

N. CLASS. M 620.7
CUTTER D 592 m
ANO/EDIÇÃO 2015

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS
ENGENHARIA MECÂNICA
BRUNO OLIVEIRA DIONISIO

**MÉTODO O *KAIZEN* COMO FERRAMENTA DE REDUÇÃO DO NÚMERO DE
REFUGOS NAS PARTIDAS DE MÁQUINAS INJETORAS DE RODAS DE
ALUMÍNIO**

Varginha

2015

BRUNO OLIVEIRA DIONISIO

**O MÉTODO *KAIZEN* COMO FERRAMENTA DE REDUÇÃO DO NÚMERO DE
REFUGOS NAS PARTIDAS DE MÁQUINAS INJETORAS DE RODAS DE
ALUMÍNIO**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário Sul de Minas Unis, como pré-requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob a orientação do Prof. Esp. Marco Antonio Araújo.

Varginha

2015

BRUNO OLIVEIRA DIONISIO

**O MÉTODO *KAIZEN* COMO FERRAMENTA DE REDUÇÃO DO NÚMERO DE
REFUGOS NAS PARTIDAS DE MÁQUINAS INJETORAS DE RODAS DE
ALUMÍNIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em: ____ / ____ / ____

OBS:

Dedico este trabalho primeiramente a Deus,
que sempre esteve comigo me dando força e
saúde nessa caminhada. A minha família e a
todos colegas de classe e professores.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, minha família, meus pais, aos professores, e amigos que tive o prazer de conquistar nesta caminhada longa, mas prazerosa.

“Nenhuma Engenharia constrói caráter, mas
com caráter se faz os melhores engenheiros.”

Jordan Lucas

RESUMO

Hoje em dia as empresas precisam sempre estar entre as melhores, sendo referência em produção, qualidade do produto, minimizando sempre os desperdícios para que seu produto final tenha sempre o menor custo de fabricação, prazos e também a preocupação com o meio ambiente, produzindo cada vez mais e poluindo o mínimo possível, com isso faz-se necessário a procura pela melhoria contínua. Este trabalho tem como finalidade apresentar um estudo de caso da metodologia de melhoria contínua, *kaizen* aplicada nas partidas e *setups* de máquinas injetoras de rodas de alumínio. O projeto foi realizado no setor de fundição da empresa Mangels S.A., principal fornecedora de rodas de alumínio do país. Comprovando que com o uso devido das ferramentas da metodologia, foi possível verificar as falhas no processo de injeção, sempre nas partidas e trocas das ferramentas, chegando a causa raiz do problema que a temperatura em certos pontos da ferramenta estava abaixo do ideal para a injeção devido o maçarico de calor ser ineficiente, causando o alto índice de refugos nas partidas. Hoje o problema já foi corrigido com um novo maçarico, mas eficiente que diminuiu o índice de refugos rendendo lucros e melhorando a qualidade do produto final.

Palavras-chave: *Kaizen*. Melhoria contínua. Maçarico.

ABSTRACT

Today companies need to always be among the best, being a reference in production, product quality, always minimizing waste to its final product always has the lowest manufacturing cost, deadlines and also the concern with the environment, producing each more and polluting as little as possible, thus it is necessary to search for continuous improvement. This paper aims to present a case study of continuous improvement methodology, kaizen applied in matches and setups of injection molding machines aluminum wheels. The project was carried out in the foundry sector company Mangels SA, the country's leading supplier of aluminum wheels. Confirming that the use because of the methodology tools, we found the flaws in the injection process, always in matches and tool changes, reaching the root cause of the problem that the temperature in certain tool points was less than optimal for injection because the heat torch to be inefficient, causing the high rate of waste in the matches. Today the problem has been corrected with a new torch but efficient which reduced the scrap rate yielding profits and improving the quality of the final product.

Keywords: *Kaizen. Continuous improvement. Torch.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Fluxograma Vertical	19
Figura 2: Fluxograma Horizontal	19
Figura 3: Gráfico de Pareto	20
Figura 4: Injetora de alumínio	25
Figura 5: Gráfico de refugos.....	27
Figura 6: Resultado do GUT	27
Figura 7: Fluxo do processo	29
Figura 8: Diagrama de Ishikawa de acordo com as possíveis causas encontradas.	30
Figura 9: Aquecimento da ferramenta.....	31
Figura 10: Maçarico de aquecimento	31
Figura 11: Modelamento 3D da proposta de mudança.....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 KAIZEN	12
2.1 Aplicação do <i>kaizen</i> na organização	12
2.2 Resultados esperados.....	13
2.3 Bases dos princípios <i>kaizen</i>	14
2.3.1 Abandonar ideias fixas e rejeitar o estado atual das coisas	14
2.3.2 Em vez de explicar o que não se pode fazer, refletir como fazer.	15
2.3.3 Realizar de imediato boas ideias para alcançar melhorias	15
2.3.4 Não procurar a perfeição, ganhar 60% de imediato	15
2.3.5 Corrigir o erro de imediato no local	16
2.3.6 Considere as dificuldades como desafio.....	16
2.3.7 Procure as causas reais para encontrar a solução perfeita	17
2.3.8 Experimentar e depois validar	17
2.3.9 Melhorias são infinitas	18
2.5 Ferramentas para monitoramento da função	18
2.5.1 Fluxogramas	18
2.5.2 Gráfico de Pareto.....	20
2.5.3 Listas de verificação	21
2.5.4 Diagrama de causa e efeito.....	21
2.5.5 Técnicas de <i>brainstorming</i>	22
2.5.6 Análise dos cinco por quê.....	22
3 FUNDIÇÃO DE RODAS	24
3.1 Moldes.....	24
3.2 Injetora	24
4 METODOLOGIA.....	26
4.1 Formação da Equipe	26
4.2 Cronograma das Atividades	26
4.3 Motivo da Escolha do tema de trabalho	26
4.3.1 Entendendo a importância do tema para a empresa	28
4.4 Análise da Condição atual	28
4.4.1 Entendendo o fluxo do processo.....	28
4.5 Análise de causa	29
4.5.1 Brainstorming	29

4.6 Objetivos e Metas	32
4.7 Proposta de Mudança.....	32
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	33
5.1 Vantagens econômicas.....	33
5.2 Outras vantagens	33
6 CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

O processo de fabricação de uma peça, independente do seu modelo, material ou forma de fabricar, sempre estará sujeito a modificações, melhorias que possam render algum ganho à empresa.

Em todos os setores dentro de uma empresa existe entre as dificuldades normais das tarefas uma necessidade de questionar os problemas que aparecem, de direcionar os colaboradores a melhores hábitos e verificar se realmente esses hábitos estão realmente sendo realizados, uma vez que padronizados corretamente. A princípio a palavra *Kaizen* nada mais é que a tradução do japonês para melhoria contínua, mais se percebe que este significado é muito mais amplo e que a força do *kaizen* não está na tradução pura e simples da força da palavra e sim algo maior, com um poder de transformação imenso, claro que esta percepção não se dá com estudos e longas leituras, pois está na prática, no exercício, na vivência dentro da empresa. . Com isso hoje em dia muitas empresas estão adotando a metodologia *kaizen* para tentar solucionar problemas, pode ser utilizada em todos os setores desde a gerencia até o chão de fábrica, com isso podendo ter uma melhoria em toda fábrica. É uma metodologia que consiste em verificar situações em que os resultados não estão sendo satisfatórios e providenciar mudanças através de um acompanhamento do processo.

Esta monografia consiste em demonstrar todo o uso da metodologia com o objetivo principal a diminuição do alto índice de refugos quentes nas partidas e *setups* de máquinas injetoras de rodas de alumínio.

2 KAIZEN

A palavra *Kaizen* é de origem japonesa que significa “mudança” (kai) bom/ para melhor (Zen), ou seja, indica melhores mudanças. No universo administrativo, essa expressão, é mais que uma ferramenta de gestão, refere-se a uma filosofia de vida pra quem a pratica, uma vez que toda filosofia estende-se a todos os níveis e grupos sociais (Brunet, 2003).

A Metodologia *kaizen* pode ser considerada um contraponto à estratégia da inovação. A estratégia da inovação é apropriada para mercados em expansão, grandes quantidades, recursos abundantes, baixo custo, preocupação com aumento das vendas maior que a de se reduzir os custos. A metodologia *kaizen* é apropriada para uma situação com excesso de capacidade, muita concorrência, consumidores com mudança de valores e necessidade de lançamento de produtos novos mais rapidamente. Como o ambiente atual está cada vez mais competitivo fica mais apropriado para a aplicação da Metodologia *kaizen* (Imai, 1992).

Podemos ainda definir *Kaizen* como um processo de aprimoramento contínuo, que consiste na busca de melhorias pela inovação dos processos produtivos, dos métodos, dos produtos, das regras e dos procedimentos. Nesse sentido o *kaizen* procura eliminar todos os problemas de uma organização através da identificação dos potenciais de melhoria, o que é possibilitado pela participação de todos os colaboradores na resolução de problemas (PORTER 1990).

Com o *Kaizen*, o melhoramento contínuo não deve ser visto como um indicador de performance, com o qual procuramos medir a taxa de melhoramento, mas sim, como um instrumento que mostra como ocorre a aplicabilidade contínua das ações de melhoria e principalmente sua implementação, independente do período de tempo.

2.1 Aplicação do *kaizen* na organização

O ponto de partida de aplicação dessa ferramenta é a identificação de um problema, o qual pode ser levantado através de indicadores, gráficos, tabelas ou reclamações. Também é importante sabermos que não devemos esperar o problema ocorrer, precisamos encontrá-lo antes de sua manifestação, o que consiste em agir preventivamente.

Após a identificação do problema, devemos iniciar o processo de investigação de sua causa pela raiz. Nesta etapa é importante observar e avaliar todas as variáveis possíveis, como a mão-de-obra, o método, a matéria prima, a máquina, o meio ambiente ou a medição.

Descoberta uma ou mais causas possíveis, iniciamos o aprimoramento dos processos em busca das melhorias desejadas pela organização, a fim de alcançarmos os objetivos previamente traçados.

Para tanto a aplicação pode ser feita em dois sentidos: como manutenção ou como aprimoramento dos padrões, isto é, quando relacionamos o *Kaizen* ao processo de aprimoramento, significa que devemos elevar o nível dos padrões estipulados, e quando o associamos à manutenção, devemos achar meios de garantir que os padrões implementados sejam efetivamente cumpridos.

2.2 Resultados esperados

Toda empresa vislumbra a possibilidade de estar em melhoria contínua e em pleno desenvolvimento, pois isso significa que a organização está evoluindo em seus processos internos. Nesse sentido baseado no aprimoramento contínuo, com a aplicação do *Kaizen* é possível esperar os seguintes resultados:

- a) Melhoria nos processos produtivos;
- b) Adaptação ou adequação dos postos de trabalho, das máquinas e dos procedimentos;
- c) Melhoria na qualidade de produtos;
- d) Adequação dos métodos de trabalho;
- e) Redução dos desperdícios em processo;
- f) Capacitação e envolvimento dos colaboradores;
- g) Aumento da produtividade.

Ao atingir tais resultados, a empresa garante o nível de desempenho de seus processos internos. Para tanto, é necessário que sejam considerados os princípios *Kaizen* que são:

- a) Aprimoramento contínuo: significa incentivar todos os colaboradores a gerarem ideias de melhoria, visando ao aperfeiçoamento dos processos.
- b) Aceitar ao fato de que problemas existem: Consiste em reconhecer as necessidades de intervenção de um grupo de melhoria, visando à correção dos problemas.
- c) Resolução dos problemas: Diz respeito à implementação de métodos de análise e de resolução para as principais causas de problemas.
- d) Equipes multifuncionais: É importante que os grupos de trabalho sejam compostos por colaboradores envolvidos diretamente com o problema e também por colaboradores de apoio, como manutenção, logística, métodos, processos entre outros.

e) Desenvolver a autodisciplina: Criar rotinas para as atividades de aperfeiçoamento e de melhorias dos processos.

f) Capacitação: Todos os colaboradores devem receber treinamentos para as atividades que executam, bem como para atuarem com métodos de análise e resolução de problemas.

2.3 Bases dos princípios *kaizen*

Segundo Costa (1996) esses princípios encontram suas bases em algumas ideias fundamentais, as quais alicerçam e esclarecem o conceito, conforme exporemos na sequência:

2.3.1 Abandonar ideias fixas e rejeitar o estado atual das coisas

A base desse conceito está na quebra dos paradigmas, ou seja, no esquecimento de como as coisas são feitas atualmente, para focalizar o pensamento em como e qual seria a melhor alternativa para a execução de uma tarefa ou para a solução de um problema.

Abandonar ideias fixas significa que a empresa deve repensar os procedimentos, as regras, o controle, e questionar se esses quesitos realmente atendem às necessidades da organização, pois, assim como a empresa cresce e evolui, tais elementos também devem ser revisados, a fim de se adaptarem à nova realidade.

Rejeitar o estado atual das coisas consiste em não se deixar levar pela acomodação, aceitando o modo como tudo está sendo realizado, porquanto diz respeito à busca de outras e melhores alternativas para a execução de uma atividade ou para a solução de um problema.

Quando um novo colaborador (ou em alguns casos, um consultor de empresas) consegue resolver vários problemas em uma organização, este não se configura como “um gênio” ou “o salvador da pátria”, mas tão somente essa resolução é possível porque ele não está inserido nas rotinas da empresa ou acostumado no modo como as coisas são feitas. Por essa razão o consultor consegue enxergar o que os outros não veem, vislumbrando assim, a melhor alternativa para um problema ou para uma atividade.

Nesse sentido o questionamento sobre a possibilidade de implantar essa ferramenta em uma organização, sem auxílio externo, tem uma resposta positiva, porém é necessário que os colaboradores reflitam sobre o problema, a fim de que a situação seja analisada e que alternativas não comuns ou atuais sejam encontradas. Portanto o envolvimento de outras pessoas (muitas vezes de áreas distintas) é pertinente, mas somente após esse trabalho, do qual decorre a elaboração de soluções para o problema.

2.3.2 Em vez de explicar o que não se pode fazer, refletir como fazer.

É comum as pessoas se valerem de diversas justificativas para não aplicarem uma nova ideia, e por essa razão, elas se tornam elas o primeiro obstáculo para esse processo. Isso ocorre devido a resistência à mudança ou até mesmo por comodismo. Entretanto, sabemos que é com novas ideias que conseguimos evoluir e fazer a organização crescer.

Nesse sentido, o tempo gasto com explicações desnecessárias deve ser transformando em aproveitamento para identificarmos alternativas que coloquem as soluções em prática, pois frequentemente é necessário moldá-las, ajustá-las, lapidá-las, até encontrarmos o melhor caminho.

A organização pode chegar a conclusão de que realmente aquela não era a melhor ideia, porém esse processo não deixa de ser um exercício que possibilitará à empresa a repensar muitas de suas regras, procedimentos os tarefas, com vista a proceder a melhoria de alguns processos.

2.3.3 Realizar de imediato boas ideias para alcançar melhorias

O tempo é uma das variáveis que fazem com que as organizações não evoluam na velocidade desejada. Por essa razão, boas ideias devem ser implementadas de imediato, pois significar enormes ganhos, dados a redução dos desperdícios, as economias em processos ou o aumento de produtividade.

Claro está que as organizações têm em seus colaboradores um dos maiores bens, já que eles são os que detêm a capacidade de pensar, de gerar ideias e, principalmente, de solucionar problemas. Para isso a empresa deve gerar meios não apenas para captar essas idéias e transformá-las em ações de melhorias contínua, mais também promover e incentivar a geração de novas ideias, em busca de um melhor ambiente de trabalho.

2.3.4 Não procurar a perfeição, ganhar 60% de imediato

Esse princípio também expõe uma falha das organizações, pois estas, normalmente, aguardam o surgimento de uma idéia perfeita para a solução dos problemas ou para a implementação de melhorias em seus processos. No entanto, se for aprovada uma idéia de melhoria ou uma solução para um dado problema, embora esta não apresente todos os recursos para ser concretizada na totalidade, isso não deve ser o fator bloqueador de sua execução, porque todo processo pode ser iniciado e conduzido até o melhor ponto de ação. A

partir disso, a organização deve aguardar a oportunidade ideal para implementar os recursos finais.

Tal procedimento é necessário para que toda ação de melhoria ou proposta de solução ou problema – por menor que seja seu nível de implantação – gere resultados positivos, o que representará economia, lucro ou aperfeiçoamento para a empresa.

Portanto, a espera pela oportunidade ideal pode reduzir as possibilidades de atingir os resultados ou até mesmo pode impedir que a empresa melhore ou amadureça seus processos até que se dê a implementação completa da ideia.

2.3.5 Corrigir o erro de imediato no local

Velocidade, agilidade e presteza em executar uma ação consistem em competências que a empresas e todos os seus colaboradores devem possuir, em todos os níveis da organização.

A cada eliminação de um problema, a empresa ganha na capacidade de evoluir e de buscar os resultados almejados. A velocidade na solução dos problemas leva a empresa a estar mais próxima dos seus indicadores de performance e de seus objetivos.

Nesse sentido, cabe à administração da empresa despertar em seus colaboradores essa competência, pois todos precisam estar inseridos em um processo de eliminação dos desperdícios. Se for necessário, até mesmo uma linha de produção pode ser interrompida, ou um processo paralisado, para que a solução seja encontrada. Logo, todos os participantes da organização devem ter a possibilidade de parar suas atividades, independente da função ou do nível hierárquico que ocupam, pois quanto maior for a velocidade de reação, melhores serão os resultados para a empresa como um todo.

2.3.6 Considere as dificuldades como desafio

Dentro de uma organização é comum depararmos com grandes desafios, os quais, muitas vezes, podem ser encarados como problemas para uns ou possibilidades de melhoria para outros. São esses desafios e oportunidades que diferenciam os colaboradores comuns dos que têm a capacidade de assumir riscos e responsabilidades, portanto é essa diferença de visão que precisa ser trabalhada nas organizações.

Nessa perspectiva, as dificuldades consistem em barreiras que devem ser superadas para que os objetivos sejam alcançados, e os desafios constituem-se em situações

problemáticas a serem superadas, o que não deixa de ser uma tarefa difícil, pois somente os mais capacitados conseguem fazê-la. Por essa razão todo colaborador deve vislumbrar nas dificuldades a possibilidade de se destacar, mostrando sua capacidade e habilidade para conduzir esses processos.

2.3.7 Procure as causas reais para encontrar a solução perfeita

Nas organizações, é comum encontrarmos problemas recorrentes em diferentes espaços de tempos. O impacto disso representa maior tempo gasto na busca da solução para o problema, insatisfação de clientes internos ou externos e novos custos desencadeados pelo impacto do problema.

Isso acontece quando a organização não dá a devida importância para a análise dos problemas, que, por sua vez, podem derivar de uma ou mais causas. Estas devem ser trabalhadas pela empresa para que sejam tratadas e corrigidas, evitando, assim, a recorrência do problema.

Portanto, para que isso aconteça de maneira efetiva, a empresa deve valer-se de métodos eficazes, e, se necessário, envolver todos os colaboradores, porquanto são eles capazes de contribuir para a identificação das possíveis causas dos problemas que a atingem.

Em se tratando das causas dos problemas, podemos notar que elas são de duas categorias: especiais ou comuns. As causas especiais são aquelas em que a ocorrência do erro é derivada de um evento específico, e as causas comuns (ou sistêmicas) são aquelas que acontecem igualmente com todos os elementos.

Uma vez encontradas as causas, cabe à organização implementar planos de ação que visem à sua eliminação. Tal plano deverá ser concreto e com ações voltadas não só para a correção, mas também, e, principalmente, para a prevenção. Desse modo, as ações resultarão na solução dos problemas, de forma completa e definitiva.

2.3.8 Experimentar e depois validar

Somente saberemos se a ideia implementada foi a mais correta se pudermos comparar os resultados atuais com os anteriores, analisando se os resultados esperados foram alcançados. Isso pode ser definido através do monitoramento das ideias de melhoria, das ações de produtividade, das soluções de problemas e da base de um forte sistema de

qualidade. Portanto, verificar e validar pode tanto ser o ponto final de uma ação como o início de mais uma rodada de ações de melhoria necessárias para o alcance do resultado esperado.

Nesse contexto, os gestores têm papel fundamental, pois caberá a eles a definição das novas etapas de ações e do envolvimento de todos nesse processo, o qual é contínuo. Vale lembrar que não podemos melhorar o que não podemos controlar.

2.3.9 Melhorias são infinitas

O fator determinante para as grandes mudanças em uma empresa está baseado na capacidade de buscar o aprimoramento contínuo, que se resume em tentar alcançar a perfeição nos processos e atingir os níveis de qualidade desejados ou indicadores de desempenho esperados pela organização.

Quando afirmamos serem infinitas as melhorias, dizemos que sempre a o que mudar, aperfeiçoar ou aprimorar, mesmo quando essas melhorias sirvam tão somente para manter os indicadores ou resultados já alcançados. Portanto a organização deverá estimular essa cultura entre seus colaboradores, a fim de que suas metas sejam atingidas.

2.5 Ferramentas para monitoramento da função

Com o uso da ferramenta *Kaizen* é possível o uso de diversas ferramentas (mecanismos de operação, procedimentos, formulações práticas, gráficos e dispositivos) que podem ser usadas no processo de melhoria da qualidade nas empresas. São ferramentas que tem diferentes propósitos e podem contribuir de várias formas, principalmente com relação aos processos, como por exemplo para a descrição e conhecimento detalhados dos mesmos, para serem avaliados de vários pontos de vista, para sintetizar conclusões e conhecimentos, fornecer elementos para monitoramento, facilitar o entendimento de problemas e suas causas, algumas dessas ferramentas serão descritas para demonstrar suas ações voltadas para sua avaliação em processos e produtos (Imai 1992).

2.5.1 Fluxogramas

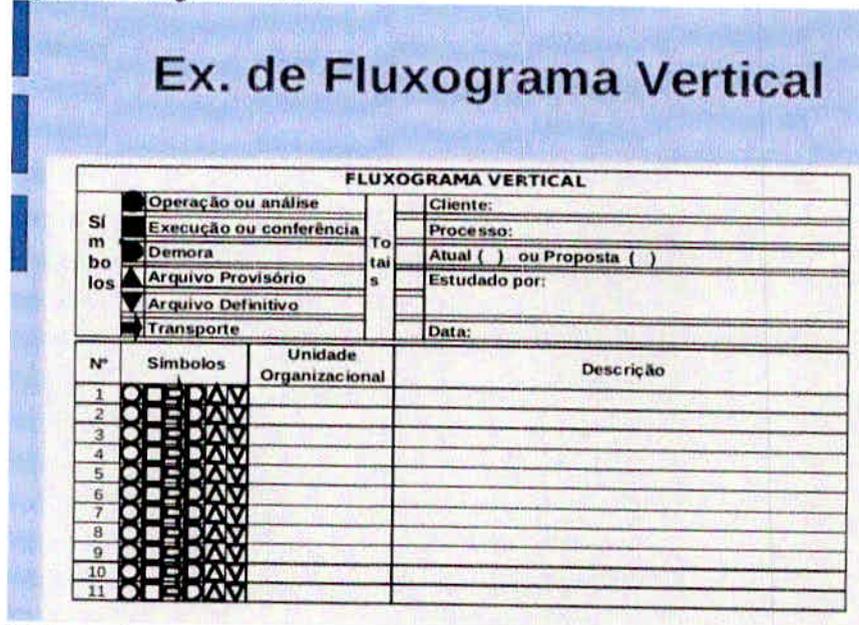
Os fluxogramas são ferramentas muito úteis para colaborar no mapeamento de processos que necessitam de uma análise de melhoria. Eles são a representação gráfica de um processo, apresentando como principais contribuições: realizar um estudo da melhor sequência de etapas para um determinado projeto, e visualizar, localizar, corrigir ou eliminar

atividades desnecessárias. Os fluxogramas tendem a utilizar-se de símbolos padrões que identificam operações, inspeções, transportes, decisões, demoras e armazenamentos (Porter 1990).

Pode-se verificar dos tipos de fluxogramas: o vertical (ou de processo) e o horizontal (ou administrativo). O fluxograma vertical destina-se a representar rotinas relativamente simples, com uma média de trinta passos, representando o processamento de trabalho dentro de uma mesma unidade administrativa ou operacional. Estes fluxogramas têm uma simbologia apropriada para sua construção, pressupondo-se que o analista preparará um gabarito no qual desenvolverá o fluxograma pertinente ao processo em análise.

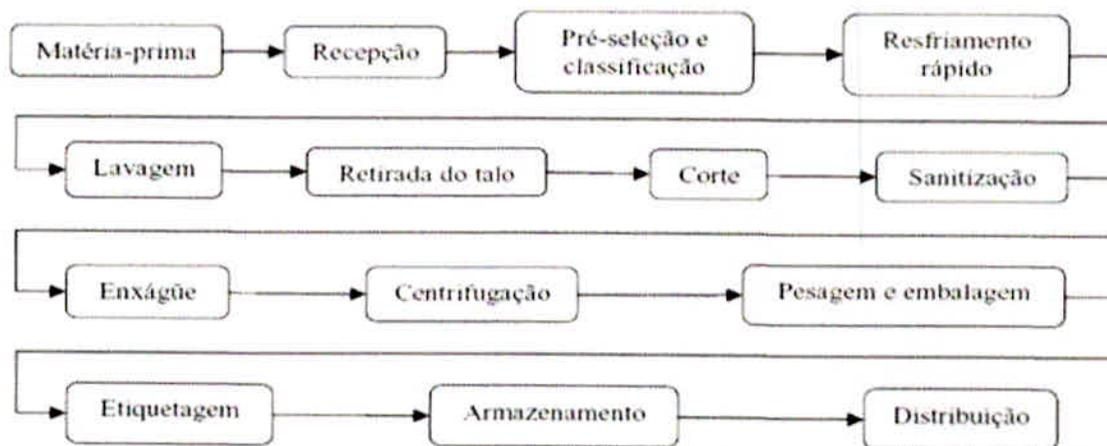
Já o fluxograma horizontal é uma ferramenta utilizada para a representação de rotinas com um grau de complexidade maior, que pressupõe o envolvimento e participação de diferentes unidades de trabalho. Pode ser entendido como um facilitador de interpretação gráfica sob o aspecto da análise administrativa e operacional. Também apresenta uma simbologia específica para a sua construção, que deve estar de acordo com algumas regras existentes para sua elaboração e padronização, facilitando o entendimento de quem necessita analisar o mesmo.

Figura 1: Fluxograma Vertical



Fonte: o autor

Figura 2: Fluxograma Horizontal



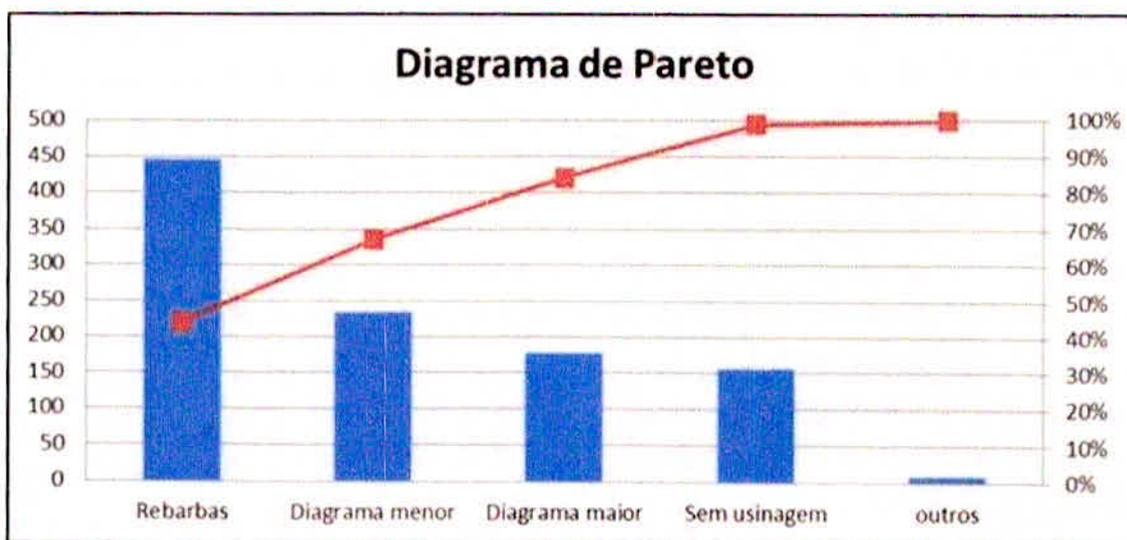
Fonte: o autor

2.5.2 Gráfico de Pareto

O gráfico de Pareto utiliza-se de uma analogia dos princípios de Economia fixados por Vilfredo Pareto, segundo o qual, apenas uma pequena parcela de pessoas detinha a maior parte da renda. Assim, a análise do Pareto é baseada no fenômeno de que relativamente poucas causas a maioria dos defeitos.

O gráfico é uma ferramenta para o monitoramento da qualidade que sugere a existência de elementos críticos aos quais deve ser dada total atenção, adotando-se assim, um modelo de gráfico de colunas que classifica estes elementos em ordem decrescente de importância, da esquerda para a direita. Os elementos estudados (apresentados na linha horizontal) são associados a uma escala de valor (apresentada na vertical). Uma de suas características principais é a capacidade de demonstrar as causas ou problemas ordenados por prioridade, objetivando mostrar onde se deve focar e concentrar esforços. Graças ao impacto visual do gráfico, a interpretação de resultados tende a ser rápida e fácil (Shingo 1997).

Figura 3: Gráfico de Pareto



Fonte: (Administração, 2015)

2.5.3 Listas de verificação

As listas de verificação são representações gráficas de situações que requerem uma organização de dados. É uma ferramenta muito útil para garantir que ações relevantes não sejam esquecidas durante a análise do processo em evidência (Shingo 1997).

Sua construção é parte de um processo de coleta de dados que exige grande atenção, segurança e precisão nas contagens feitas, pois estes dados representarão a realidade organizacional e servirão de base para as ações a serem tomadas.

Não existe um padrão de formato para a criação das listas de verificação, elas dependem de cada processo em que a aplicação será feita (Porter 1990).

2.5.4 Diagrama de causa e efeito

Esta ferramenta também é conhecida como gráfico de espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa (homenagem a seu criador), é um instrumento voltado para a análise de processos produtivos. Permite identificar, classificar e expor as possíveis causas de um determinado efeito verificado na organização. Se o efeito é nocivo, as causas podem ser eliminadas; se for benéfico, pode-se conferir consistência a elas, garantindo a sua continuidade (SHINGO 1997).

Estes diagramas, quando adotados ou utilizados, podem gerar diversas contribuições, como expansão do conhecimento sobre o processo em fase de análise, indicação das possíveis causas de variabilidade e apresentação das principais informações de maneira graficamente organizada.

A construção de um diagrama se inicia com a identificação do efeito que será considerado, colocando-o no lado direito. Em seguida, um grupo envolvido com o problema sugere e lista causas do efeito, separando as básicas das secundárias e alocando-as ao lado esquerdo do diagrama. Este vai sendo testado e aprimorado com o passar dos dias, e em sua estrutura final são definidas as causas do efeito a eliminar ou manter.

2.5.5 Técnicas de *brainstorming*

O termo *brainstorming* tem a origem na língua inglesa com a junção das palavras *brain* = cérebro e *storm* = tempestade, o que gerou o significado de tempestade de ideias. Esta ferramenta é utilizada por equipes com o intuito de que sejam geradas diversas visões sobre o assunto em um pequeno espaço de tempo (Shingo 1997).

A ferramenta é utilizada para que seja gerado um grande número de ideias a respeito do problema, estimulando a criatividade dos componentes da equipe e gerando informações para a aplicação de outras ferramentas para a melhoria da qualidade. Para que o *brainstorming* seja realizado, deve-se nomear um coordenador da atividade e um escrivão para registrar as ideias obtidas. A equipe deve conhecer o problema em análise para gerar as ideias e deve respeitar regras, como por exemplo, a de não criticar as ideias oferecidas pelos colegas mesmo que as mesmas sejam um pouco sem coerência pois este comportamento inibe a participação de todos os demais envolvidos.

Com a utilização correta desta ferramenta, o que normalmente ocorre que com um número elevado de ideias e o problema que geralmente acontece é com relação a como administrar essas ideias.

O quadrante de ideias auxilia os grupos de kaizen a priorizar as ideias mais simples e que trazem maior resultado para o alcance das metas. As ideias classificadas nos quadrantes um e dois deverão ser implantadas por terem maior relevância. As ideias dos quadrantes três e quatro serão protocoladas em um plano de ação a ser executado em trinta dias.

As modificações abrangem tanto a parte física do processo quanto a alteração de procedimentos relevantes.

2.5.6 Análise dos cinco por quê

A técnica dos cinco por quê é uma ferramenta muito interessante que tem por objetivo descobrir a causa raiz de um problema, que muitas vezes está escondida por uma situação

óbvia. Inicia-se com o estabelecimento do tema em questão, seguindo-se à pergunta: “por que o problema ocorreu; identificadas as maiores causas do problema em análise, elas são tomadas e a cada uma é novamente realizada a pergunta: “por que” essas razões ocorrem e assim sucessivamente até que uma causa seja atribuída como a responsável pelo problema (SHINGO 1997).

Esta técnica possibilita a tomada de ações definitivas que podem colaborar para que uma anomalia ou defeito não ocorra novamente. Se a busca pela resolução de um problema não for completa, ações efetivadas podem se tornar inválidas.

Uma das estratégias adotadas é incorporar aos grupos de *kaizen*, pessoas totalmente neutras, no que diz respeito ao tema escolhido na semana, justamente para incentivar as práticas dos por quês em função das dúvidas naturais.

3 FUNDIÇÃO DE RODAS

Fundição é um processo metalúrgico de fabricação que envolve a fusão de metais ou ligas metálicas, seguida do vazamento do metal seja ele por gravidade, pressão etc... em moldes adequados para solidificação e obtenção das formas das peças desejadas.

Uma das vantagens do uso de rodas de alumínio está no seu peso, em média é 30% mais leve que as demais rodas, proporcionando uma possibilidade de maior carga ao caminhão que irá transportá-lo e conseqüente diminuição do número de viagens, dessa forma, ocorre redução de gastos com combustíveis e manutenção dos caminhões.

3.1 Moldes

De acordo com empresa Mangels S/A, o molde é o equipamento utilizado para dar forma à roda, suas cavidades contém as formas e dimensões da roda desejada, logo é extremamente importante para a qualidade do produto. Ele é produzido através de um projeto pedido pela montadora, seu material, o aço AISI VH13, é temperado e passa pelos processos de usinagem, medições para controle de qualidade, polimento e montagens das refrigerações. Todo o conjunto do molde é composto por matriz, macho, gavetas e refrigeração.

3.2 Injetora

A fundição de rodas de alumínio é feita por máquinas injetoras de baixa pressão o alumínio recebe uma pressão positiva para ser injetado dentro do molde, resultando em um produto com maior densidade. Este processo tem como principais características um menor tempo de preenchimento do molde e maior custo em equipamentos em relação ao processo por gravidade.

Tabela 1: Especificações técnicas de uma máquina injetora

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

01	Espaço Entre as Colunas	1770 x 995 mm
02	Base Móvel	1295 mm
03	Diâmetro da Coluna Móvel	100 mm
04	Distância Mínima entre Mesa Móvel e Fixa	520 mm
05	Força de Abertura	20 TON
06	Força de Fechamento	25 TON
07	Força de Ejeção	25 TON
08	Diâmetro do Cilindro	180 mm

FORNO PRESSURIZADO

01	Tipo	Refratário
02	Capacidade	800 kg 1000 kg
03	Potência Elétrica	32 kw 38 kw
04	Controle de Temperatura	Triplo
05	Pressão Máxima	2 bar

CENTRAL HIDRÁULICA (componentes Bosch Rexroth)

01	Capacidade do Reservatório	620 l
02	Pressão Operacional	80 - 120 bar
03	Potência do Motor Elétrico	24 kw

UNIDADE DE CONTROLE

01	Componentes Elétricos	Siemens / Bosch Rexroth
02	PLC	S7 / L 20

Fonte: (Calende,2015)

Figura 4: Injetora de alumínio



Fonte: (Mangels S/A, 2014)

4 METODOLOGIA

Toda a metodologia utilizada para a realização deste trabalho será descrita desde a formação da equipe, até a implantação do projeto e análise dos resultados, mostrando e detalhando passo a passo cada parte deste projeto.

4.1 Formação da Equipe

Os trabalhos de *kaizen* são iniciados através da abertura das inscrições para as equipes que estejam interessadas em participar do evento com suas ideias inovadoras, onde, independentemente da quantidade de grupos inscritos para participar do evento, todos os grupos terão a oportunidade de apresentarem suas ideias para as pessoas envolvidas com o evento.

Cada equipe inscrita deve possuir entre quatro a oito componentes por grupo, devendo cada uma dar um nome para a equipe e também denominarem as funções a cada componente do grupo para que não comprometa o andamento do trabalho, este trabalho de *kaizen* foi realizado no ano de 2014, onde a equipe era composta por oito colaboradores e o nome da equipe era Fora desperdício.

4.2 Cronograma das Atividades

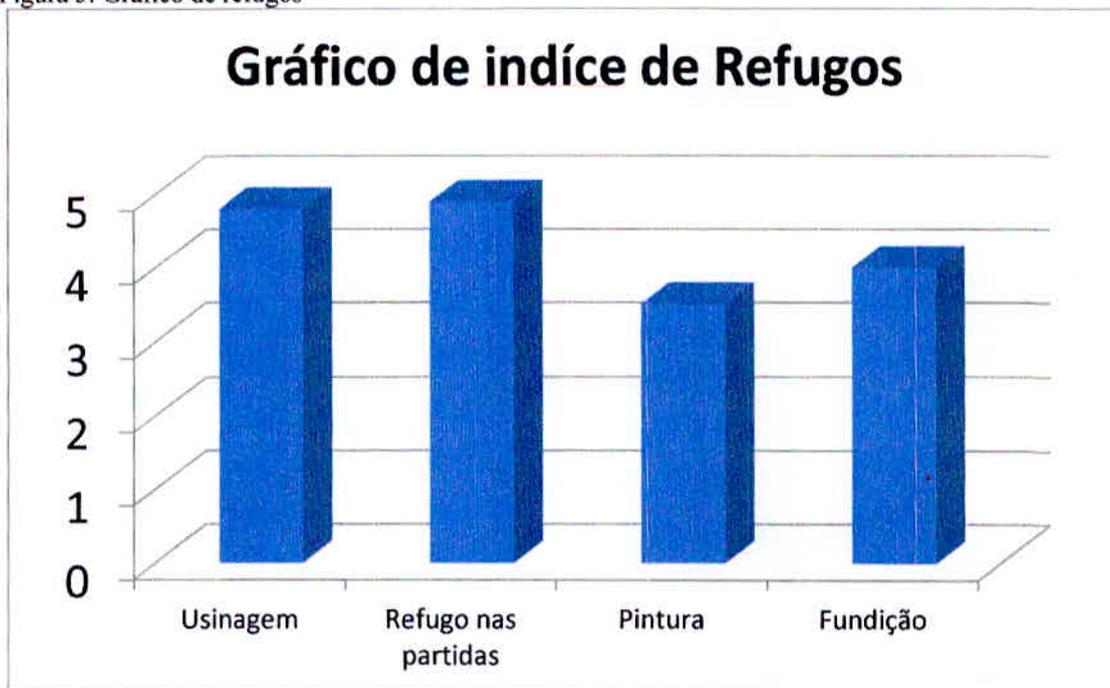
Com o levantamento de todas as equipes participantes, as mesmas receberão um cronograma de todas as atividades a serem cumpridas mediante a prazos, desde a formação da equipe até a padronização do projeto.

4.3 Motivo da Escolha do tema de trabalho

Toda a empresa trabalha com os indicadores de trabalho para poder estar demonstrando todo o desempenho da planta produtiva, demonstrando índice de produtividade, índice de quebra de máquinas, índice de refugo, índice de retrabalhos de rodas, entre outros. No início do ano a empresa impôs algumas metas e objetivos, entre elas as mais importantes, como diminuir o índice de refugos de rodas e diminuir o índice de retrabalho por motivos de má qualidade da roda. A equipe se reuniu para definir qual seria o ponto a atacar e verificando qual o maior problema e aonde o problema mais acontecia.

No acompanhamento de um mês de produção foi elaborado gráficos com os índices de refugos e seus motivos como mostra o gráfico a baixo.

Figura 5: Gráfico de refugos



Fonte: (Mangels S/A, 2014)

Foram então observados o alto índice de refugos na partidas das injetoras e após *setups* de ferramental e também o alto índice de refugos de usinagem. Então para definição do tema são observados são observados três itens de grande importância dentro do trabalho: a gravidade, a urgência e a tendência do problema a ser resolvido, e que são votados de acordo a tabela mostrada a seguir.

Figura 6: Resultado do GUT

NOME	REFUGOS DE USINAGEM				REFUGOS PARTIDAS DAS INJETORAS			
	G	U	T	TOTAL	G	U	T	TOTAL
Alessandro	5	4	3	60	5	5	4	100
Bruno	3			12	4	4		64
Osmar	5			75	5			80
Jean	5			80	5			80
Rogério	4		3	12	4	5		100
Edson	5	2	2	20	4	4	4	64
Carlos	4	5	3	60	5	4	5	100
Soma	29	23	22	319	32	30	31	613

Fonte: o autor

Com a análise da votação na tabela acima verificamos que os resultados são obtidos com a multiplicação de todos os itens a serem analisados e somando com a votação de todos os componentes do grupo, a partir do resultado acima já estará definido o tema de trabalho que o grupo irá trabalhar e propor melhores mudanças para a solução do problema da empresa, com isso o tema que ficou definido como: Redução do índice de refugos na partida das injetoras.

O alto índice de refugos nas partidas das injetoras, denominados refugos quentes chamou a atenção, logo que se inicia o processo de fundição da roda a uma perca em média de cinco rodas apresentando vários tipos de defeitos entre eles a falta de material na aba da roda até que saia a primeira roda boa com todos requisitos do padrão de qualidade da fundição feita.

4.3.1 Entendendo a importância do tema para a empresa

Dentro das empresas os produtos precisam sair com a melhor qualidade possível, no menor tempo possível e obtendo o menor gasto possível para que a empresa possa obter um lucro maior.

4.4 Análise da Condição atual

Para podermos entender onde e como podemos estar melhorando e diminuindo o índice de refugos devemos saber como é feito o processo desde o tratamento da ferramenta até a sua chegada na máquina para começar o processo de injeção. Para se atingir os objetivos do trabalho proposto focamos em duas partes do processo, o trabalho feito no ferramental antes de ir para máquina injetora e posteriormente o processo de injeção.

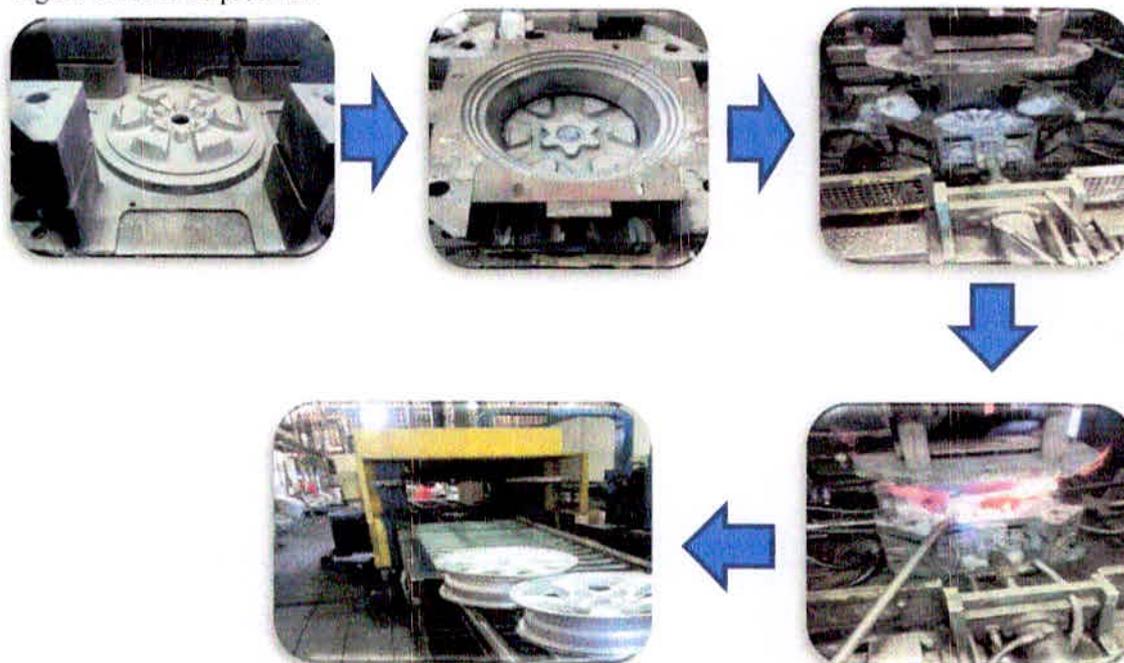
4.4.1 Entendendo o fluxo do processo

O processo de fundição da roda começa logo após todos trabalhos realizados na ferramenta o processo é constituído pelas seguinte etapas:

- a) As partes da ferramenta é completamente jateada pelo setor de ferramentaria.
- b) A ferramenta é revisada e montada.
- c) A ferramenta é levada para o setor da fundição, onde é fixada na base da injetora e pintada.
- d) Já no local a ferramenta e aquecida.
- e) E posteriormente começa o processo de injeção.

Os detalhes podem ser melhores vistos na figura abaixo.

Figura 7: Fluxo do processo



Fonte - o autor

4.5 Análise de causa

A análise de causa é a parte do projeto onde todos os membros do grupo procuram encontrar o que está ocasionando determinado problema, através do uso de várias técnicas. Abaixo algumas das técnicas serão explicadas mais detalhadamente.

4.5.1 Brainstorming

O *brainstorming* é onde o grupo coloca em um papel as possíveis causas do problema a ser resolvido, para se chegar as possíveis causas o grupo trabalhou em cima da seguinte pergunta: Por que do alto índice de refugos nas partidas e após os *setups* das máquinas injetoras?

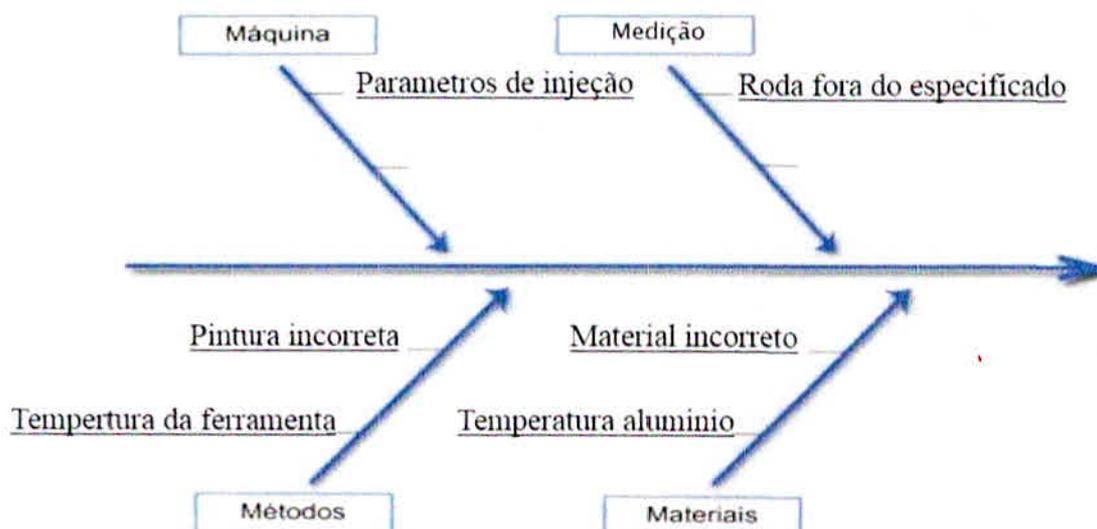
Como o grupo era formado com sete integrantes obtivemos várias respostas sendo elas:

- a) Erros de parâmetro de injeção da máquina;
- b) Pintura incorreta;
- c) Matéria prima fora do especificado;

- d) Temperatura da ferramenta;
- e) Manutenção mal executada;
- f) Temperatura do alumínio incorreta

Depois que algumas das possíveis causas são esclarecidas elas devem ser colocadas em um diagrama de Ishikawa para podermos encontrar a causa raiz do problema, a figura a seguir mostra como é montado o diagrama de Ishikawa.

Figura 8: Diagrama de Ishikawa de acordo com as possíveis causas encontradas.

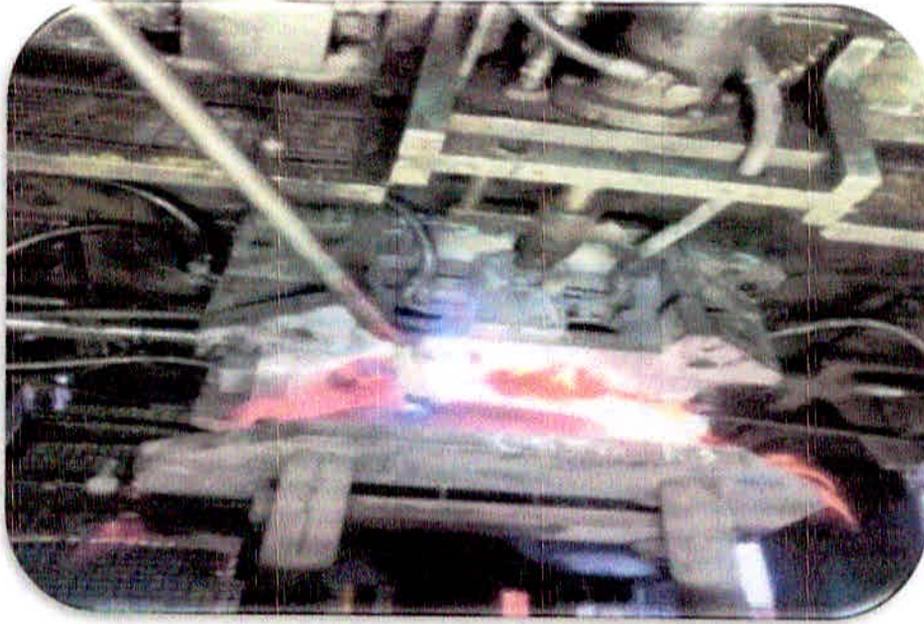


Fonte: O autor

Colocadas as possíveis causas no diagrama temos que verificar todas e comprovar se estão todas corretas, e encontrar aonde o problema está, e partir desse ponto, foram feitas várias análises, como a verificação da pintura, análise da composição da liga de alumínio e sua temperatura, verificado os parâmetros de injeção e onde foi verificado o erro era que a temperatura em certos pontos da ferramenta não estava correto estando em média cerca de 80°C abaixo do especificado consequentemente as percas de rodas eram constantes até que a temperatura do molde ficasse totalmente homogênea.

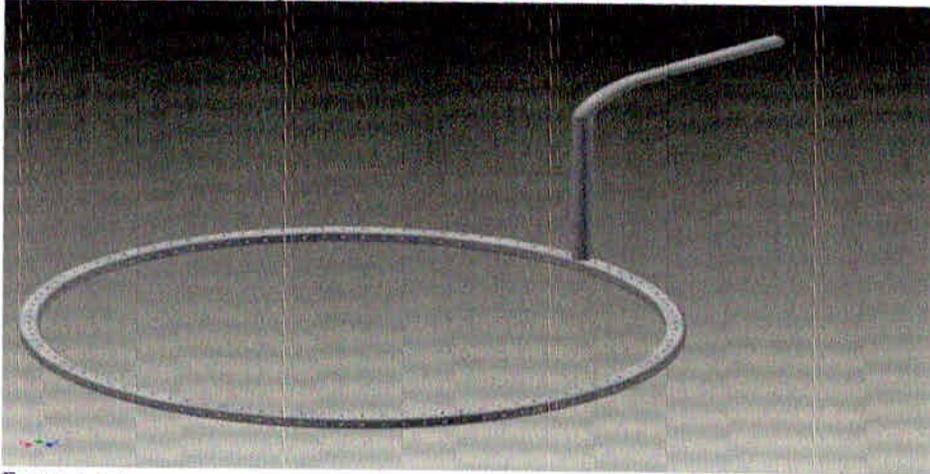
A figura a seguir mostra como era feito o aquecimento do molde, após a ferramenta ser colocada na máquina o preparador ligava o maçarico, e o deixava aquecer a ferramenta por cerca de dez minutos para dar início ao processo.

Figura 9: Aquecimento da ferramenta



Fonte: o autor

Figura 10: Maçarico de aquecimento



Fonte: o autor

Como pode ser notado nas figuras o maçarico apresentava apenas um anel de aquecimento, seus furos direcionavam a chama em poucos pontos da ferramenta deixando uma variedade de tempera muito grande entre a parte superior da ferramenta e a parte inferior. Observado a situação, foi encontrada a causa raiz do problema que era a falta de calor homogêneo no molde devido o maçarico ser inadequado ao processo.

4.6 Objetivos e Metas

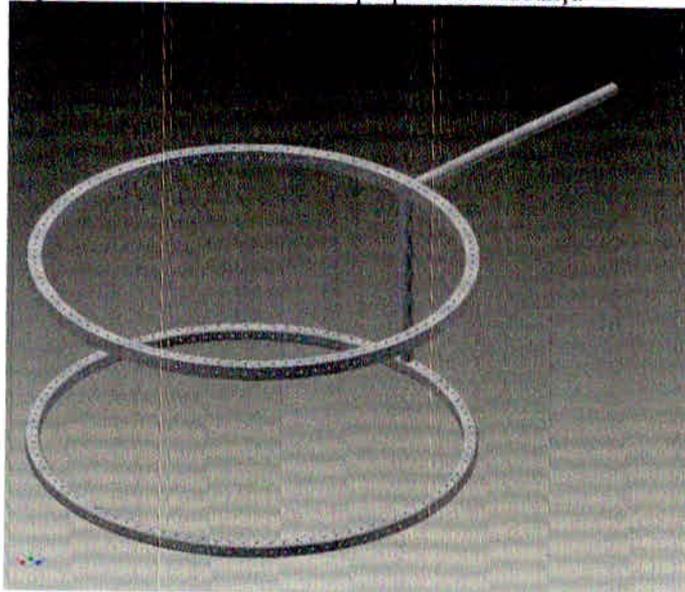
Observando que o maçarico não era adequado para situação causando o alto índice de refugo foi traçado o objetivo de mudança no processo de aquecimento do molde para diminuir o índice de cinco rodas perdidas no início do processo para apenas três rodas.

4.7 Proposta de Mudança

A proposta de mudança era a princípio a compra de um forno elétrico para aquecimento completo do molde, mas feito o estudo de caso foi verificado que não seria viável devido o alto custo do forno e o grande gasto de energia. Foi então projetado um novo maçarico agora com dois anéis um superior e um inferior, trazendo o aquecimento na região das abas da matriz e do macho onde o projeto antigo não atingia a devida região.

A viabilidade para realização da mudança não afetaria em nada economicamente a empresa, já que a confecção dos novos maçaricos eram feitos internamente e não existiriam mais gastos para melhoria do aquecimento da ferramenta. A proposta de mudança do maçarico pode ser observada conforme figura a seguir.

Figura 11: Modelamento 3D da proposta de mudança



Fonte – o autor

Juntamente com a mudança do perfil do maçarico, os colaboradores da ferramentaria foram instruídos a acompanhar o processo de aquecimento do molde para que em toda troca de ferramental o procedimento com o novo equipamento fosse seguido corretamente.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com a mudança do maçarico foi observado que a temperatura do molde ficou homogênea dando apenas uma variação de 5°C em toda geometria da ferramenta que deve iniciar o processo de injeção a uma temperatura de 400°C.

Feito então o processo com o novo equipamento, e em seguida dado início ao processo de injeção, já no primeiro teste o índice de refugo caiu para apenas três rodas. Com o equipamento antigo apenas a sexta roda saía sem defeito e agora a quarta roda já está dentro dos padrões de qualidade de fundição.

5.1 Vantagens econômicas

O custo para se fundir uma roda fica em cerca de R\$ 27,00, hoje a uma média de seis trocas de ferramentais por dia, no que ocasionava em cerca de 40 rodas refugas por motivo de temperatura inadequada do molde para o início de injeção.

- a) Antes da mudança = 30 rodas x R\$ 27,00 = R\$ 810,0/dia;
- b) Após ser feita a mudança = 18 rodas x R\$ 27,00 = R\$ 486,00/ dia;
- c) Resultado= Uma economia de R\$ 9720,00 por mês, no que resultará em um ano, uma economia de R\$ 116640,00.

5.2 Outras vantagens

- a) Redução do acúmulo de rodas;
- b) Redução do manuseio de rodas refugadas;
- c) Redução de energia devido a fundição das rodas refugadas.

CONCLUSÃO

Após a conclusão deste trabalho pode-se evidenciar a eficiência da metodologia *kaizen* dentro de uma empresa, onde essa metodologia busca uma melhoria contínua dentro de qualquer setor da empresa, e essa melhoria pode ser de pequena ou de grande porte, o que importa é sempre estar com o pensamento em mudanças para melhor.

Podemos ver que o *Kaizen* como um processo de aprimoramento contínuo, que consiste na busca de melhorias pela inovação dos processos produtivos, dos métodos, dos produtos, das regras e dos procedimentos. Nesse sentido o *kaizen* procura eliminar todos os problemas de uma organização através da identificação dos potenciais de melhoria, o que é possibilitado pela participação de todos os colaboradores na resolução de problemas, como foi mostrado em todo o trabalho, o resultado da mudança com o auxílio da ferramenta *kaizen* foi absolutamente satisfatório, pois a meta imposta no começo do trabalho foi alcançada e vem se mantendo até os dias atuais.

Destaca-se também o trabalho coletivo, onde todos os envolvidos na fabricação de um produto trabalham para sempre estarem conseguindo o objetivo final de todos que é a satisfação do cliente com a qualidade do produto, tempo de entrega, economia no valor do produto final e segurança e todos esses itens dependem de um único fator, a busca pela melhoria contínua sempre.

REFERÊNCIAS

- BRUNET, A. P.; NEW, S. **KAIZEN in Japan: an empirical study**. International Journal of Operations & Production Management. Vol. 23. Oxford, 2013
- COSTA JÚNIOR, Eudes Luiz. **Gestão do processo produtivo**. Curitiba: IBPEX, 1996.
- IMAI, Massaki. **KAIZEN: estratégia para o sucesso competitivo**. São Paulo: IMAM, 1992
- KAIZEN INSTITUTE. **Baixando os custos e melhorando a qualidade**. Disponível em: www.br.kaizen.com/artigos/kaizen-baixando-os-custos-e-melhorando-a-qualidade.html (consulta em: 25 de Junho de 2015)
- ORTIZ, Chris A. **KAIZEN e implementação de eventos KAIZEN**. São Paulo: BOOKMAN, 2010.
- PORTAL ADMINISTRAÇÃO. **Diagrama de Pareto: guia geral (passo a passo)**. Disponível em: www.portal-administracao.com/2014/04/diagrama-de-pareto-passo-a-passo.html (consulta em: 12 de Setembro de 2015).
- PORTER, Michel E. **Vantagem Competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. Rio de Janeiro: Campus, 1990.
- SHINGO, Shigeo. **KAIZEN e a arte do pensamento criativo: o mecanismo do pensamento científico**. Tradução por: FARIA, Luiz Cláudio de Queiroz. São Paulo: BOOKMAN, 2010.