

SISTEMA DE BIBLIOTECAS
FEPESMIG

BIBLIOTECA MONSENHOR DOMINGOS PRADO FONSECA

APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS NA
INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

Varginha - MG
2010

LEONARDO CAMPOS VIGATO

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS NA
INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia
Mecânica do Centro Universitário do Sul de
Minas – UNIS/MG como pré-requisito para
a obtenção do grau de Engenheiro Mecânico,
sob a orientação do Prof. Alexandre
Fernandes.

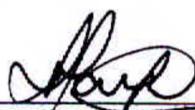
**Varginha - MG
2010**

LEONARDO CAMPOS VIGATO

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS NA
INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia Mecânica
do Centro Universitário do Sul de Minas –
UNIS/MG como pré-requisito para a obtenção
do grau de Engenheiro Mecânico, sob
orientação do Professor Alexandre Fernandes.

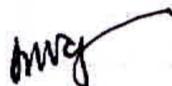
Aprovado em 02/12/2010



Prof.º Esp. Márcio de Santana



Prof.º Ms. Nilton dos Santos Portugal



Prof.º Ms. Luiz Carlos Vieira Guedes

OBS.:

Dedico este trabalho primeiramente a Deus por ter me dado sabedoria e competência para fazê-lo. Depois, dedico este trabalho à minha família, pela compreensão e ajuda durante todo o período deste curso.

Agradeço à minha namorada, por todo o apoio durante este período. Agradeço aos professores, que se empenharam ao máximo para transmitir todo o conhecimento possível para a minha formação. E agradeço aos amigos de trabalho pela total ajuda em idéias, opiniões e conselhos oferecidos durante a construção deste trabalho.

“Quando você puder medir aquilo que está falando e expressá-lo em números, você sabe alguma coisa sobre o que está falando. Quando você não puder expressá-lo em números, o seu conhecimento é parco e insatisfatório. Pode ser o começo de um conhecimento, mas mal se pode dizer que o seu pensamento atingiu o estado da ciência”.

Lord Kelvin

RESUMO

Em um cenário cada vez mais competitivo, empresas de diversos ramos vêm buscando mecanismos que permitam a otimização dos resultados, a redução nos prazos de entrega, a eliminação de desperdícios, alcançando assim, um aumento real de lucratividade e da rentabilidade, soma-se à importância que se tem dado à questão da implementação das ações estratégicas nas empresas na busca da melhoria de seus processos.

O método de análise e solução de problemas (MASP) é uma peça fundamental para o sucesso da implementação eficiente e eficaz das idéias e propostas dos envolvidos no processo de equacionar e resolver problemas. O MASP é uma metodologia extremamente simples e prática que propicia a utilização das ferramentas da qualidade de forma ordenada e lógica, facilitando a análise de problemas, determinação de suas causas e elaboração de planos de ação para eliminação dessas causas.

Palavras-chaves: MASP (Método de Análise e Solução de Problemas), Ferramentas da Qualidade.

ABSTRACT

In increasingly competitive scenario, companies from various sectors have sought mechanisms that allow the optimization of results, the reduction in delivery times, eliminating waste, thus achieving a real increase profitability and profitability, sum to the importance that has been given to the issue of implementing the strategic actions in companies in search of improving their processes.

The method of analysis and problem solving (MASP) is a key to the success of effective and efficient implementation of the ideas and proposals of those involved in the process of preempting and resolving problems. The MASP is a very simple and practical methodology that facilitates the use of quality tools in an orderly and logical, facilitating the analysis of problems, determining causes and developing action plans to eliminate these causes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<i>Figura 01 – Método de Solução de Problemas “QC Story”</i>	15
<i>Figura 02 – Gráfico de Pareto</i>	17
<i>Figura 03 – Matriz GUT</i>	18
<i>Figura 04 – Fluxograma</i>	23
<i>Figura 05 – Porosidade/Bolha</i>	29
<i>Figura 06 – Fluxo de Processo de Fabricação de Roda de Alumínio</i>	29
<i>Figura 07 – Atividade do Processo de Injeção</i>	30
<i>Figura 08 – Roda Dividida em Três Partes</i>	30
<i>Figura 09 – Ficha de Verificação</i>	31
<i>Figura 10 – Diagrama de Causa e Efeito</i>	32
<i>Figura 11 – Instrução Operacional</i>	36
<i>Figura 12 – Desenho da Tela</i>	37
<i>Figura 13 – Desenho do Pino Extrator</i>	37

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 01 – Matriz GUT (Fundição).....</i>	<i>23</i>
<i>Tabela 02 – Matriz GUT (Usinagem).....</i>	<i>24</i>
<i>Tabela 03 – Matriz GUT (Acabamento)</i>	<i>24</i>
<i>Tabela 04 – Tabela de Produtos</i>	<i>34</i>
<i>Tabela 05 – Plano de Ação</i>	<i>35</i>

LISTA DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 01 – Custo de Material Auxiliar</i>	25
<i>Gráfico 02 – Produtividade (Peça x Máquina x Dia)</i>	25
<i>Gráfico 03 – Refugo de Fundição Consolidado</i>	26
<i>Gráfico 04 – Refugo de Fundição no Raio-X</i>	26
<i>Gráfico 05 – Refugo de Fundição na Usinagem</i>	27
<i>Gráfico 06 – Refugo de Estanqueidade</i>	27
<i>Gráfico 07 – Refugo de Fundição no Acabamento</i>	28
<i>Gráfico 08 – Gráfico de Pareto (Refugo de Fundição na Usinagem)</i>	28
<i>Gráfico 09 – Refugo por Porosidade/Bolha</i>	33
<i>Gráfico 10 – Refugo de Fundição na Usinagem</i>	33
<i>Gráfico 11 – Refugo por Porosidade/Bolha</i>	35
<i>Gráfico 12 – Refugo de Fundição na Usinagem</i>	36
<i>Gráfico 13 – Gráfico de Pareto (Refugo de Fundição na Usinagem)</i>	38

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	13
2 – REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 – QUALIDADE	14
2.2 – MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS	14
2.2.1 – IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	15
2.2.2 – OBSERVAÇÃO	16
2.2.3 – ANÁLISE	16
2.2.4 – PLANO DE AÇÃO	18
2.2.5 – AÇÃO	18
2.2.6 – VERIFICAÇÃO	19
2.2.7 – PADRONIZAÇÃO	19
2.2.8 – REFLEXÃO	20
3 – A EMPRESA ESTUDADA	21
4 – ESTUDO DE CASO	22
4.1 – O PROCESSO DE FABRICAÇÃO	22
4.2 – APLICAÇÃO DO MASP	23
4.2.1 – PASSO 01 – MOTIVO DA ESCOLHA DO TEMA	24
4.2.2 – PASSO 02 – ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL	29
4.2.3 – PASSO 03 – ANÁLISE DAS CAUSAS.....	31
4.2.4 – PASSO 04 – OBJETIVOS E METAS.....	32
4.2.5 – PASSO 05 – ESTUDOS DAS SOLUÇÕES.....	33
4.2.6 – PASSO 06 – ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	35
4.2.7 – PASSO 07 – PADRONIZAÇÃO	36
4.2.8 – PASSO 08 – PRÓXIMAS AÇÕES ..	38
CONCLUSÕES	39
REFERÊNCIAS	40

1. INTRODUÇÃO

BIBLIOTECA MONSENHOR DOMINGOS PRADO FONSECA

A competitividade entre as empresas esta cada vez mais acirrada e o mercado atual ficou mais competitivo e tem deixado bem claro que o mundo está em constante mudança, à gestão da qualidade é um fator decisivo na sobrevivência das organizações. As atividades relacionadas com a qualidade são amplas e consideradas essenciais para o sucesso estratégico. Está associada à percepção de excelência nos serviços, por isso é necessário uma gestão com base em fatos e dados que possam analisar e solucionar os problemas existentes. Dentro do universo da gestão da qualidade, uma das metodologias utilizadas para auxiliar os gestores na identificação dos problemas é o método de análise e solução de problemas (MASP). O mesmo tem como foco à identificação dos problemas e conseqüentemente elaboração de ações corretivas e preventivas de forma a eliminar ou minimizar os problemas detectados.

O MASP é um processo dinâmico na busca de soluções para uma determinada situação. Não é um processo rígido e sim um processo flexível em cada caso com que se defrontar. A solução de problema é um processo que segue uma seqüência lógica, começando pela identificação do problema, continuando pela análise e terminando com a tomada de decisão. Cada etapa descreve os objetivos, as atividades a serem desenvolvidas, as pessoas envolvidas e as ferramentas mais usadas, no sentido que o administrador compreenda e saiba como aplicá-los em seu trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. QUALIDADE

“Qualidade é a conformidade, coerente com as expectativas do consumidor; em outras palavras, significa “fazer certo as coisas”, mas as coisas que a produção precisa fazer certo variarão de acordo com o tipo de operação.” (SLACK, 2009, p.40).

Existem diversas definições para o termo qualidade, o que torna impossível ter – se uma postura em definitivo para a idéia do que seja realmente qualidade.

2.2. MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

É uma seqüência lógica de passos para se atingir uma meta desejada - análise e solução de problemas. O MASP como método de controle por excelência é o PDCA rodado para solucionar problemas. O método é a parte mais importante do CQT.

“MASP, Método de Análise e Solução de Problemas, consiste em uma seqüência de etapas que levam a um planejamento participativo para a melhoria da qualidade de um produto ou serviço de determinado setor em uma organização.” (PARIS, 2003, p.36).

O método de análise e solução de problemas apresenta duas grandes vantagens: possibilita a solução dos problemas de maneira científica e efetiva, assim como permite que cada pessoa da organização se capacite para resolver os problemas específicos de sua responsabilidade.

“A solução de problemas da empresa, ou seja, a melhoria dos resultados da empresa (já que problema é “resultado indesejável”) deve ser feita de forma metódica e com a participação de todos (todos devem estar envolvidos na solução de algum problema na empresa).” (FALCONI, 2004, p.66).

O método de solução de problemas é constituído de oito processos:

PDCA	FLUXO-GRAMA	FASE	OBJETIVO
P	①	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	②	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista.
	③	Análise	Descobrir as causas fundamentais.
	④	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.
D	⑤	Ação	Bloquear as causas fundamentais.
C	⑥	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	?	(Bloqueio foi efetivo?)	
A	⑦	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	⑧	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

Figura 01 – Método de Solução de Problemas – “QC STORY”

Fonte: FALCONI, 2004, p.67

2.2.1 – IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

A identificação do problema tem como objetivo: “definir claramente o problema e reconhecer sua importância” (FALCONI, 2004, p.67) e este processo resume – se em cinco tarefas básicas: escolha do problema, histórico do problema, mostrar perdas atuais e ganhos viáveis, fazer análise de pareto e nomear responsáveis.

- Escolha do problema: analisar as diretrizes gerais da área de trabalho (segurança, qualidade, entrega, custo, produtividade). Um problema é o resultado indesejável de um trabalho (esteja certo de que o problema escolhido é o mais importante baseado em fatos e dados).
- Histórico do problema: utilize sempre dados históricos (gráficos ou fotografias). Qual a frequência do problema? Como ocorre?
- Mostrar perdas e ganhos viáveis: o que se está perdendo (custo da qualidade)? O que é possível ganhar?
- Fazer análise de pareto: “é uma técnica relativamente direta, que envolve classificar os itens de informação nos tipos de problemas ou causas de problemas por ordem de importância” (SLACK, 2009, p.586).
- Nomear responsáveis: nomear a pessoa responsável ou nomear o grupo responsável e o líder, propor uma data limite para ter o problema solucionado.

2.2.2 – OBSERVAÇÃO

A observação tem como objetivo: “investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista” (FALCONI, 2004, p.67) e este processo resume-se em três tarefas básicas: descoberta das características do problema por meio de coleta de dados; descoberta das características do problema por meio de observação no local; cronograma, orçamento e meta.

- Descoberta das características do problema por meio de coletas de dados: observe o problema sob vários pontos de vista: tempo, local, sintomas, indivíduo, entre outros, ou seja, estratifique.
- Descoberta das características do problema por meio de observação no local: observe o local de ocorrência do problema: colete informações, faça entrevistas, se necessário fotografe, use filmadoras, etc.
- Cronograma, orçamento e meta: estimar um cronograma para referência, estimar um orçamento e definir uma meta a ser atingida.

2.2.3 – ANÁLISE

A análise tem como objetivo: “descobrir as causas fundamentais” (FALCONI, 2004, p.67) e este processo resume-se em três tarefas básicas: definição das causas influentes, escolha das causas mais prováveis (hipóteses) e escolha das causas mais prováveis (verificação das hipóteses).

- Definição das causas influentes: envolva todas as pessoas que possam contribuir na identificação das causas.
- Escolha das causas mais prováveis (hipóteses): as causas assinaladas na tarefa anterior devem ser reduzidas por eliminação das causas menos prováveis baseadas nos dados levantados no processo de observação.
- Escolha das causas mais prováveis (verificação das hipóteses): Use técnicas estatísticas para a análise das causas mais prováveis:
- Gráfico de Pareto: O gráfico de Pareto é um diagrama que apresenta os itens e a classe na ordem dos números de ocorrências, apresentando a soma total acumulada. Permite-nos visualizar diversos elementos de um problema auxiliando na determinação da sua prioridade. É representado por barras dispostas em ordem decrescente, com a causa principal vista do lado esquerdo do diagrama, e as causas menores são mostradas em ordem decrescente ao lado direito. Cada barra representa uma causa exibindo a

relevante causa com a contribuição de cada uma em relação à total. É uma das ferramentas mais eficientes para encontrar problemas.

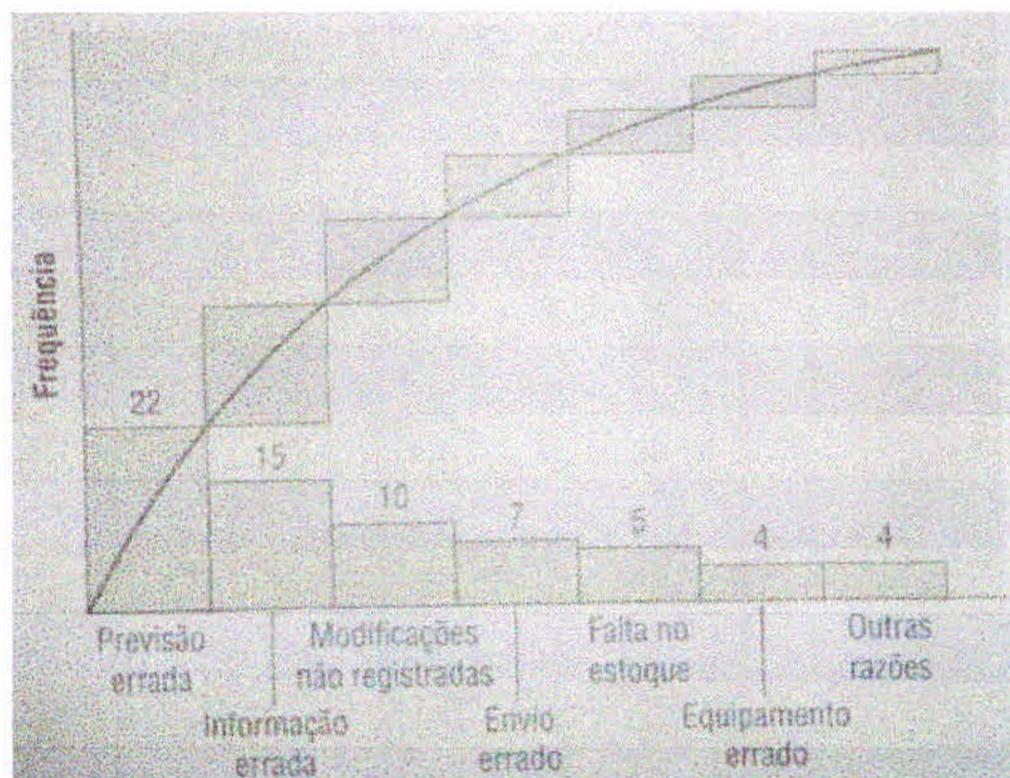


Figura 02 – Gráfico de Pareto

Fonte: SLACK, 2009, p.586

- **Brainstorm:** “Processo destinado à geração de ideias/sugestões criativas, possibilitando ultrapassar os limites/paradigmas dos membros da equipe” (OLIVEIRA, 1996, p.23). O objetivo é obter o maior número possível de sugestões, para fazer posteriormente o julgamento. O Brainstorming, não determina uma solução, mas propõem muitas outras.
- **Diagrama de Causa – Efeito:** “representação gráfica que permite a organização das informações, possibilitando a identificação das possíveis causas de um determinado problema” (OLIVEIRA, 1996, p.29). O diagrama de causa – efeito permite identificar a relação entre o efeito e suas possíveis causas.
- **Técnica dos 5 porquês:** é uma técnica para encontrar a causa raiz de um defeito ou problema.
- **Matriz GUT:** Esta matriz é uma forma de se tratar problemas com o objetivo de priorizá-los. Leva em conta a gravidade, a urgência e a tendência de cada problema.

Matriz GUT (para priorizar problemas a serem tratados)				
VALOR	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA	G x U x T
5	Extremamente grave	Extremamente urgente	Agravar rápido	125
4	Muito grave	Muito urgente	Piorar em curto prazo	64
3	Grave	Urgente	Piorar em médio prazo	27
2	Pouco grave	Pouco urgente	Piorar em longo prazo	8
1	Sem gravidade	Sem urgência	Sem tendência de piorar	1
G	GRAVIDADE	Impacto do problema sobre operações e pessoas da empresa. Efeitos que surgirão a longo prazo em caso de não resolução.		
U	URGÊNCIA	O tempo disponível e necessário para resolver o problema.		
T	TENDÊNCIA	Potencial de crescimento (piora) do problema.		

Figura 03 – Matriz GUT

Fonte: <http://sandrocane.files.wordpress.com/2008/12/matriz-gut.jpg>

2.2.4 – PLANO DE AÇÃO

O plano de ação tem como objetivo: “conceber um plano para bloquear as causas fundamentais” (FALCONI, 2004, p.67) e este processo resume-se em duas tarefas básicas: elaboração da estratégia de ação e elaboração do plano de ação.

- Elaboração da estratégia de ação: certifique-se de que as ações serão tomadas sobre as causas fundamentais e não sobre seus efeitos. Propor diferentes soluções, analise a eficácia e custo de cada uma, escolha a melhor.
- Elaboração do plano de ação: “todo plano de ação deve estar estruturado para permitir a rápida identificação dos elementos necessários à implementação do projeto” (OLIVEIRA, 1996, p.113), estes elementos básicos podem ser descritos pelo modelo 5W2H, que é basicamente um formulário para execução e controle de tarefas onde são atribuídas as responsabilidades e determinado como o trabalho deverá ser realizado, assim como o departamento, motivo e prazo para conclusão com os custos envolvidos.

2.2.5 – AÇÃO

A ação tem como objetivo: “bloquear as causas fundamentais” (FALCONI, 2004, p.67) e este processo resume-se em duas tarefas básicas: treinamento e execução da ação.

- Treinamento: certifique-se de quais ações necessitam da ativa cooperação de todos, apresente claramente as tarefas e a razão delas e certifique-se de que todos entendem e concordam com as medidas propostas.

- Execução da ação: durante a execução verifique fisicamente e no local em que as ações estão sendo efetuadas.

2.2.6 – VERIFICAÇÃO

A verificação tem como objetivo: “verificar se o bloqueio foi efetivo” (FALCONI, 2004, p.67) e este processo resume-se em três tarefas básicas: comparação dos resultados, listagem dos efeitos secundários e verificação da continuidade ou não do problema.

- Comparação dos resultados: devem-se utilizar os dados coletados antes e após a ação de bloqueio para verificar a efetividade da ação, os formatos usados na comparação devem ser os mesmos antes e depois da ação.
- Listagem dos efeitos secundários: toda alteração do sistema pode provocar efeitos secundários positivos ou negativos.
- Verificação da continuidade ou não do problema: quando o resultado da ação é tão satisfatório quanto o esperado, é que todas as ações planejadas foram implementadas conforme o plano. Quando o resultado da ação não for satisfatório, deve-se retornar ao processo de observação.

2.2.7 – PADRONIZAÇÃO

A padronização tem como objetivo: “prevenir contra o reaparecimento do problema” (FALCONI, 2004, p.67) e este processo tem quatro tarefas básicas: elaboração ou alteração do padrão, comunicação, educação e treinamento e acompanhamento da utilização do padrão.

- Elaboração ou alteração do padrão: verifique se as instruções, determinações e procedimentos implantados na ação devem sofrer alterações antes de serem padronizados, baseado nos resultados obtidos na verificação.
- Comunicação: estabeleça datas de início da nossa sistemática, quais as áreas que serão afetadas para que a aplicação do padrão ocorra em todos os locais necessários.
- Educação e treinamento: garanta que os novos padrões ou as alterações sejam transmitidas a todos os envolvidos.
- Acompanhamento da utilização do padrão: estabeleça um sistema de verificações periódicas.

2.2.8 - REFLEXÃO

A reflexão tem como objetivo: “recapitular todo o processo de solução de problema para trabalho futuro” (FALCONI, 2004, p.67) e este processo tem três tarefas básicas: relação dos problemas remanescentes, planejamento do ataque aos problemas remanescentes e reflexão.

- Relação dos problemas remanescentes: relacione o que e quando não foi realizado.
- Planejamento do ataque aos problemas remanescentes: reavalie os itens pendentes, organizando – os para uma futura aplicação do MASP.
- Reflexão: reflexão cuidadosa sobre as próprias atividades da solução de problemas.

3. A EMPRESA ESTUDADA

Esse trabalho desenvolveu – se em uma empresa fornecedora de autopeças, numa fábrica de rodas de alumínio, situada na cidade de Três Corações – MG. O estudo foi realizado no período de fevereiro a agosto 2010.

4. ESTUDO DE CASO

O material a ser mensurado são rodas de alumínio fundidas sob processo de baixa pressão, cujo método de fabricação pode ser resumido basicamente em fundição, usinagem e acabamento.

A roda é um dos componentes com constituem a montagem de um veículo, sendo responsável pela sustentação dos pneus, ventilação do sistema de frenagem e sustentação do veículo, sendo assim caracterizada como item de segurança.

4.1 – O PROCESSO DE FABRICAÇÃO

A fabricação de uma roda de alumínio é descrita pela seguinte seqüência: a liga de alumínio (metal em estado líquido) é colocada em injetoras de baixa pressão, e com o molde apropriado, a peça é injetada. Logo após, a roda bruta é inspecionada no equipamento de raio – x afim de detectar possíveis falhas na fundição que possam comprometer a qualidade da mesma. Após esta fase, a peça é submetida a processos de usinagem, que são realizadas por equipamentos CNC. Algumas características da peça são inspecionadas por calibradores passa/não-passa, e outras por meios de medição com instrumentos adequados (paquímetro, especímetro, relógio comparador, máquina balancetriz e equipamento tridimensional). Na seqüência, a peça é submetida ao teste hidrostático (para verificar se existe vazamento de ar), rebarbação, tratamento superficial, lavagem, pintura, cravamento de buchas (quando aplicável), inspeção final e embalagem.

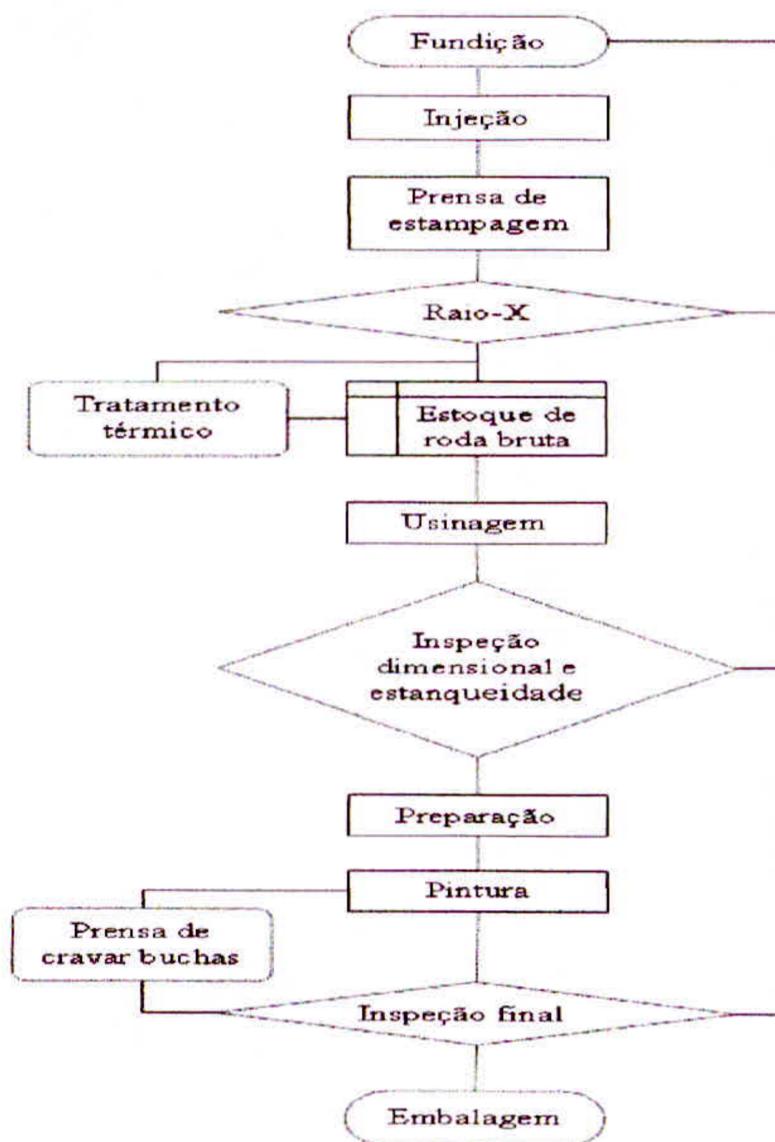


Figura 04 – Fluxograma

Fonte: Autor, 2010

4.2 – APLICAÇÃO DO MASP

Primeiramente formou – se uma equipe de trabalho e através da matriz GUT, os integrantes da equipe fizeram a análise dos setores chaves: Fundição, Usinagem e Acabamento.

Fundição				
Membros	Gravidade	Urgência	Tendência	GxUxT
Membro 01	4	4	4	64
Membro 02	3	4	5	60
Membro 03	5	4	4	80
Membro 04	4	5	3	60
Membro 05	3	4	4	48
Total				312

Tabela 01 – Matriz GUT (Fundição)

Fonte: Autor, 2010

Após levar em conta a gravidade, urgência e tendência do setor de fundição, obtivemos um total de 312 pontos.

Usinagem				
Membros	Gravidade	Urgência	Tendência	GxUxT
Membro 01	4	3	3	36
Membro 02	2	3	2	12
Membro 03	3	2	3	18
Membro 04	3	3	2	18
Membro 05	2	3	2	12
Total				96

Tabela 02 – Matriz GUT (Usinagem)

Fonte: Autor, 2010

Após levar em conta a gravidade, urgência e tendência do setor de usinagem, obtivemos um total de 96 pontos.

Acabamento				
Membros	Gravidade	Urgência	Tendência	GxUxT
Membro 01	3	2	3	18
Membro 02	3	3	3	27
Membro 03	4	3	3	36
Membro 04	3	2	3	18
Membro 05	3	3	2	18
Total				117

Tabela 03 – Matriz GUT (Acabamento)

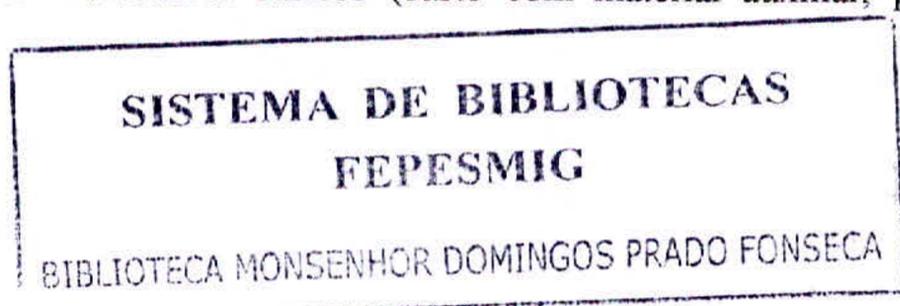
Fonte: Autor, 2010

Após levar em conta a gravidade, urgência e tendência do setor de acabamento, obtivemos um total de 117 pontos.

Analisando a pontuação dos setores, através da análise da matriz GUT definiu – se a Fundição como setor crítico e por isso a aplicação do MASP se dará neste setor.

4.2.1 – PASSO 01 – MOTIVO DA ESCOLHA DO TEMA

Com o setor de trabalho definido, fomos atrás dos indicadores de gestão. O setor de fundição controla três indicadores básicos (custo com material auxiliar, produtividade e refugo).



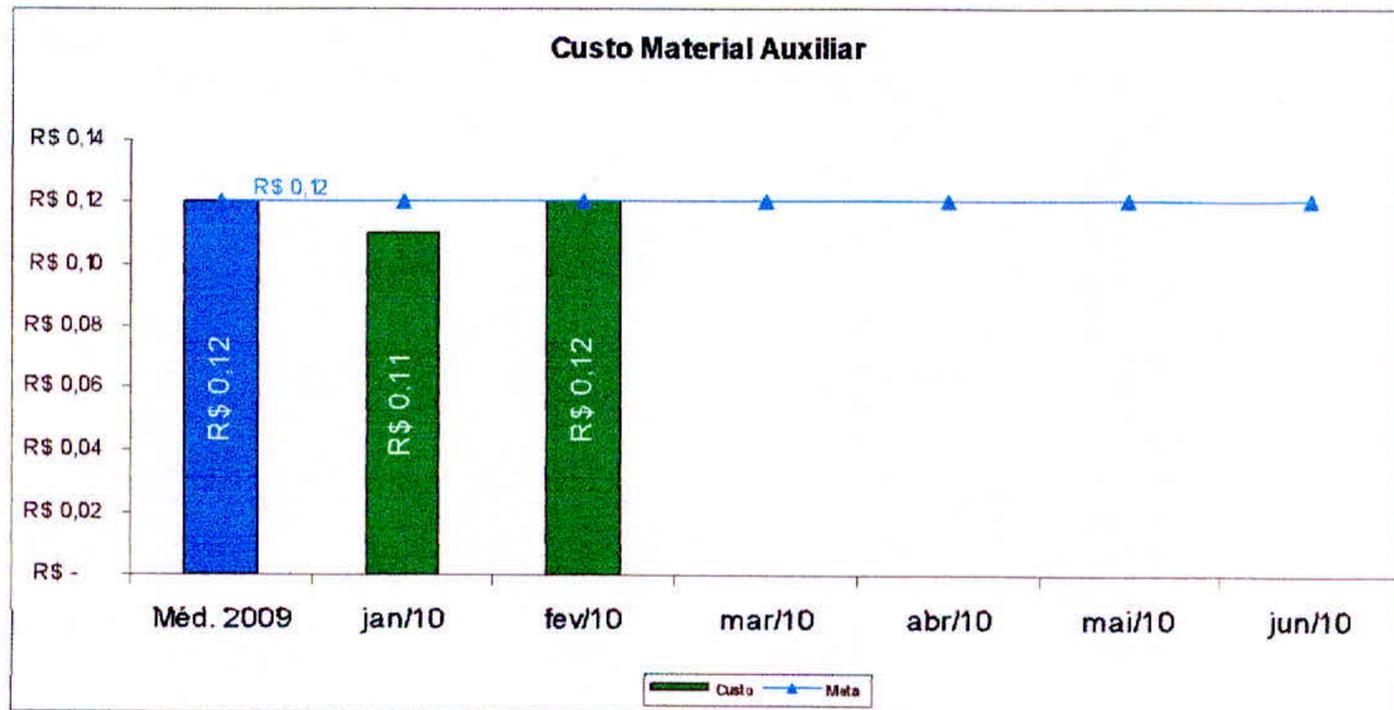


Gráfico 01 – Custo Material Auxiliar

Fonte: Autor, 2010

O custo de material auxiliar da fundição é o total gasto com material auxiliar dividido pela quantidade de rodas fundidas.

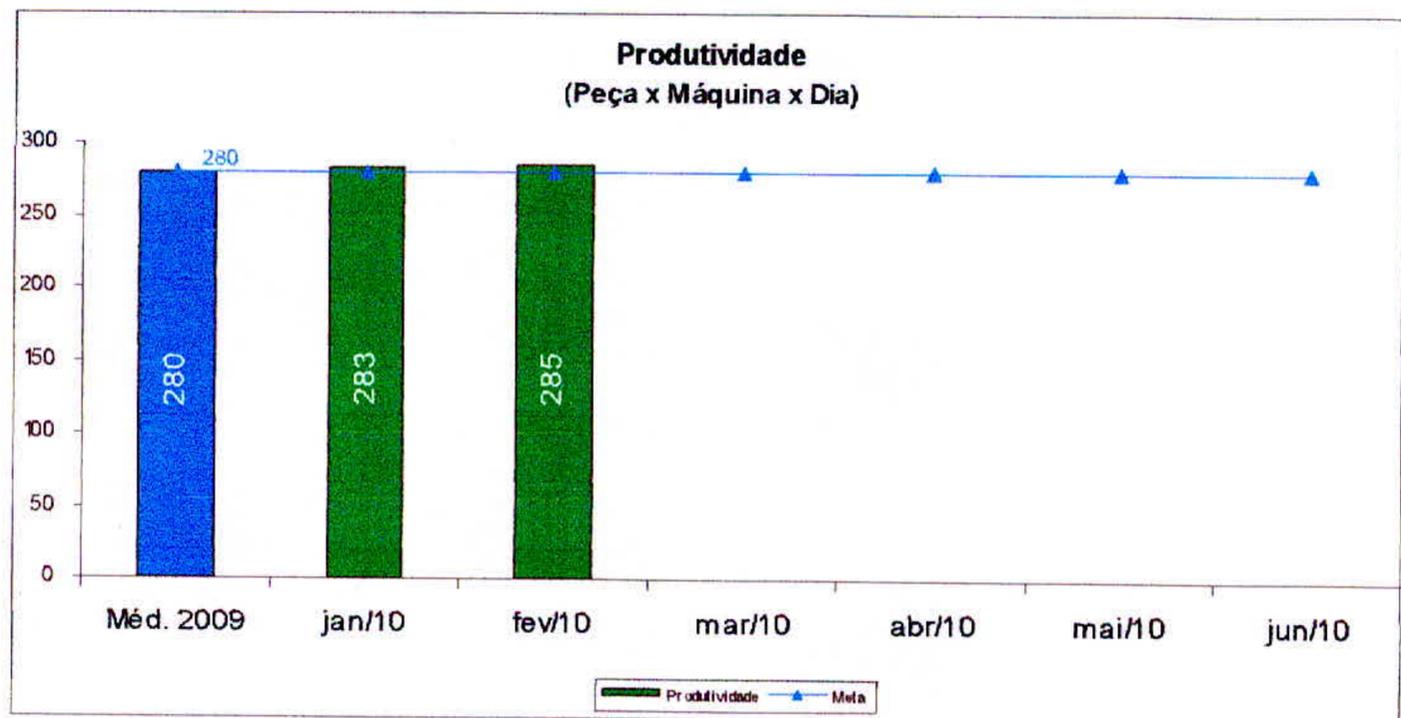


Gráfico 02 – Produtividade (Peça x Máquina x Dia)

Fonte: Autor, 2010

A produtividade da fundição leva em consideração a quantidade de peça produzida por uma injetora durante um dia, por isso a produtividade é: peça x máquina x dia.

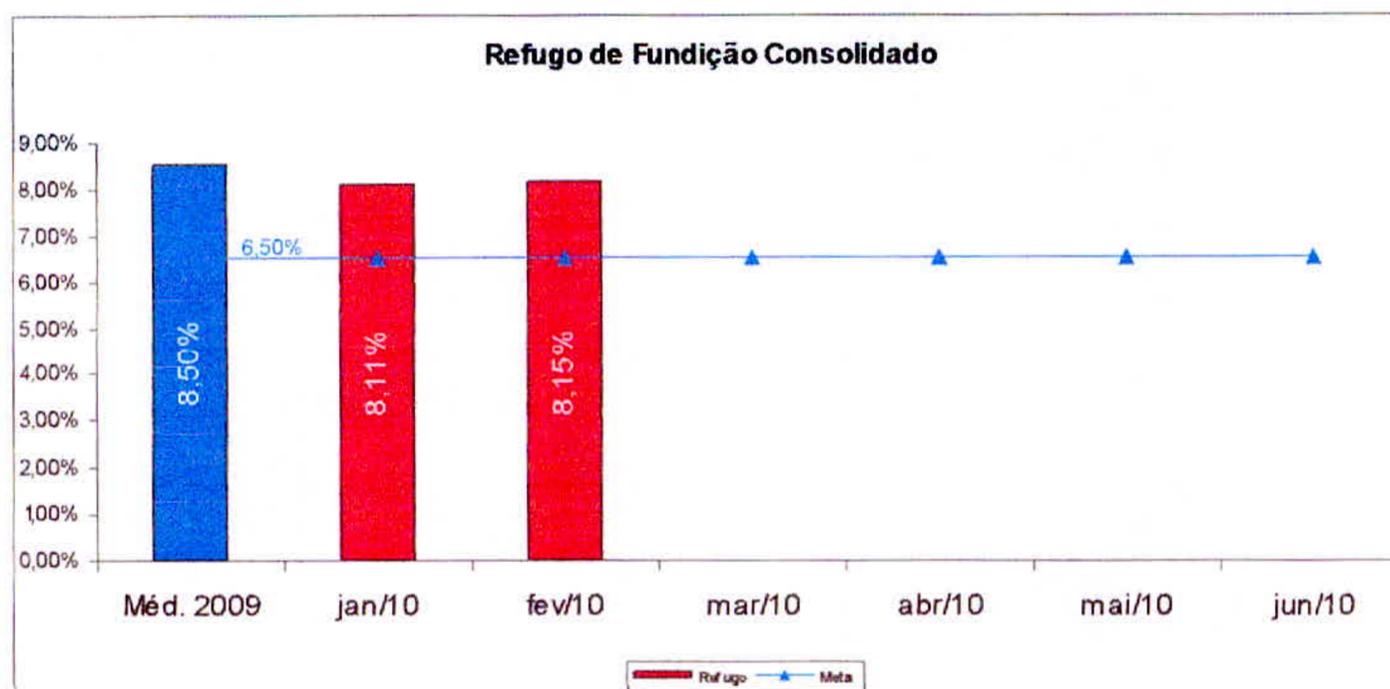


Gráfico 03 – Refugo de Fundição Consolidado

Fonte: Autor, 2010

O refugo de fundição consolidado é a quantidade de rodas refugadas por defeito de fundição em todas as etapas do processo dividido pela quantidade de rodas fundidas.

Analisando os indicadores, percebemos que o indicador de refugo de consolidado estava fora da meta e este seria o alvo do trabalho. Procurando entender o indicador de refugo de fundição consolidado percebemos que este indicador dividia – se em quatro novos indicadores (refugo de fundição no raio-x, refugo de fundição na usinagem, refugo de fundição na estanqueidade e refugo de fundição no acabamento).

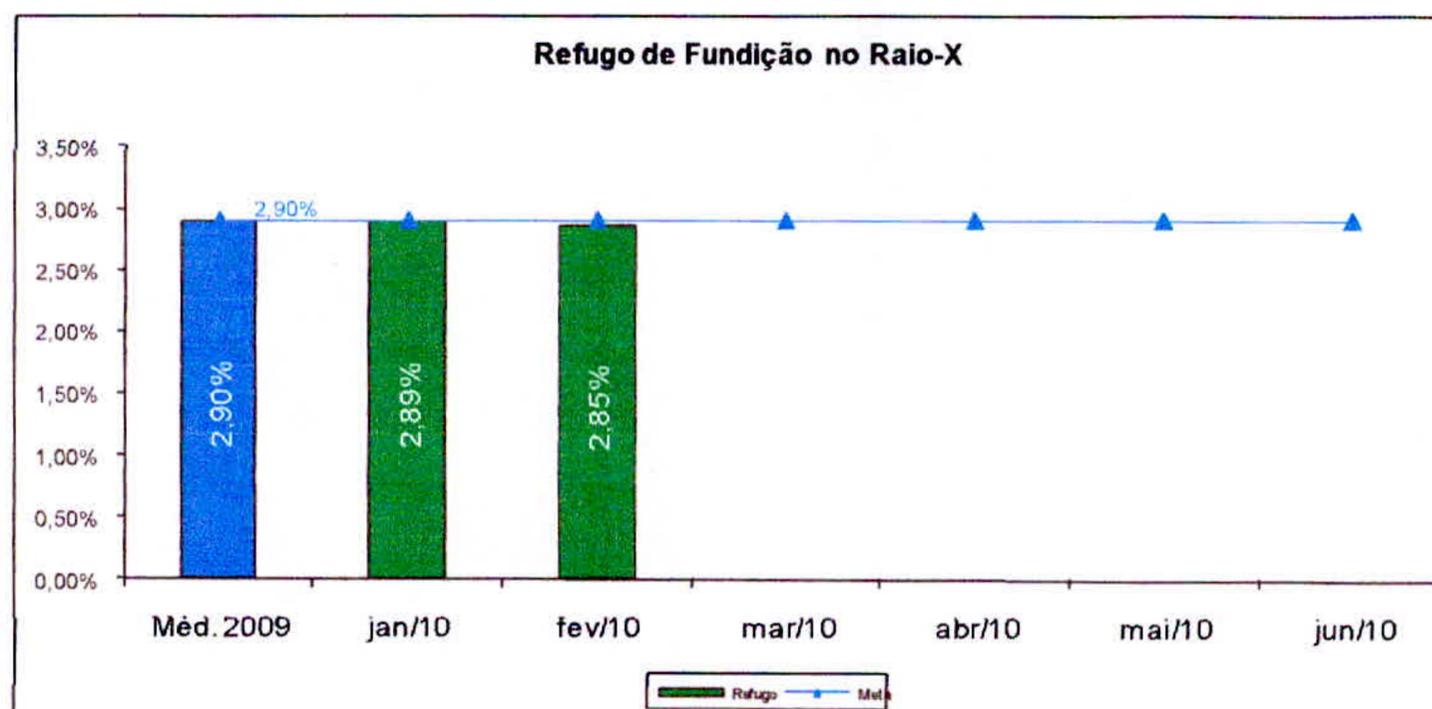


Gráfico 04 – Refugo de Fundição Raio-X

Fonte: Autor, 2010

O refugo de fundição no raio-x é a quantidade de rodas refugadas no raio-x dividido pela quantidade de rodas fundidas.

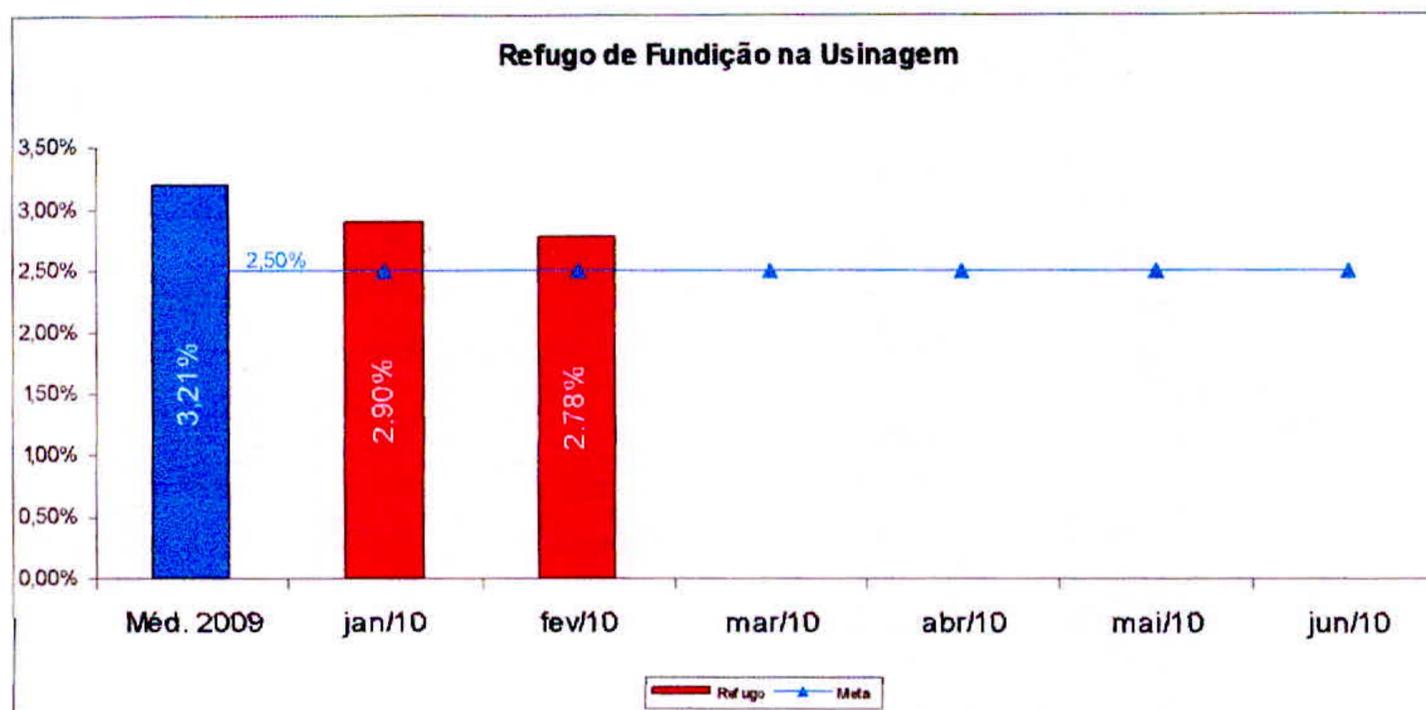


Gráfico 05 – Refugo de Fundição na Usinagem

Fonte: Autor, 2010

O refugo de fundição na usinagem é a quantidade de rodas refugadas com defeitos de fundição na usinagem, o cálculo é: o refugo dividido pela quantidade de rodas usinadas.

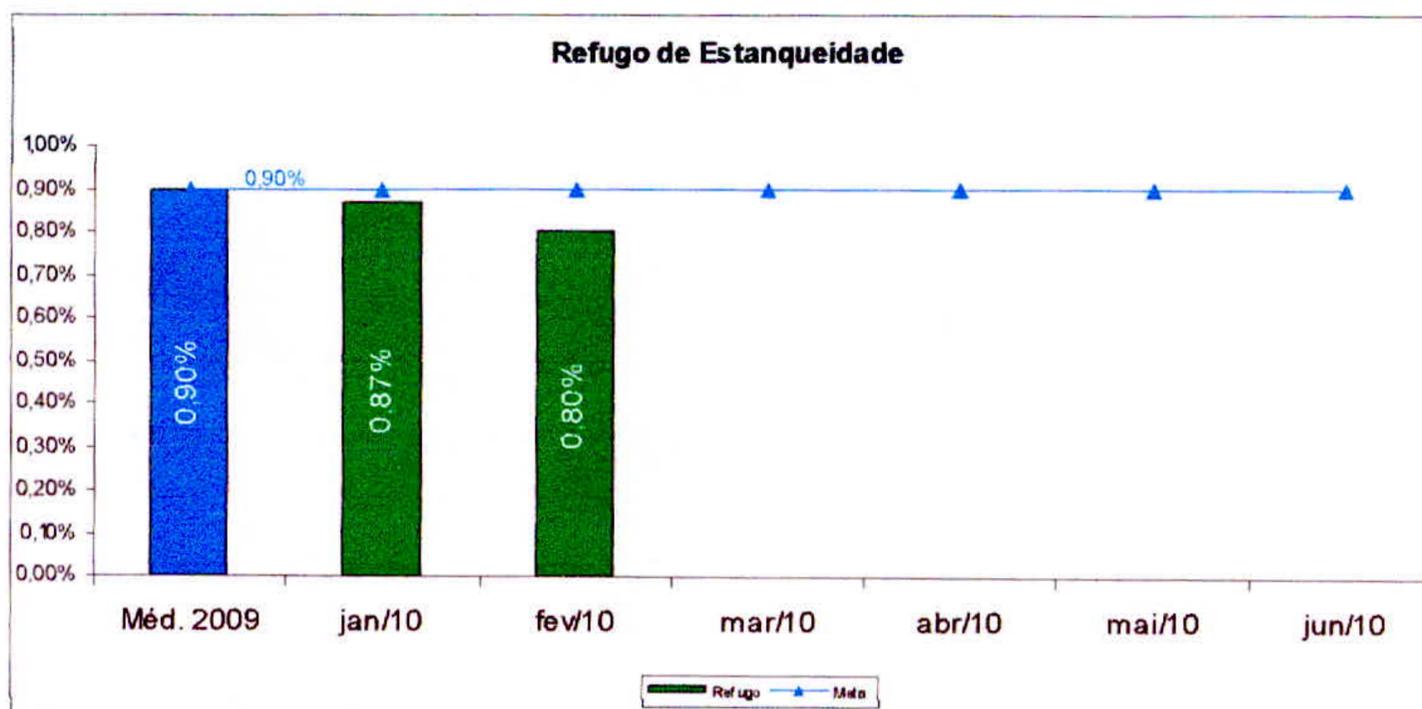


Gráfico 06 – Refugo de Estanqueidade

Fonte: Autor, 2010

O refugo de estanqueidade é a quantidade de rodas refugadas na estanqueidade dividido pela quantidade de rodas usinadas.

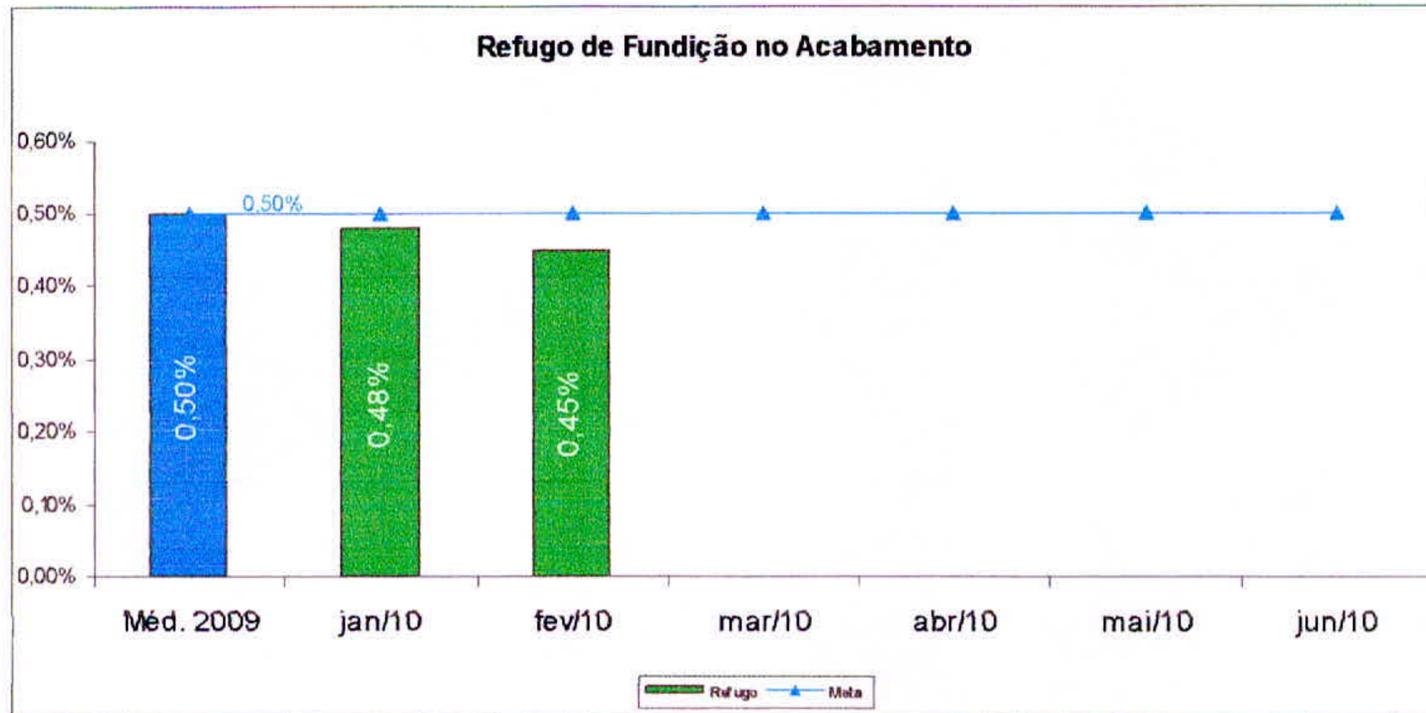


Gráfico 07 – Refugo de Fundição no Acabamento

Fonte: Autor, 2010

O refugo de fundição no acabamento é a quantidade de rodas refugadas com defeitos de fundição no acabamento, o cálculo é: o refugo dividido pela quantidade de rodas pintadas.

Após análise crítica dos indicadores resolvemos atacar o refugo de fundição na usinagem. Através do gráfico de pareto (gráfico 08) observamos que o defeito porosidade/bolha representa 45% dos defeitos de fundição na usinagem. Por este motivo definimos o tema: redução do índice de refugo por porosidade/bolha.

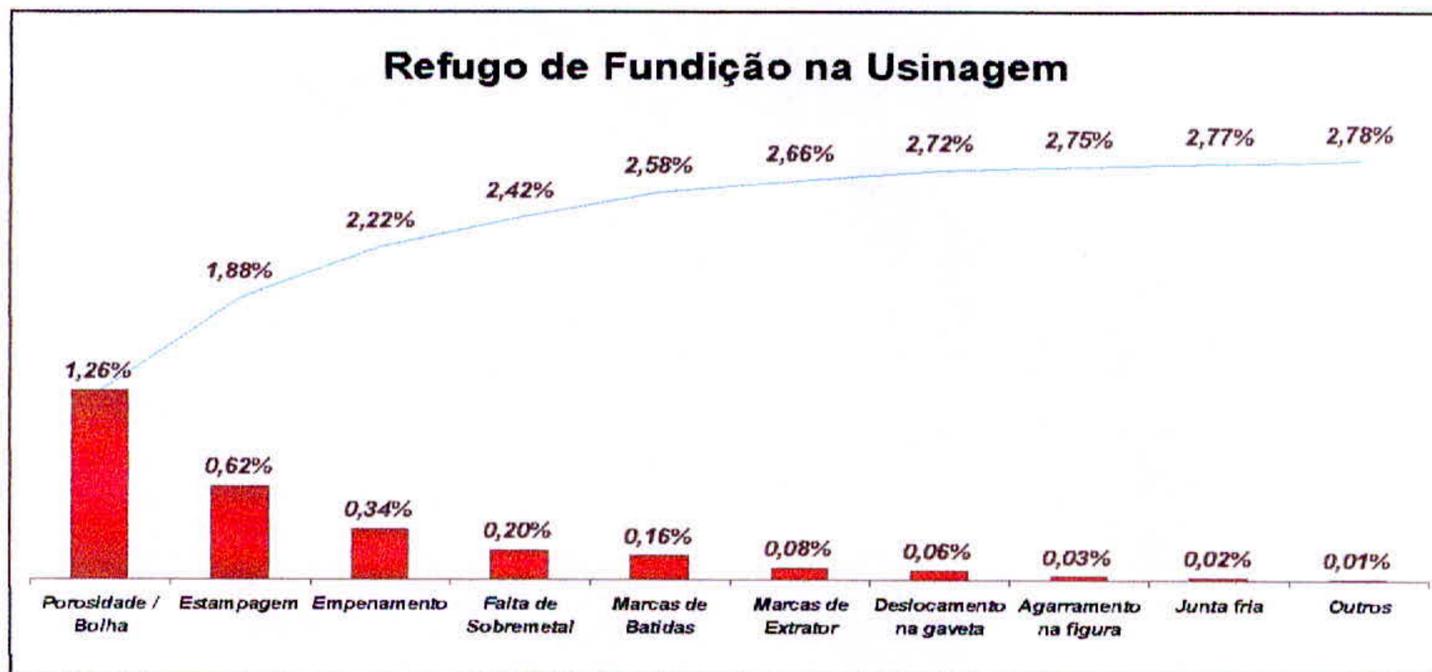


Gráfico 08 – Gráfico de Pareto (Refugo de Fundição na Usinagem)

Fonte: Autor, 2010

4.2.2 – PASSO 02 – ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL

Através desse passo fazemos a descoberta das características do problema ou defeito. Mais afinal o que é porosidade/bolha (figura 05)? São pequenas contrações causadas por uma solidificação não direcional e/ou gases presos dentro do metal durante o processo de solidificação.

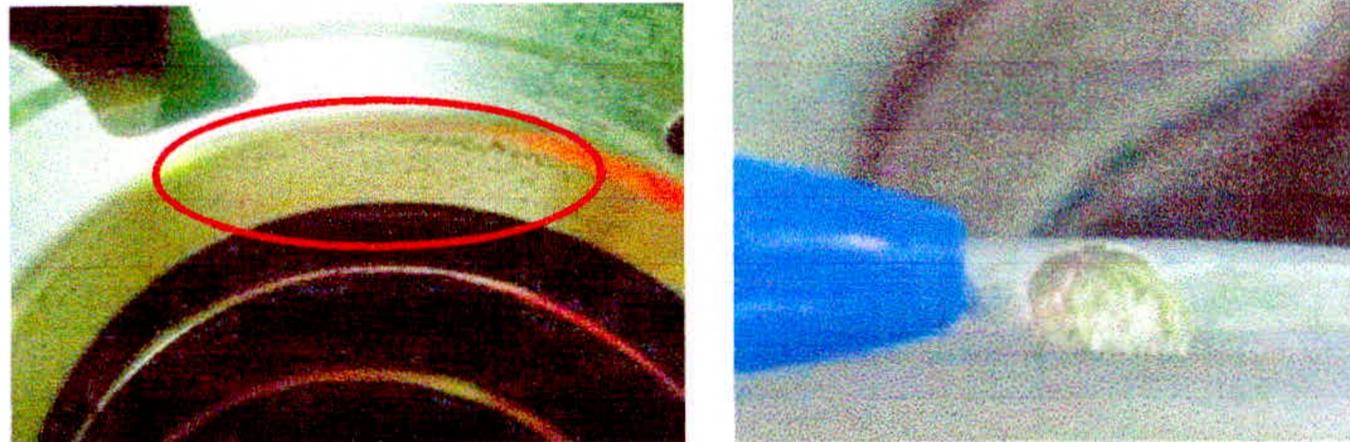


Figura 05 – Porosidade/Bolha

Fonte: Autor, 2010

Para descobrir aonde ocorre o defeito, iremos estudar o fluxo de processo da fabricação (figura 06) de roda de alumínio.

Após analisar o fluxo de fabricação identificamos que o problema ocorria nas injetoras. Mais em qual parte da injeção? Para isso estudamos as atividades do processo de injeção (figura 07).

O defeito porosidade/bolha ocorria durante o fechamento do molde/ início do processo de injeção.

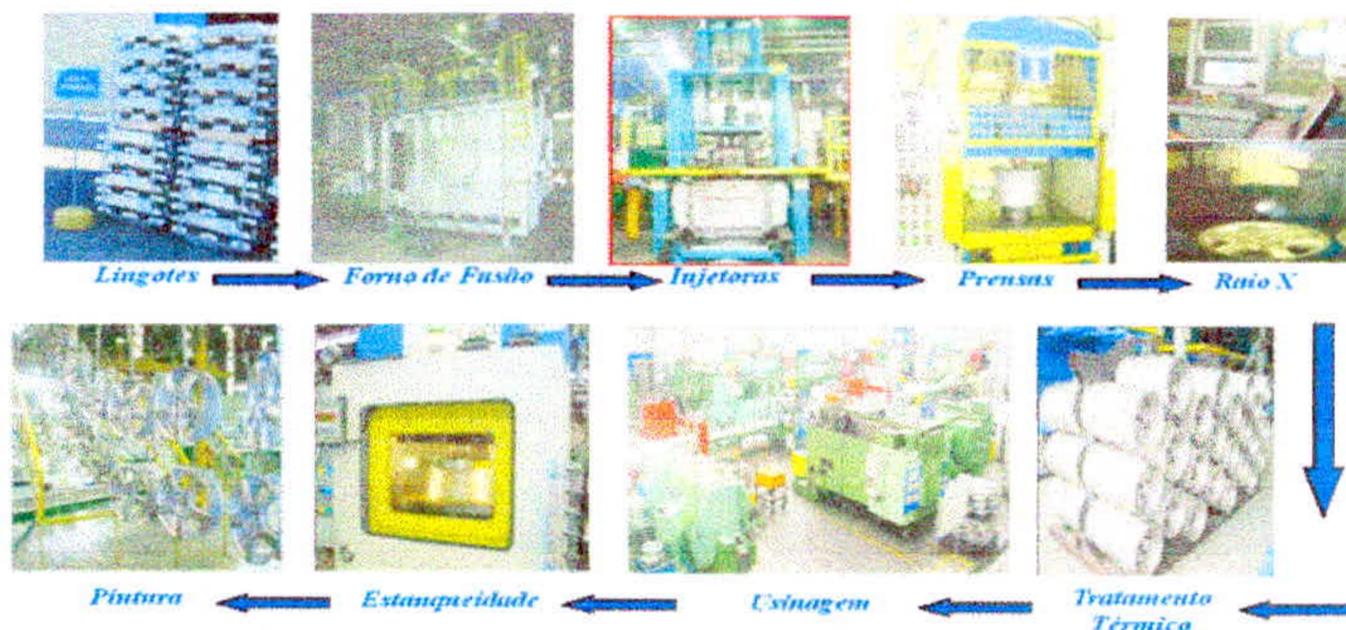


Figura 06 – Fluxo de Processo de Fabricação de Roda de Alumínio

Fonte: Autor, 2010

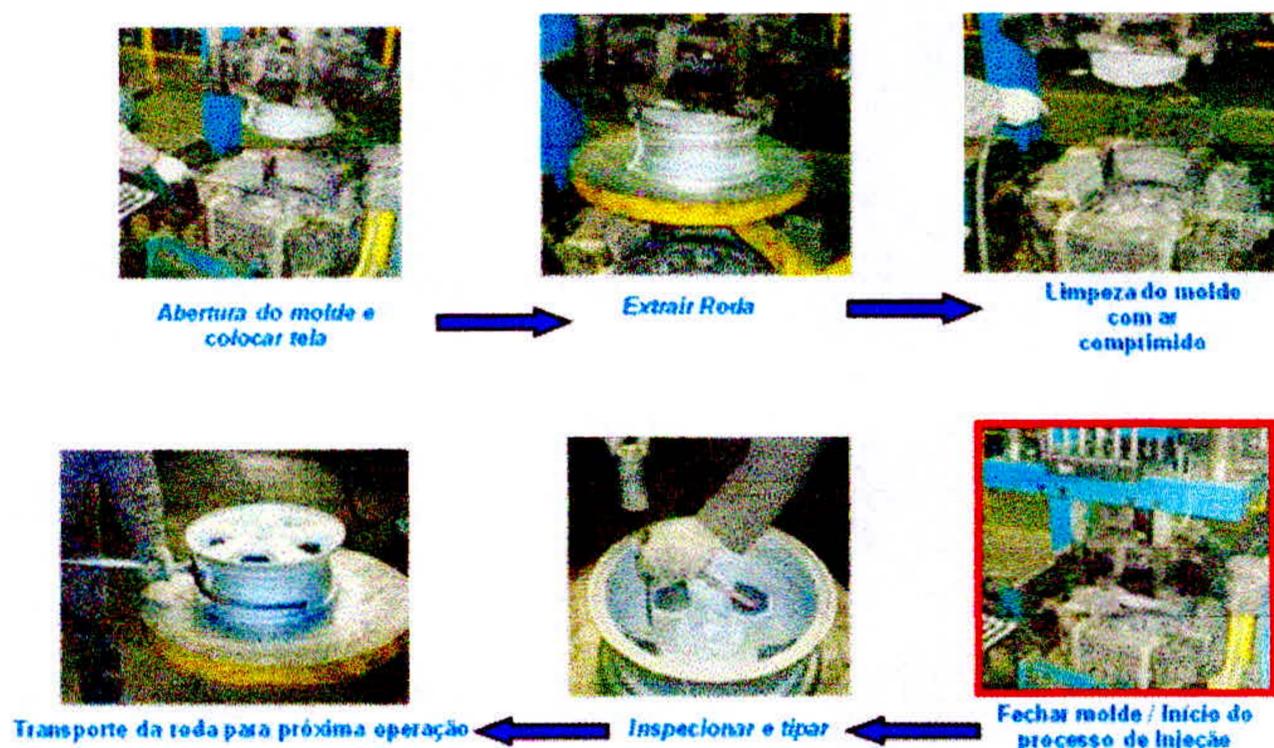


Figura 07 – Atividade do Processo de Injeção

Fonte: Autor, 2010

Após saber o local e a atividade aonde o refugo acontecia, partimos para análise de refugo; para isso dividimos a roda em três partes: cubo, tala e borda (figura 08).

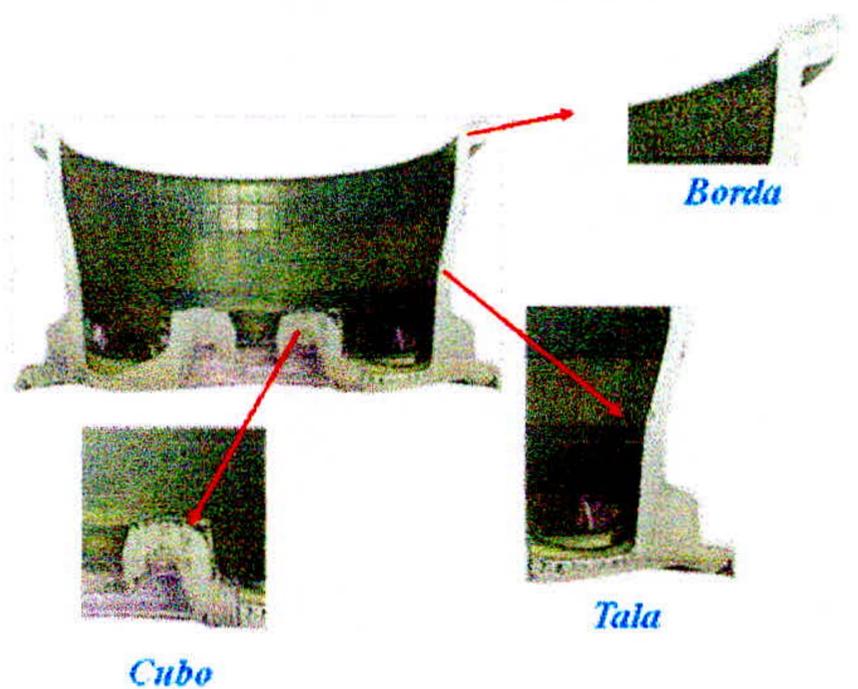


Figura 08 – Roda Dividida em Três Partes

Fonte: Autor, 2010

Foi feito uma ficha de verificação (figura 09) e durante um período de 30 dias, analisamos as três regiões mais afetadas e após a verificação foi constatado que 76% dos defeitos eram provenientes da região da borda.

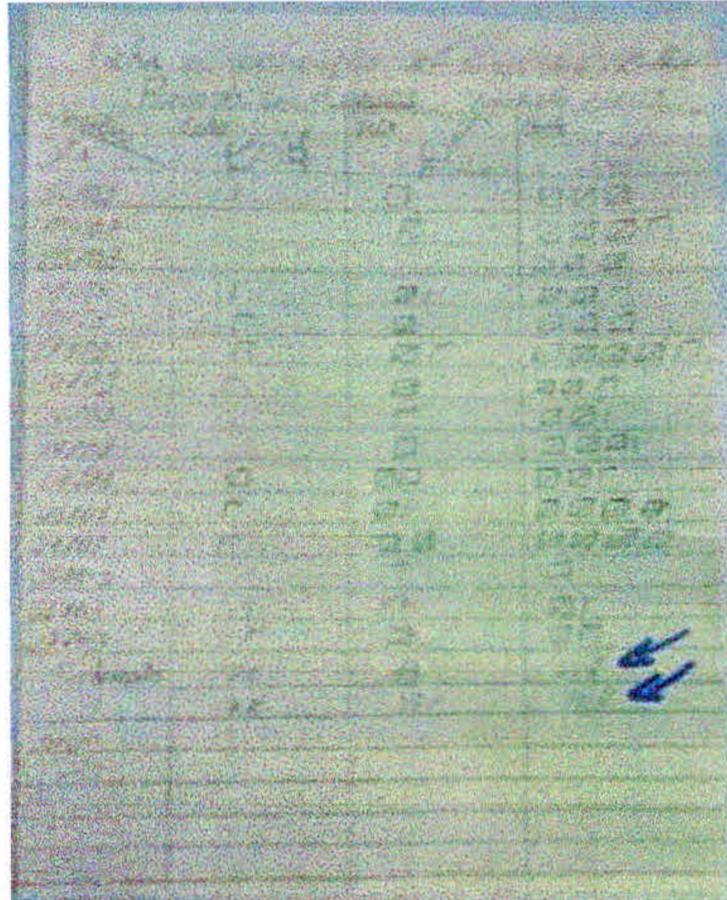


Figura 09 – Ficha de Verificação

Fonte: Autor, 2010

4.2.3 – PASSO 03 – ANÁLISE DAS CAUSAS

Começamos a análise das causas usando a ferramenta Brainstorm para tentarmos achar as possíveis causas, que foram:

- Tela filtro colocado de forma incorreta;
- Falha nos pontos de resfriamento da ferramenta;
- Enchimento do molde com escoamento turbulento;
- Solidificação não ocorre de forma direcionada;
- Escorrimento do Lubrificante do molde na roda;
- Falha no processo de injeção da roda;
- Falha na saída de ar da ferramenta.

Após discussão já descartamos três opções: falha nos pontos de resfriamento da ferramenta, enchimento do molde com escoamento turbulento e falha na saída de ar da ferramenta. Com as possíveis causas encontradas partimos para o diagrama de causa e efeito (figura 10), onde nosso efeito era porosidade na borda externa da roda.

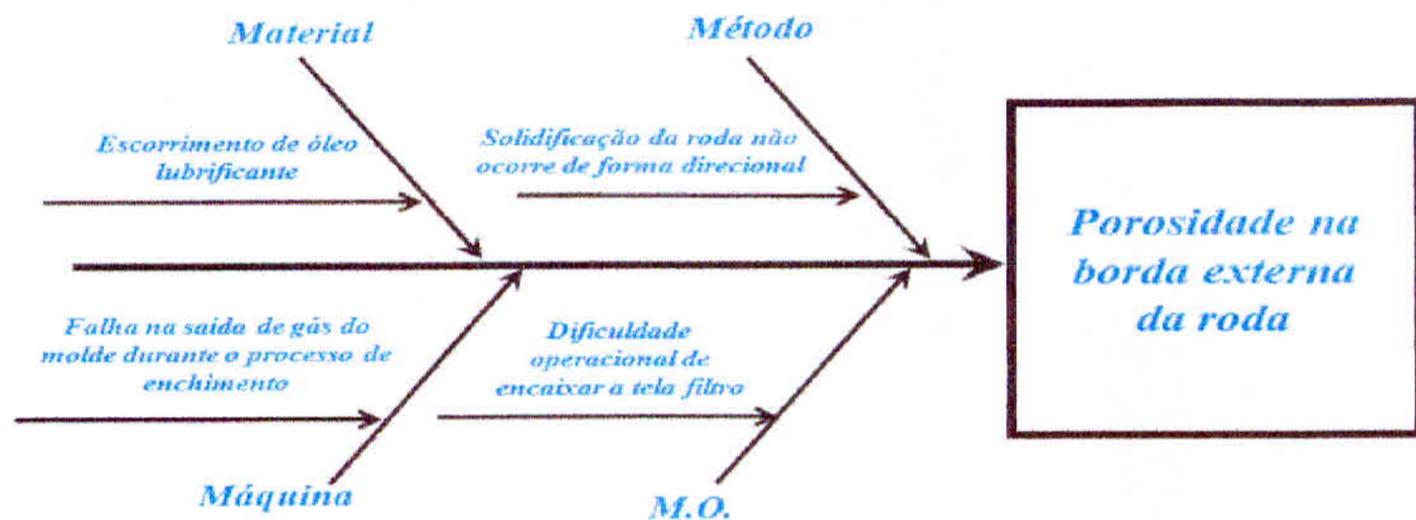


Figura 10 – Diagrama de Causa e Efeito

Fonte: Autor, 2010

Para o escorrimento de óleo lubrificante: vimos que o lubrificante atual tinha o ponto de gota em 110°C, a lubrificação era feita de forma manual e que a temperatura média dos pinos extratores era de 160°C. Após estas observações fizemos o 05 porquês e chegamos à seguinte causa raiz: lubrificante inadequado para a temperatura de trabalho.

Para solidificação da roda não ocorre de forma direcional, fizemos análise e observamos que está idéia não era uma possível causa.

Para falha na saída de gás do molde durante o processo de enchimento, observamos que caso o ar não consiga sair, o alumínio o envolve formando uma bolha. Fizemos o 05 porquês e a causa raiz encontrada foi: baixa vazão de ar e entupimento dos canais de suspiro do molde.

Para dificuldade operacional de encaixar a tela filtro, observamos que a tela era fixada de forma inadequada (quando isso ocorre faz com o enchimento do molde passe de regime laminar para regime turbulento, provocando assim porosidade. Fizemos o 05 porquês e chegamos à seguinte causa raiz: dificuldade operacional de identificar a tela filtro correta.

4.2.4 – PASSO 04 – OBJETIVOS E METAS

Depois de todas as análises definimos nosso objetivo: reduzir o índice de refugo por porosidade/bolha na região da borda. E nossa meta é reduzir em 22% este defeito. Porque 22%? Pois se reduzirmos este percentual conseguiríamos atingir a meta do refugo de fundição na usinagem (gráfico 09).

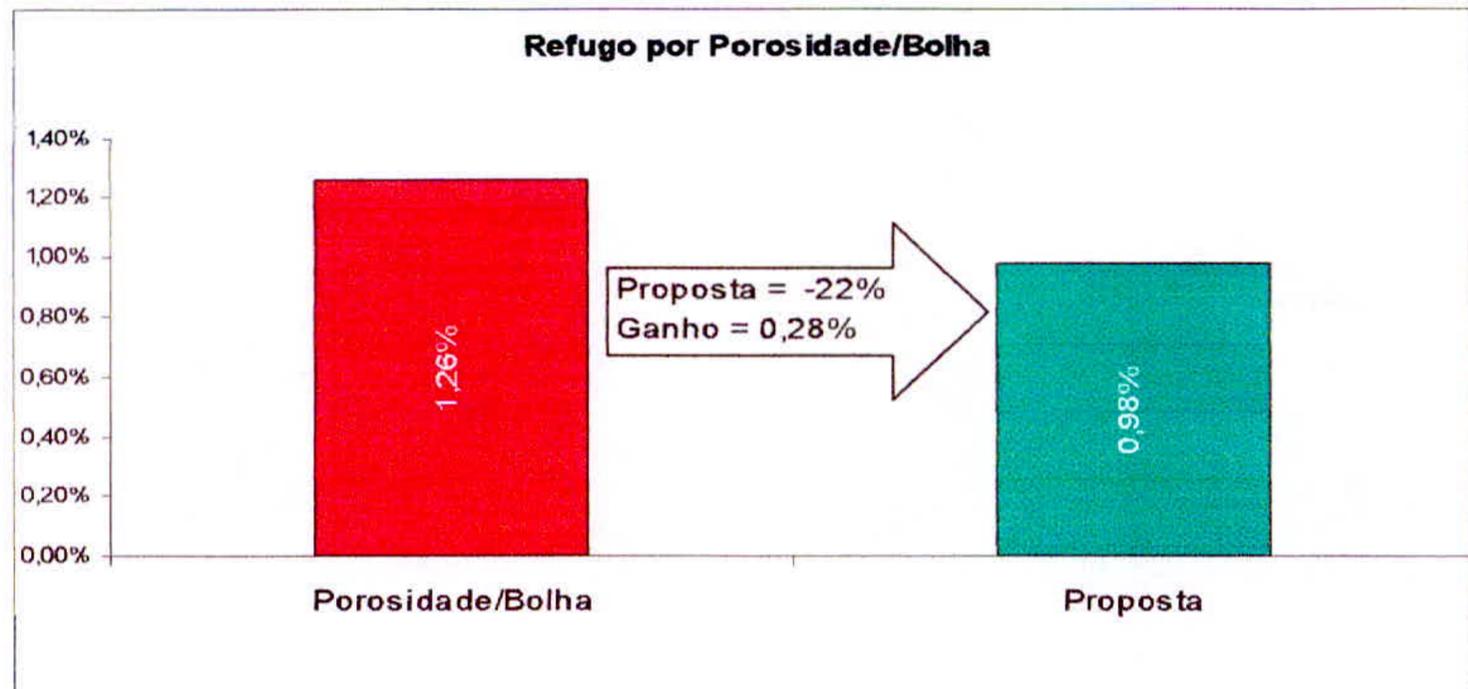


Gráfico 09 – Refugo por Porosidade/Bolha

Fonte: Autor, 2010

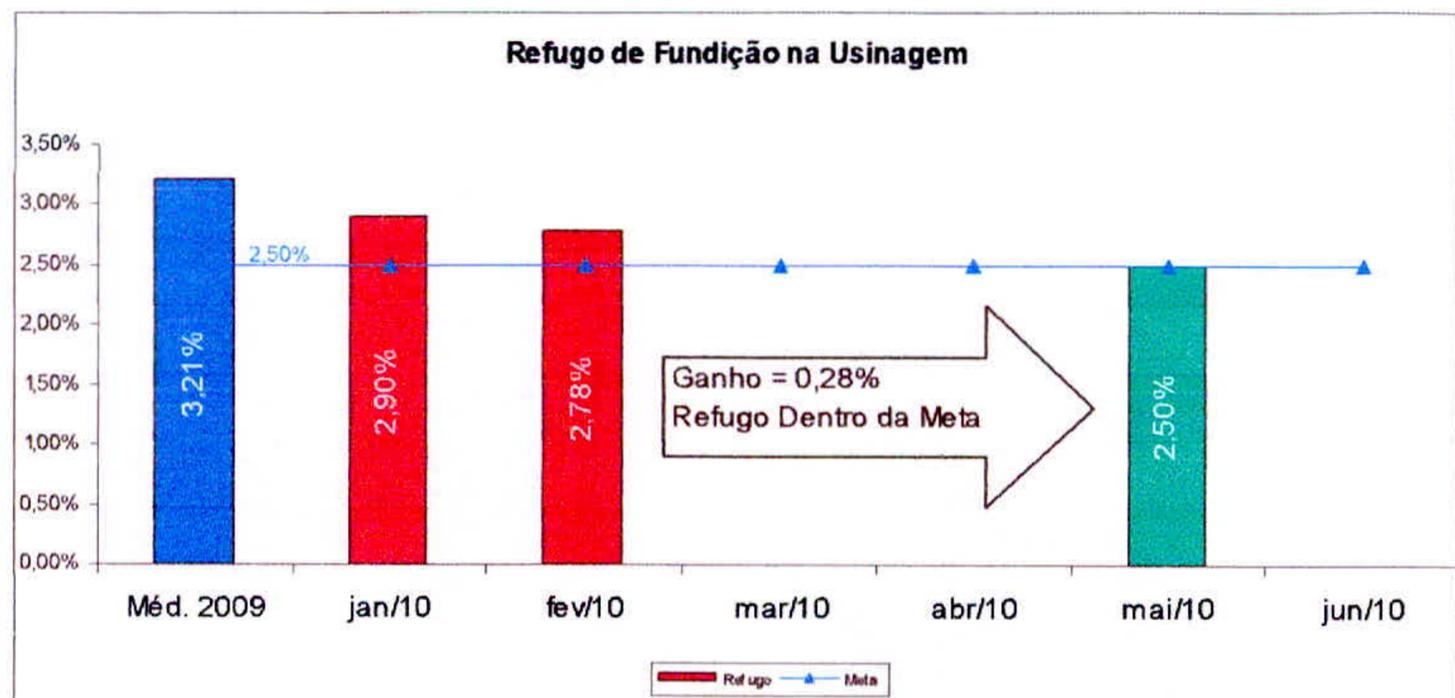


Gráfico 10 – Refugo de Fundição na Usinagem

Fonte: Autor, 2010

Analisando o gráfico de refugo de fundição na usinagem (gráfico 10), podemos observar que com o ganho de 0,28% do refugo por porosidade/bolha a meta seria alcançada.

4.2.5 – PASSO 05 – ESTUDO DAS SOLUÇÕES

Causa raiz 01: lubrificante inadequado para temperatura de trabalho.

Proposta: desenvolver novo óleo lubrificante com ponto de gota adequado.

Como: desenvolver novo produto que atenda nossa necessidade.

Vantagens: não há necessidade de alterar o processo, conhecimento de novos produtos e adequação do produto à necessidade.

Desvantagens: não encontrado.

Testes: foram encontrados 03 produtos no mercado (produto A, B e C). Realizamos os testes de aplicação e ponto de gota, e o resultado foi o seguinte:

Modelos	Produtos			
	Atual	A	B	C
Aplicação no Processo	5	8	10	7
Ponto de Gota	5	10	10	8
Total	10	18	20	15

Critério de pontuação de 0 a 10 (Total quanto maior melhor)

Tabela 04 – Tabela de Produtos

Fonte: Autor, 2010

Após analisarmos o resultado (tabela 04), o produto B foi o que apresentou melhor pontuação, pois isto foi o considerado o lubrificante ideal para uso.

Causa raiz 02: baixa vazão de ar e entupimento dos canais de suspiro do molde.

Proposta: Eliminar o chanfro do pino (agarramento), aumentar a profundidade das ranhuras (maior vazão de ar).

Como: redefinir as dimensões junto à engenharia de processo.

Vantagens: evitar agarramento de alumínio no chanfro, melhorar a vazão de ar no pino de suspiro e estabilizar o processo.

Desvantagens: não encontrado.

Testes: realizado o teste com o novo pino e ainda foi observado agarramento de alumínio nas ranhuras.

Proposta 02: eliminar o chanfro do pino (agarramento), passar de 03 para 05 ranhuras mantendo a profundidade (maior vazão de ar).

Testes: realizado teste com o novo pino e o resultado foi satisfatório, melhorou a vazão de ar e o pino ficou isento de alumínio nas ranhuras.

Causa raiz 03: dificuldade operacional de identificar a tela filtro correta.

Proposta: padronizar tela filtro e bucha com dimensional otimizado.

Como: manter apenas o dimensional que melhor atenda o processo.

Vantagens: padronização do processo, redução de itens de estoque e redução de área para estoque.

Desvantagens: não encontrado.

Testes: foi realizado testes com as telas de 48 mm e 50 mm de diâmetro, sendo observado que a tela de 50 mm deixava marca no furo central da roda. Por este motivo a tela de 48 mm foi escolhida.

Após descobrir as causas, elaborar alternativas e descrever as soluções mais relevantes é momento de implementá-las utilizando o plano de ação (tabela 05).

<i>Atividades</i>	<i>Responsável</i>	<i>Prazo</i>	<i>Status</i>
Desenvolver e aprovar lubrificante ideal para o processo	Leonardo	01-abr-10	100%
Verificar junto ao processo possibilidade de padronizar todas as buchas com a mesma dimensão	Leonardo	01-abr-10	100%
Padronizar junto ao processo todas as buchas e telas com o diâmetro definido	Leonardo	01-mai-10	100%
Padronizar compra de tela filtro de acordo com o diâmetro adotado na bucha	Valter	15-abr-10	100%
Desenvolver pino (suspiro do molde), com rasgos de menor profundidade e mesma vazão	Valter	20-abr-10	100%
Efetuar testes com os novos pinos e adequar as ferramentas	Leonardo	01-mai-10	100%

Tabela 05 – Plano de Ação

Fonte: Autor, 2010

4.2.6 – PASSO 06 – ANÁLISE DOS RESULTADOS

A proposta era reduzir em o 22% o índice de refugo por porosidade/bolha e o resultado obtido em junho/2010 foi 27,78%, com isso as expectativas foram superadas e o indicador de refugo de fundição na usinagem (gráfico 12) ficou dentro do esperado.

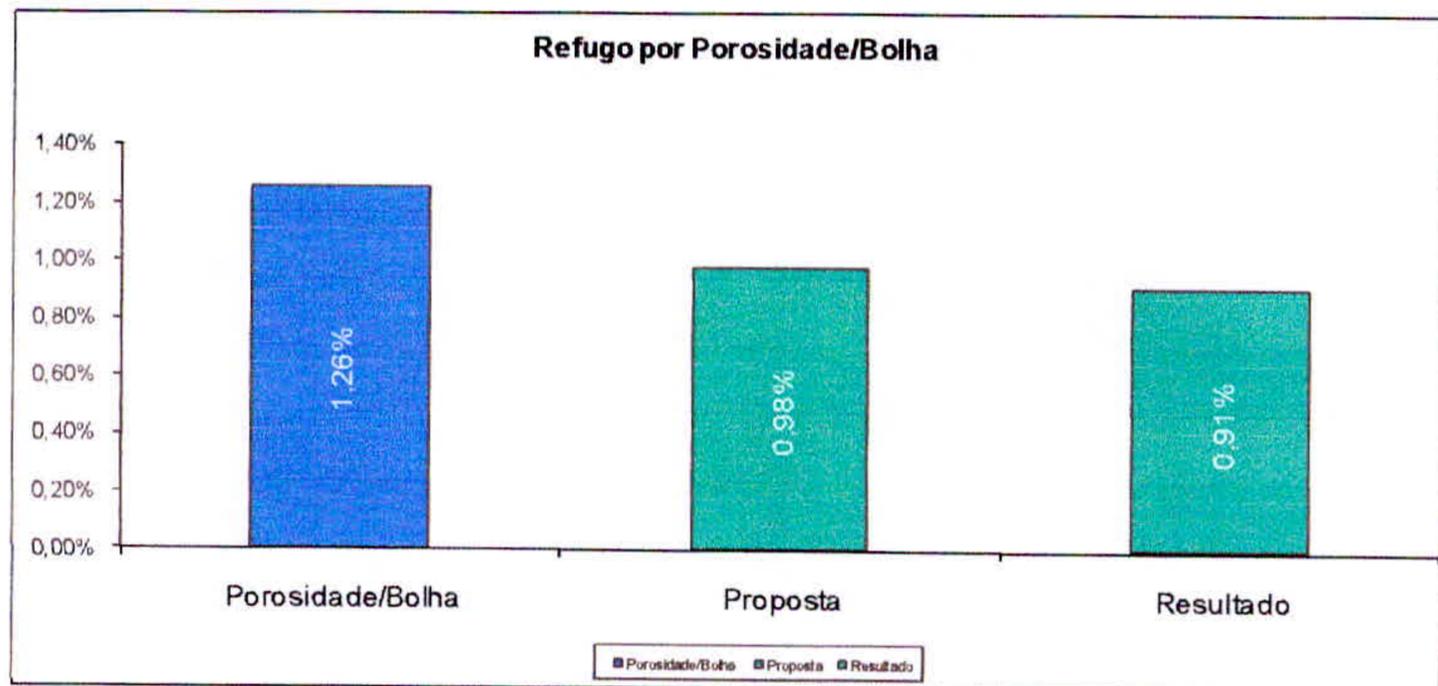


Gráfico 11 – Refugo por Porosidade/Bolha

Fonte: Autor, 2010

Após todas as ações implementadas o refugo por porosidade/bolha ficou abaixo do proposto (gráfico 11), superando as expectativas.

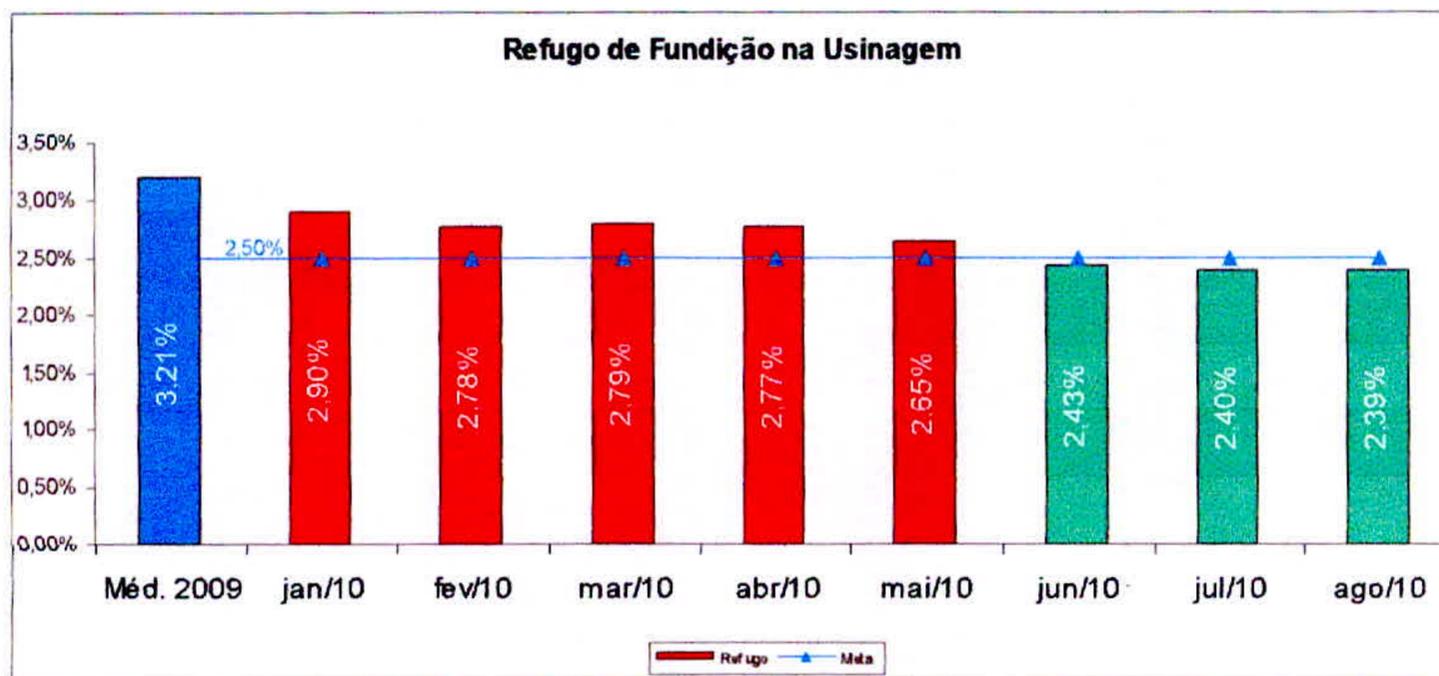


Gráfico 12 – Refugo de Fundição na Usinagem

Fonte: Autor, 2010

4.2.7 – PASSO 07 – PADRONIZAÇÃO

É através da padronização que garantimos que o resultado alcançado se mantém estável.

Para o lubrificante foi alterado o fornecedor e a instrução operacional foi adequada, (figura 11).

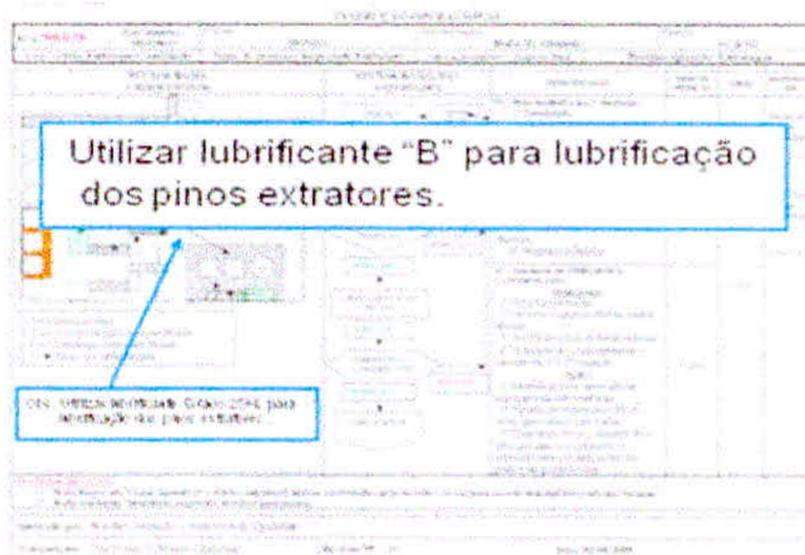


Figura 11 – Instrução Operacional

Fonte: Autor, 2010

Para a tela filtro foi alterado o desenho padronizando a tela de 48 mm, (figura 12).

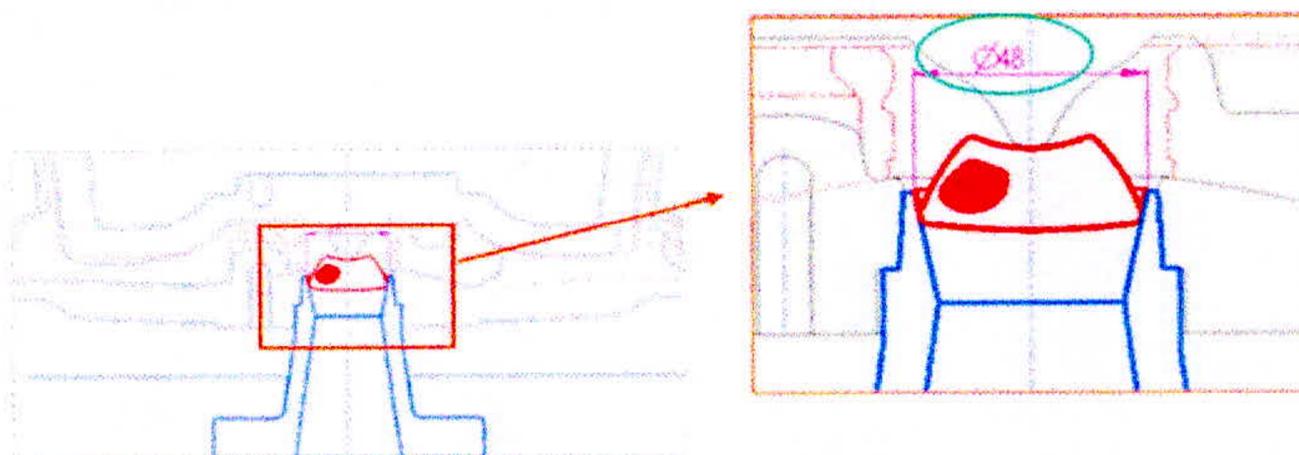


Figura 12 – Desenho da Tela

Fonte: Autor, 2010

Para o pino extrator foi revisado o desenho e padronizado com 05 ranhuras e sem chanfro, (figura 13).

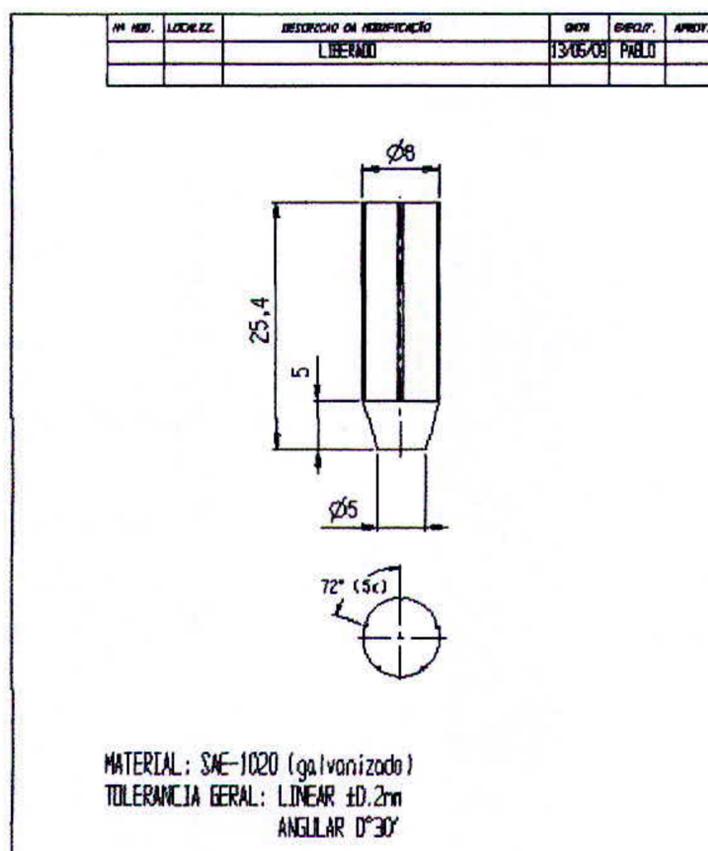


Figura 13 – Desenho Pino Extrator

Fonte: Autor, 2010

4.2.8 – PASSO 08 – PRÓXIMAS AÇÕES

Apesar de o resultado obtido ter sido alcançado, a equipe avaliou novamente o gráfico de Pareto (gráfico 13) e como próximas ações foi evidenciado que o refugo por porosidade/bolha ainda é o mais crítico do Pareto.

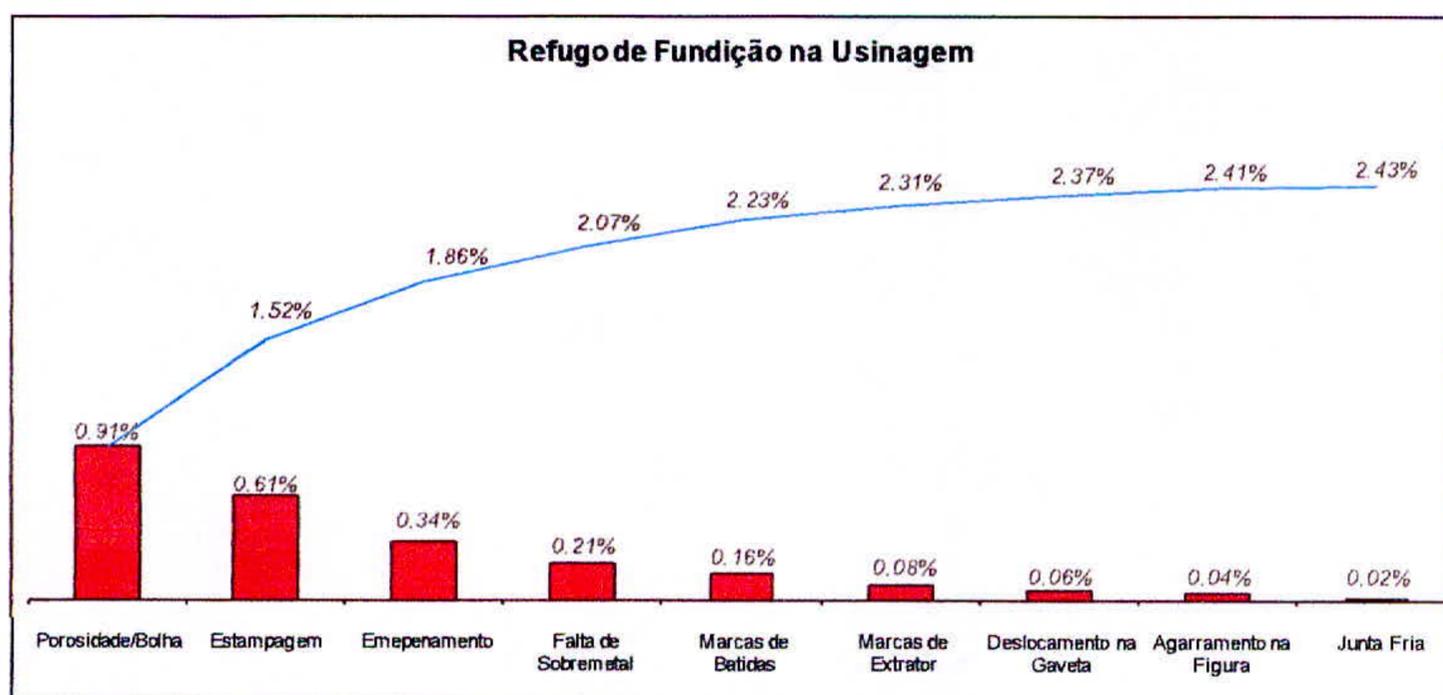


Gráfico 13 – Gráfico de Pareto (Refugo de Fundição na Usinagem)

Fonte: Autor, 2010

Então como próximas ações é fazer um novo estudo sobre o refugo por porosidade/bolha para o mesmo deixar de ser o mais crítico.

CONCLUSÕES

O MASP é uma metodologia simples, porém muito eficaz. E demonstra, claramente, como a qualidade deve ser vista dentro de uma organização. O êxito da aplicação consiste no monitoramento rotineiro dos resultados.

No estudo de caso percebeu – se que a ferramenta MASP aplicada corretamente traz grandes benefícios. Na questão em que foi aplicado o resultado surtiu em pequeno prazo, obtendo retorno imediato.

Pode – se concluir que a ferramenta MASP (método de análise e solução de problemas) pode ser utilizada para solucionar problemas diversos de uma organização nas mais diversas áreas. Sua utilização proporciona as organizações um processo de gestão voltado para ações corretivas e preventivas de forma a detectar os problemas e propor ações com foco na melhoria contínua. O que poderá tornar as empresa mais competitivas.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, Vicente Falconi . TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês). Belo Horizonte – MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1992 (Rio de Janeiro: Bloch Ed.). ISBN 85-85447-03-6

OLIVEIRA, Sidney Teylor de. Ferramentas para o aprimoramento da qualidade. 2ª edição – São Paulo: Pioneira, 1996 – (Biblioteca Pioneira de administração e negócios

SLACK, Nigel; CHAMBERS Stuart; JOHNSTON, Robert – Administração da produção 3ª edição – São Paulo: Atlas, 2009 – Título Original: Operations Management – Tradução: Henrique Luiz Corrêa. ISBN 978-85-224-5353-5

PARIS, W. S., Proposta de uma Metodologia para Identificação de Causa Raiz e Solução de Problemas Complexos em Processos Industriais: Um Estudo de Caso. 2003. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil, 2003.

SOUZA, Gleicione Aparecida Dias Bagne – Manual de normalização: Trabalhos científicos – Varginha – MG , UNIS , 2005

<http://sandrocan.files.wordpress.com/2008/12/matriz-gut.jpg> - Acesso em 14 out. 2010, 22:30:46