

# **REDUZIR ÍNDICE DE PARADAS DE MÁQUINAS POR PROBLEMAS DE MOLDE**

Jairo de Queiroz Reis<sup>1</sup>

Luís Henrique Ferreira Martins<sup>2</sup>

Eng. Leon Denis Rodrigues dos Santos<sup>3</sup>

## **RESUMO**

Este trabalho tem o intuito de apresentar a melhoraria durante o processo de fundição de alumínio, visando que o mesmo tem apresentado vários problemas, ocasionando, assim, paradas contínuas causando, desta forma, a insatisfação do cliente com o atraso na produção. Para uma análise mais aprofundada, afim de encontrar e sanar a causa raiz do problema foi realizado, então, uma contramedida através do uso de ferramentas de diagrama de Pareto e Naze. O estudo foi realizado em uma empresa do Polo Industrial de Manaus e pode-se afirmar que os dados colhidos são de suma importância para que se evite paradas futuras durante o seu funcionamento.

Palavras-chave: Redução de parada. Melhoria. Satisfação

## **ABSTRACT**

This work has the intuit for a better a during the process of fundition of aluminum, having the same the same them problem, or or even, even to the even to the same, with the same time to the same? Para uma análise mais aprofundada, a fim de encontrar e fazer uma raiz raiz do problema foi realizado, então, uma abordagem através do uso de ferramentas de diagrama de Pareto e Naze. O estudo foi realizado em uma empresa do Pólo Industrial de Manaus e pode-se afirmar que os dados colhidos são de suma importância para que as sessões futuras possam durar o seu funcionamento.

Keywords: Reduction of stopping. Improvement. Satisfactio

---

<sup>1</sup> Graduando do curso de Engenharia Mecânica – Jairo de Queiroz Reis - UNINORTE-Laureate Internacional Universities de Manaus/Am. E-mail: [jairo-reis@hotmail.com](mailto:jairo-reis@hotmail.com)

<sup>2</sup> Graduando do curso de Engenharia Mecânica – Luís Henrique Ferreira Martins - UNINORTE-Laureate Internacional Universities de Manaus/Am. E-mail: [luis.henrique2222@gmail.com](mailto:luis.henrique2222@gmail.com)

<sup>3</sup> Docente do curso de Engenharia Mecânica – Eng. Leon Denis Rodrigues dos Santos - UNINORTE-Laureate Internacional Universities de Manaus/Am. E-mail: [leonsantos@bol.com.br](mailto:leonsantos@bol.com.br)

## INTRODUÇÃO

Atualmente, as indústrias têm trabalhado para que o setor de fundição funcione o mais perfeito possível. Sua estrutura deve ter como foco principal a redução de paradas, ou seja, estudar e eliminar possíveis problemas causadas em máquinas na fundição de alumínio.

O molde fundido possui uma alta produtividade, além de possuir excelente propriedade de precisão dimensional, parede fina e peso leve, superfície de fundição, etc. Portanto, peças fundidas têm um papel importante no fornecimento de materiais metálicos leves principalmente nas indústrias automobilísticas. Para produzir produtos fundidos sob pressão, é necessária a tecnologia de fundição sob pressão: molde, fundição, materiais e fusão etc.

Especialmente, as questões de solidificação / resfriamento da liga que são aplicadas ao princípio geral e físico da transferência de calor para moldar deve ser basicamente em tecnologia de fundição. Como método de fundição, o metal fundido é preenchido na cavidade do molde com alta velocidade e alta pressão pelo êmbolo que se move pelo cilindro de pressão de líquido. Esta é uma grande diferença com outro método de fundição mecanicamente. Diante dessas relações mecânicas, como a teoria da fundição, ela é capaz de explicar hidraulicamente. Seleção de exigência mecânica (requisito de enchimento) para preencher o metal fundido injetado para moldar a cavidade em cada canto e a seção transversal de sprue (passagem através do qual o material líquido é introduzido em um molde) que é decidido pela exigência mecânica, etc, são a ideia teórica de fundição. Produtos fundidos tem várias vantagens econômicas, e ao mesmo tempo, há muitos problemas como material com buraco de gás, porosidade do encolhimento, falta da força real pela película do óxido ou pela parte solidificada quebrada, além de suprimentos que são fabricados nacionalmente, deixando a desejar na fabricação padrão, ocasionando paradas de máquina de fundição.

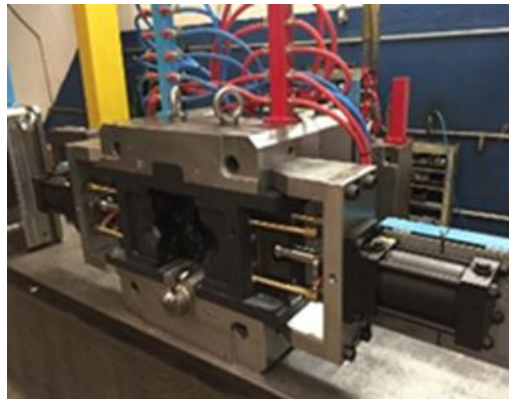
Este artigo é projetado para alcançar alta qualidade e baixo custo com a propriedade de máquina, com de objetivo de aumentar a eficiência da fundição; aumento da disponibilidade das máquinas; melhorar índice de satisfação do cliente e fortalecimento da marca que tem causado o problema.

## CONCEITOS, PROCESSOS E MATERIAIS

### FUNDIÇÃO

A transformação dos metais e ligas metálicas em peças de uso industrial pode ser realizada por intermédio de inúmeros processos, a maioria dos quais tendo como ponto de partida o metal líquido ou fundido, que é derramado no interior de uma forma, cuja cavidade é confirmada de acordo com a peça que se deseja produzir. Essa forma é chamada de “molde”, como mostra a figura abaixo.

Figura 1- Molde de fundição



Fonte: Autores (2018)

Vicente Chiaverini (1986) afirma que a forma da cavidade do molde pode ser tal que corresponda praticamente à forma definitiva, ou quase definitiva, da peça projetada ou pode apresentar-se com contornos regulares - cilíndrico ou prismático - de modo que a peça resultante possa ser posteriormente submetida a um trabalho de conformação mecânica no estado sólido, com o que são obtidas novas formas das peças.

### MOLDAGEM EM MOLDE METÁLICO

Os processos que envolvem moldes metálicos são: fundição em molde permanente e fundição sob pressão.

#### Moldes permanentes

A aplicação mais conhecida é a de aplicação de “lingotes”, ou seja, peças de forma regular, cilíndrica ou prismática, que irão sofrer posterior processamento mecânico. Os moldes permanentes são geralmente feitos de aço ou ferro fundido.

Pelo processo desses moldes, utilizando a ação da gravidade, muitos outros tipos de peças são produzidos.

Segundo Chiaverini (1986) esse processo tem maior uniformidade, melhor acabamento superficial, entretanto, o processo é geralmente limitado a peças de dimensões relativamente pequenas, devido ao alto custo de molde; por essa mesma razão, o processo não se recomenda para pequenas séries; por outro lado, nem todas as ligas metálicas podem ser fundidas em moldes permanentes e, finalmente, formas muito complicadas dificultam o projeto do molde e tornam difícil a extração da peça do seu interior.

O molde consiste em duas ou mais partes que são convenientemente alinhadas e fechadas, de modo a formar a cavidade correspondente à forma desejada da peça.

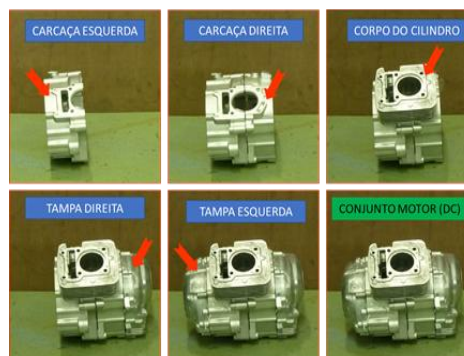
### Fundição sob pressão

Consiste em forçar o metal líquido, sob pressão, a penetrar na cavidade do molde, chamado matriz. Esta é metálica, portanto, de natureza permanente e, assim, pode ser usada inúmeras vezes.

Na maioria das situações práticas de solidificação, para que o líquido possa tomar completamente a forma geométrica que se pretende dar ao sólido, é necessário que o vazamento desse líquido ocorra a uma temperatura superior àquela que dá início à transformação líquido sólido, para que o líquido possa escoar e preencher completamente os contornos geométricos da peça. Uma vez iniciada a transformação em sólido, a temperatura do líquido remanescente atinge rapidamente a temperatura de fusão em função do calor latente que é liberado (GARCIA-2003; p. 33).

Devido à pressão e à conseqüente alta velocidade de enchimento da cavidade do molde, o processo possibilita a fabricação de peças de formas bastante complexas e de paredes mais finas que os processos por gravidade permitem.

Figura 2 - Produtos – fundição DC



Fonte: Próprio autores (2018)

A matriz é geralmente construída em duas partes, que são hermeticamente fechadas no momento do vazamento do metal líquido. Ela pode ser utilizada fria ou aquecida à temperatura do metal líquido, o que exige materiais que suportem essas temperaturas.

O metal é bombeado na cavidade da matriz e a sua quantidade deve ser tal que não só preencha inteiramente essa cavidade, como também os canais localizados em determinados pontos para evasão do ar. Esses canais servem igualmente para garantir o preenchimento completo das cavidades da matriz. Enquanto o metal solidifica, mantém-se a pressão durante um certo tempo, até que a solidificação se complete.

A seguir, a matriz é aberta e a peça é expelida. Procede-se, então, à limpeza da matriz e à sua lubrificação. Fecha-se novamente e o ciclo é repetido

### **As vantagens do processo**

- Produção de peças de paredes mais finas e tolerâncias dimensionais mais estreitas;
- Alta capacidade de produção;
- Produção de peças praticamente acabadas;
- Utilização da mesma matriz para milhares de peças, sem variações significativas nas dimensões das peças produzidas;

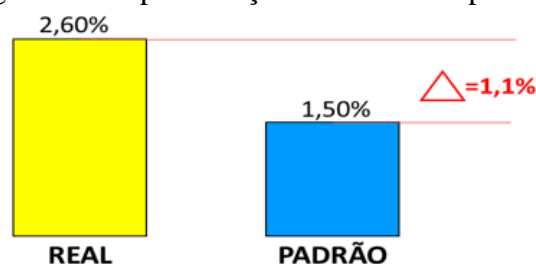
### **As principais desvantagens**

- As dimensões das peças são limitadas: normalmente o seu peso é inferior a 5kg; raramente ultrapassa 25kg;
- Pode haver dificuldades de evasão do ar retido no interior da matriz, dependendo dos contornos das cavidades e dos canais; o ar retido é a principal causa de porosidade nas peças fundidas.
- O equipamento e acessórios são relativamente de alto custo, de modo que o processo somente se torna econômico para grandes volumes de produção.

## **PARADAS CONTINUAS NA MÁQUINA DE MOLDES**

O índice de paradas de máquinas na fundição de alumínio apresentou, em um ano, resultado de 2,6%, representando um desvio de 1,1% em relação ao padrão de 1,5%.

Figura 3 – Representação do desvio de paradas



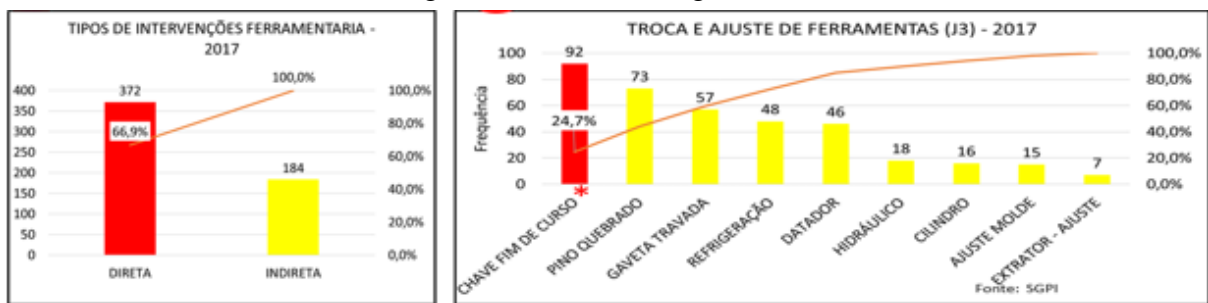
Fonte: Autores (2018)

Para que se tivesse uma visão melhor, foi elaborado um mapa de estudo afim de observar de uma maneira mais aprofundada, tornando-se mais clara, todos os pontos críticos. Os operadores acompanham esse processo diariamente e, por isso, são fundamentais, analisar as não conformidades, abrangendo todos os detalhes possíveis para que as ideias possam ser organizadas.

Para averiguar quais foram as causas de paradas mais consequentes neste período, foi construído um Diagrama de Pareto.

De acordo com o Portal **Action**, Diagrama de Pareto é um gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências, da maior para a menor, permitindo a priorização dos problemas. Mostra ainda a curva de porcentagens acumuladas. Sua maior utilidade é a de permitir uma fácil visualização e identificação das causas ou problemas mais importantes, possibilitando a concentração de esforços sobre os mesmos. É utilizado para dados qualitativos como mostra a figura.

Figura 4 – Gráfico-Diagrama de Pareto



Fonte: Autores-2018)

## Entendendo o Problema - Definindo Prioridades

Durante a manutenção da máquina é feita a troca e ajuste de ferramentas quando necessárias. Contudo, observou-se que durante o procedimento o cabo da “chave de fim de curso” estava quebrando com frequência. Ao avaliar verificou-se que estava entrando água na caixa, fazendo com que o cabo ficasse molhado e junto com a alta temperatura ficando enrijecido, causando, assim, a quebra. Veja imagem abaixo.

Figura 5 – Gráfico Diagrama de Pareto



Fonte: Próprio autores-2018

Com o objetivo de reduzir o índice de paradas de máquinas da fundição de alumínio de 2,60% para 2,35% até 20/12/2018, foi feita uma análise de causa usando as ferramentas da qualidade tais como: “Naze” para encontrar a raiz do problema, cujo tempo de realização ocorre em seis meses.

“Nazê, é uma das ferramentas dos 5 Porquês. Um Sistema de Produção criada pela Toyota, no Japão da década de 70, a fim de melhorar a eficiência e a qualidade de seus produtos. É uma técnica de análise que após perguntar por 5 vezes o porquê (ou até quantos por quês foram necessários) até que a verdadeira causa seja encontrada. Depois de identificada, desenvolve-se um plano de ação de cada causa, evitando a geração de reincidências e criando ferramentas de bloqueio procedimentos, instruções de trabalhos, etc.(ARI ARAÚJO-2018)

As primeiras ações foram a definição e convocação dos profissionais fundamentais para formar uma equipe pluridisciplinar, com habilidades suficientes para buscar o sucesso no projeto. Os componentes são:

- 2 Ferramenteiros
- 1 Engenheiro de Produto
- 1 Operador de produção

CAUSA	CONTRAMEDIDA	QUEM	QUANDO PLANEJADO	IMPLANTADO	QUANDO REALIZADO
<b>1. Não há processo de importação quando o molde é fabricado por fornecedor nacional.</b>	Padronizar <b>molde em produção</b> com conjunto das placas de micro no padrão japonês.	Ferramenteiro	28/09/18	SIM	28/09/18
	Realizar processo de importação para <b>novos moldes</b> a serem fabricados nacionalmente.	Ferramenteiro	27/04/18	SIM	02/05/18
<b>2. Atividades de ferramentaria não contempla esta atribuição (reparos elétricos).</b>	Acordar com os departamentos envolvidos referente à responsabilidade da execução desta atividade (Manutenção Elétrica).	Operador de produção	20/04/18	SIM	25/04/18
<b>3. Falta padronização nos projetos.</b>	Padronizar posicionamento.	Engenheiro	28/09/18	SIM	21/09/18
	Atualizar projetos.	Engenheiro	28/09/18	SIM	30/10/18
	Corrigir moldes em produção conforme atualização dos projetos	Ferramenteiro	30/10/18	NÃO	Em Andamento
	Desenvolver outras alternativas de proteção.	Ferramenteiro	30/10/18	NÃO	Em Andamento

Tabela 1 - Análise de causa através da ferramentas de qualidade: Nazê  
Fonte: Autores (2018)

Após averiguar e chegar à conclusão de que se descobriu as origens, ou seja, as raízes dos problemas, são determinadas ações que visam a eliminação definitiva. Estas ações são controladas pela equipe, proveniente da execução e acompanhamento.

Segundo Rooney e Heuvel (2004), ações corretivas devem ser direcionadas diretamente para as causas raízes identificadas. Se recomendações vagas forem definidas, como, por exemplo, “melhorar aderência aos procedimentos”, provavelmente a causa raiz encontrada não foi básica e específica o suficiente ou houve uma má definição da ação corretiva.

PONTOS DE CAUSA	POR QUÊ?	POR QUÊ?	POR QUÊ?	POR QUÊ?	POR QUÊ?
<b>Cabo quebrado e com entrada de água.</b>	Prensa cabo é comprado com especificações variadas.	Há diferença de especificação entre projetos japonês e nacional.	Falta padronização nos projetos.	Dificuldade de encontrar modelo japonês no mercado nacional	Não há processo de importação quando o molde é fabricado por fornecedor nacional.
<b>Cabo e caixa com água.</b>	Falha na manutenção	Falta habilidade na montagem e desmontagem do conjunto do micro.	Atividades de ferramentaria não contempla esta atribuição (reparos elétricos).		
<b>Cabo e caixa com água.</b>	Posicionamento das caixas dos micros permite a entrada de água(desmoldante) após condensação.	Não há definição de posicionamento.	Há divergências de projetos entre os modelos.	Falta padronização nos projetos.	

Tabela 2 - Contramedida  
Fonte: Autores (2018)

É muito importante, depois de uma análise assertiva, escolher um responsável para sua realização e data de conclusão, para que se possa garantir o gerenciamento e o controle. Como mostra o quadro acima.

### **Análise de resultados**

A seguir serão apresentadas as etapas do projeto realizado com foco na redução de paradas na máquina de fundição de alumínio.



### Oportunidade de melhoria

Através da coleta de dados com embasamento no histórico do equipamento, foi evidenciado que havia uma real necessidade de melhorias com enorme potencial de fabricação no molde padrão japonês.

Tabela 3 - Ações para sanar causa raiz do problema

ATIVIDADES	QUEM	QUANDO PLANEJADO	IMPLANTADO	QUANDO REALIZADO
Padronizar <b><u>moldes em produção</u></b> com conjunto das placas de micro no padrão japonês.	Ferramenteiro	28/09/18	SIM	28/09/18
Realizar processo de importação para <b><u>novos moldes</u></b> a serem fabricados nacionalmente.	Ferramenteiro	27/04/18	SIM	02/05/18
Padronizar posicionamento.	Engenheiro	28/09/18	SIM	21/09/18
Atualizar projetos.	Engenheiro	28/09/18	SIM	Em Andamento
Corrigir moldes em produção conforme atualização dos projetos	Ferramenteiro	30/10/18	SIM	Em Andamento

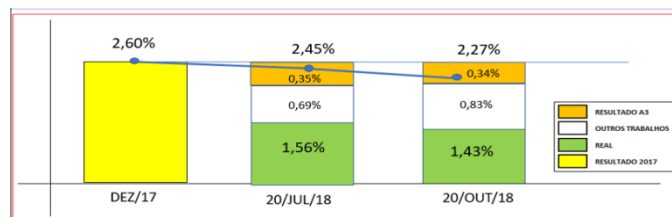
Fonte: Autores (2018)

Após as investigações notou-se que a prensa cabo elétrico é inadequado. Por ser um material importado, porém, de fabricação nacional, falta padronização no processo de montagem e desmontagem, pois, não há especificação no projeto.

A ideia é que possa que possa ser desenvolvido um material que seja padrão ao modelo original – japonês.

### Resultado de Medidas

Figura 6: Diagrama de pareto



Fonte: Próprio autor

Para sanar e prevenir as principais paradas dessa linha de produção, foram sugeridas ações e publicadas através das ferramentas: diagrama de Pareto e Naze. Essas ações incluíram desde mudanças na forma de realizações das atividades e tarefas, até a capacitação dos colaboradores dessa linha produtiva. O alcance das ações foi determinado após um conhecimento preciso do problema da linha de produção abordada neste estudo.

Comparando o resultado das figuras 3 e 6 é notório que o índice de parada de máquinas na fundição apresentou, em seis meses, um resultado bem acima do planejado. Isso se deve às ações de outros trabalhos que teve como objetivo reduzir o índice.

A interação entre os membros da equipe no desenvolvimento das atividades ajudou bastante na resolução do problema de forma interdepartamental e contribui para uma análise de causa mais estruturada e assertiva, além de estimular o pensamento crítico devido a troca de conhecimentos e experiências.

Esse estudo de caso demonstra que ações por parte de colaboradores tem um grande potencial de melhoria, neste caso podendo impactar em um ganho de produtividade, aumento do desempenho, e redução de custos.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O propósito deste trabalho, foi investigar as paradas frequentes de máquinas na fundição de alumínio, de forma que tem prejudicado na qualidade do produto, na produção e na satisfação do cliente. A análise foi através de um estudo de caso, no qual foi utilizada ferramentas de qualidade dos 5 porquês, onde pode-se encontrar a causa raiz do problema, e em seguida, com a elaboração do projeto, sanar o problema, diminuindo o índice de parada durante o processo. Todos os colaboradores se mostraram bastante envolvidos, buscando melhorias no ambiente de trabalho, e isso é fundamental para a saúde física e mental. Principalmente, os que estão buscando um crescimento pessoal, entendendo que o sucesso da empresa é construído a cada dia, como um todo.

## REFERENCIAS

ARAUJO, Ari. Disponível em: <<https://pt.linkedin.com/pulse/ferramenta-para-solucionar-problemas-de-qualidade-5-porques-ari.araujo>>. Acesso em: 25/10/2018

CHIAVERINI, Vicente, 1914. **Tecnologia Mecânica.v.1** e 2- 2ª ed. – São Paulo: Pearson Education do Brasil, 1986.

GARCIA, A. Solidificação: **Fundamentos e aplicações**. 1.Ed. Campinas,SP: Editora da UNICAMP, 2007. p.33

PORTAL, ACTION. **Estatística Básica .Diagrama de Pareto**. Disponível em:< [www.ulr: http://www.portalaction.com](http://www.portalaction.com)>. Acesso em: 28/10/2018

ROONEY, J.J.; HEUVEL, L.N.V. **Root Cause Analysis for Beginners. Quality Progress**, 2004, 45-53.