

**UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO PROF. JOSÉ DE SOUZA HERDY
UNIGRANRIO**

**JEFFERSON SILVA DO NASCIMENTO
JOÃO PEDRO RECIO SILVA**

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA A
MELHORIA NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO CUBO SEM
REFRIGERAÇÃO**

**DUQUE DE CAXIAS
2015**

JEFFERSON SILVA DO NASCIMENTO

JOÃO PEDRO RECIO SILVA

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA A
MELHORIA NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO CUBO SEM
REFRIGERAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade do Grande
Rio “Prof. José de Souza Herdy” como
parte dos requisitos parciais para
obtenção do grau de Engenheiro de
Produção.

Orientador: Prof.

DUQUE DE CAXIAS

2015

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UNIGRANRIO – NÚCLEO DE COORDENAÇÃO DE BIBLIOTECAS

N244a Nascimento, Jefferson Silva do.

Aplicação de ferramentas da qualidade para a melhoria no processo de fabricação do cubo sem refrigeração / Jefferson Silva do Nascimento, João Pedro Recio Silva. – Duque de Caxias, 2015.
48 f. : il. ; 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia de Produção) – Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”, Escola de Ciências e Tecnologia, 2015.

“Orientador: Prof. João Francisco de Oliveira Antunes”.
Referências: f. 47

1. Engenharia de produção. 2. Gestão da qualidade. 3. Peças de máquinas – Indústria. 4. Ciclo de vida do produto. I. Silva, João Pedro Recio. II. Antunes, João Francisco de Oliveira. III. Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”. IV. Título.

CDD – 658.5

JEFFERSON SILVA DO NASCIMENTO

JOÃO PEDRO RECIO SILVA

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA A
MELHORIA NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO CUBO SEM
REFRIGERAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido a banca examinadora designada pelo Colegiado do Curso Superior em Tecnologia em Petróleo e Gás da Universidade do Grande Rio- Prof. José de Souza Herdy, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Engenheiro de Produção.

Aprovado por:

Prof. /DSc; MSc; Esp.; Bel.

Prof. /DSc; MSc; Esp.; Bel.

Orientado por:

Prof. /DSc; MSc; Esp.; Bel.

Duque de Caxias

2015

DEDICATÓRIA

A todos aqueles que de alguma forma estiveram próximos de nós durante toda a jornada, fazendo com que esse sonho pudesse ser realizado com muito esforço.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, que nos guiou durante todos os nossos passos durante todos esses anos. A todas as nossas respectivas famílias, pela confiança e apoio durante toda caminhada. Todos os agradecimentos pela paciência e conhecimento transmitido do nosso professor e orientador João Francisco. A todos os nossos colegas que nos ajudaram direta ou indiretamente para que o trabalho fosse concluído.

*“Para realizar grandes conquistas, não devemos apenas agir, mas também sonhar;
não apenas planejar, mas também acreditar”
(Anatole France)*

RESUMO

Este trabalho, desenvolvido em uma empresa de fabricação de peças, apresenta a importância da utilização de métodos e ferramentas da qualidade para a possibilidade de melhoria em determinado processo onde há dificuldade de cumprimento de prazo de entrega. O estudo objetivou o diagnóstico para que fosse identificado o problema que causa o atraso nas entregas, bem como a proposição de melhorias. Realizou-se um levantamento de potenciais problemas que são ocorridos no processo produtivo através de números obtidos pela empresa e assim ser possível identificar as principais causas e efeitos destas falhas através da utilização das ferramentas Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto e *Brainstorming*. Posteriormente com a utilização do 5 Por Quês foram feitas propostas de melhorias e planejamento para ações que corrigissem os erros, de acordo com o ciclo PDCA e Masp.

Palavras-chave: Qualidade, Ferramentas, MASP, Ciclo PDCA, Processos.

ABSTRACT

This work, developed in a manufacturing company, presents the importance of using methods and quality tools for the possibility of improving certain process where get the difficulty for lead time to comply. The study aimed to identify a diagnosis for the problem for causing delays in deliveries, as well as proposing improvements. We carried out a survey of potential problems that happens on production process by the company numbers so that to be possible the main causes and effects by this failures using the Ishikawa diagram, Pareto diagram and Brainstorming. Then, by utilizing 5 Whys we did improvement proposals and corrective action planning to fix the problems, according to the PDCA cycle and MASP.

Keywords: Quality, Tools, MASP, PDCA cycle, processes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo Básico de Fluxograma	22
Figura 2 - Exemplo de Gráfico de Pareto	23
Figura 3 - Exemplo Diagrama Causa e Efeito	24
Figura 4 - Histograma.....	25
Figura 5 - Ciclo PDCA	29
Figura 6 - Mancal sem refrigeração.....	32
Figura 7 - Bucha para desgaste	33
Figura 8 - Fluxograma do processo de fabricação do produto	34
Figura 9 - Diagrama de Ishikawa.....	38
Figura 10 - Ferramenta 5 Por Quês	40
Figura 11 - Aplicação do ciclo PDCA na mudança de procedimento	41
Figura 12 - Fluxograma após aplicação da proposta	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplo de Folha de Verificação	22
Quadro 2 - Etapas e duração do processo	35
Quadro 3 - Duração para fabricação das peças do equipamento	36
Quadro 4 - Etapas do processo produtivo após proposta	43
Quadro 5 - Duração dos processos após mudanças	44

GLOSSÁRIO DE SIGLAS E SÍMBOLOS

GQT – Gestão da Qualidade Total

HB – *Brinell Hardness*

ISO – *International Organization for Standardization*

LTDA – Limitada

MASP – Método, Análise e Solução de Problemas

PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

SAE – *Society of Automotive Engineers*

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	14
1.1 Problema	17
1.2 Objetivos.....	17
1.2.1 Objetivo Geral	17
1.2.2 Objetivos Específicos	18
1.3 Justificativa	18
1.4 Metodologia	19
1.4.1 Quanto aos fins	19
1.4.2 Quanto aos meios	19
1.4.3 Universo	19
1.4.4 Seleção dos sujeitos	19
1.5 Estrutura do Trabalho	19
2 – REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA	21
2.1 Ferramentas da Qualidade	21
2.1.1 Estratificação.....	21
2.1.2 Fluxograma	21
2.1.3 Folha de Verificação.....	22
2.1.4 Diagrama de pareto.....	23
2.1.5 Diagrama de causa e efeito	23
2.1.6 Histograma.....	25
2.1.7 Carta de controle.....	25
2.1.8 5 Por quês.....	26
2.2 Ferramentas Auxiliares da Qualidade.....	26
2.3 Métodos da Qualidade.....	27
2.3.1 Conceito de MASP	27
2.3.2 Conceito de PDCA	27
3 – ESTUDO DE CASO	30
3.1 Apresentação da Empresa	30
3.2 Situação geral da comercialização do produto	31
3.3 Mancal sem refrigeração	31
3.4 Bucha para desgaste	32
3.5 Primeiro ensaio.....	34
3.5.1 Coleta de dados	35
3.6 Análise de dados	36
3.7 Identificação dos motivos para atrasos.....	37

3.8 Identificação do número de ocorrências dos problemas.....	38
3.9 Identificação da possível origem do problema macro	39
3.10 Proposição de melhorias	40
3.11 Troca do material.....	41
4 – RESULTADOS E ANÁLISE.....	43
5 – CONCLUSÃO	45
6 – PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
ANEXO A – CLASSIFICAÇÃO DE DUREZA DOS AÇOS E SUAS RESPECTIVAS CARACTERÍSTICAS	48

1 – INTRODUÇÃO

Cada vez mais as empresas buscam melhorias em seus processos internos, para que se possa obter um número menor de perdas e sonham com sucesso na otimização de tempo, ou seja, aproveitar de forma mais objetiva, o tempo no período de trabalho, dentro do ambiente administrativo, ambiente comercial e principalmente na produção da empresa.

Para que haja qualidade nos produtos e serviços das organizações, é de suma importância que elas se atentem afim de otimizar custos e a quantidade de tempo gasto, para assim despertar a preferência dos consumidores no mercado, para isso é necessário que as empresas tenham controle sobre cada detalhe pertinente a seus processos. De acordo com Campos (1992) para que a empresa mantenha os processos sob controle é preciso saber onde está localizado o problema, analisar todo o processo, realizar a padronização e estabelecer limites de controle para que tais problemas não voltem a acontecer.

Os produtos devem possuir as especificações que atendam às necessidades requisitos e expectativas dos clientes. As empresas devem se organizar de um modo que seja possível: lançar ao mercado produtos que os clientes querem obtendo os resultados estipulados (MOURA, 1997).

Qualidade Total tem por objetivo um conjunto de processos que visa traçar seu perfil e definir suas características, logo depois, determinar as suas necessidades, conveniências e expectativas e, antes de tudo, como atendê-las. (PALADINI, 1997).

A busca pela qualidade é um processo de bastante complexidade principalmente quando se tem, por exemplo, empresas que jamais adotaram algum tipo de planejamento que envolva coleta de dados e aplicação de ferramentas direcionadas a melhoria nos resultados, para que consequentemente se possa atingir metas a longo prazo onde o resultado final será a otimização dos processos. A qualidade é uma busca contínua e permanente, além disso, ela somente é atingida quando os sócios, fornecedores, colaboradores e clientes estiverem inteiramente satisfeitos.

Campos (1992) define qualidade como um produto ou serviço que atenda e satisfaça completamente e de forma acessível, confiável, no momento certo e de

forma segura as expectativas e necessidades dos seus clientes. Afirma ainda que a principal característica da qualidade é a preferência do consumidor e que isso que garantirá o sucesso ou não da sua empresa no mercado: a escolha do cliente em seu produto e não a do seu concorrente, hoje e posteriormente.

Moura (1997) diz que é indispensável se investir em qualidade, uma vez que o mercado é constituído por clientes que desejam certos produtos, porém só os adquirem se estes se suas expectativas são atendidas. Portanto a empresa deve reconhecer seus clientes e oferecer produtos que atendam a qualidade, preço e prazos desejados.

A qualidade tem por objetivo impedir que o profissional trabalhe com *feeling* e sim preferencialmente com dados. O que não quer dizer que isso reprima a criatividade, pelo contrário, a desenvolve. Para que haja possibilidade de se trabalhar com dados, porém, é necessário coletá-los (LINS, 1993).

Nas palavras de Moura (1997) qualidade é um modo de organização e gestão de empresas que visa garantir aos produtos e serviços características que os clientes percebam e estejam adequadas às suas necessidade e expectativas.

Já segundo Mariani, (2005) para se tomar decisões com maior precisão, é preciso trabalhar com informações buscadas no processo interpretando corretamente informações disponíveis como forma de eliminar o empirismo.

Em concordância com Seleme *et al.* (2008) a qualidade não é apenas uma opção para as empresas, pois a concorrência se utiliza de métodos e ferramentas com a intenção de extrair todo o potencial de melhoria e aceitação do produto.

Para Moura (1997) existem muitas técnicas e modos de gestão de qualidade, que possuem o propósito de criar as condições adequadas nas empresas para o poderem ser obtidos os melhores resultados possíveis. Obter máxima produção com o menor uso de recursos possível, para que se possa obter a melhoria da *performance* empresarial e que haja sucesso no negócio.

Gestão da Qualidade, que também é conhecido como Gestão pela Qualidade Total (GQT) e seus correlatos. Define-se pela norma da *International Organization for Standardization* (ISO) 8402 como “modo de gestão de uma organização, centrado na qualidade e baseado na participação de todos os seus membros, visando ao sucesso a longo prazo, através da satisfação do cliente e dos benefícios para todos os membros da organização e para a sociedade” (MOURA, 1997).

De acordo com Lins (1993) existem ferramentas que auxiliam coleta de dados e na análise de problemas. São simples e de fácil utilização. As ferramentas são: Fluxograma, Folha de Verificação, Diagrama de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, Gráfico de Tendências, Histograma, Carta de Controle e Gráfico de Dispersão. Ainda há ferramentas que auxiliam as principais: *Brainstorming*, Técnica Nominal de Grupo, Diagramas de Apresentação, Análise de Forças de Campo, *Checklist* e Análise de Capacidade de Processo.

Segundo César (2011) as ferramentas da qualidade fazem com que as pessoas envolvidas no controle da qualidade vejam através de seus dados e compreendam a razão dos problemas, sendo assim possível determinar soluções para que sejam eliminados. Sua finalidade é eliminar ou reduzir as fontes de variação controláveis em produtos e serviços.

Em concordância com Moura (1997) os resultados dos processos são coletados e analisados e ao ser identificado um problema, um grupo é formado para que se utilizem as 7 ferramentas da qualidade representadas por: Fluxograma, Folha de Verificação, Gráfico de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, *Brainstorming*, Diagrama de Dispersão e Carta de Controle.

É comum no nosso país, dar-se mais importância às ferramentas gerenciais do que ao método utilizado. Com isso, as pessoas se tornam especialistas nas ferramentas, mas não sabem como utilizá-las. Para ele é necessário primeiro que as pessoas dominem o método e apenas depois disso aprenderem a utilizar as ferramentas, que de fato são utilizadas: Estratificação, Diagrama de Causa e Efeito, Diagrama de Pareto e *Checklist* (CAMPOS, 1992).

Com o uso das ferramentas básicas pode representar um ponto de partida para a melhoria do processo, além de redução de custos operacionais (LINS, 1993).

Para Seleme *et al.* (2008) ferramentas da qualidade são muito simples e eficazes que auxiliam a gestão na solução de problemas e ainda permite o crescimento do ser humano em direção a melhoria da qualidade.

De acordo com Paladini (1997) existem ferramentas tradicionais que tem por objetivo auxiliar quem as usa a entenderem melhor o processo para se providenciar meios para melhorá-lo. Ele as define como: Diagrama de Causa-efeito, Histogramas, Gráficos de Controle, Folhas de Checagem, Gráfico de Pareto, Fluxograma e Diagrama de Dispersão.

1.1 Problema

A empresa Nascimaq Comércio de Máquinas e Equipamentos Limitada (LTDA), tem como principal atividade atender seus clientes que atuam no ramo de extração de areia, além de dar suporte, como serviços de manutenção e reparos de equipamentos utilizados na extração, a Nascimaq também possui uma linha de produtos que tem por objetivo fornecer esses equipamentos.

O aumento de demanda, têm causado sérias dificuldades para que a empresa em estudo possa cumprir prazos e atingir metas de produção. A necessidade de obter dados para que seja encontrado o real empecilho no intuito de resolver os problemas que causam esse atraso na produção ficam ainda mais evidentes, conforme as quantidades de pedidos se acumulam.

Um dos componentes principais utilizados na extração de areia é o Mancal sem Refrigeração, principal equipamento comercializado pela empresa, a fabricação deste equipamento está sendo responsável por causar sérios transtornos, pois por vezes ela falha no momento de cumprir com os prazos de entrega. Para solucionar tais transtornos será aplicado métodos da qualidade já citados anteriormente para otimização do processo de fabricação, ainda serão abordados os métodos que serão utilizados, para que seja possível encontrar o ponto falho do processo de fabricação do equipamento. Assim faz-se necessária a descrição do processo antigo, a coleta de dados, a descrição do novo processo e o plano de ação direcionado para a resolução do problema.

A realização da pesquisa para que possa ser identificado a etapa do processo que causa a maior dificuldade de fabricação, será possível por meio de estudos e aplicações de recursos da qualidade, tendo em vista a diminuição do tempo gasto e consequentemente a maior produtividade da empresa, para que seja solucionado a questão dos prazos de entrega do equipamento.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Otimizar a fabricação do Mancal sem Refrigeração da empresa Nascimaq Comércio de Máquinas e Equipamentos LTDA.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a qualidade do processo de fabricação do Mancal sem Refrigeração.
- Executar um plano de ação e aplicar a Metodologia, Análise e Solução de Problemas (MASP) e *Plan, Do, Check, Act* (PDCA) no gerenciamento do problema em questão para alcançar maiores níveis de qualidade.
- Utilizar as principais ferramentas de gestão da qualidade no controle da produção do equipamento.

1.3 Justificativa

A pesquisa realizada visa otimizar o processo de fabricação do equipamento em questão, onde com as melhorias aplicadas de maneira adequada trarão um aumento significativo na participação da empresa no mercado e juntamente a sua representatividade atendendo a demanda esperada. A otimização nas etapas de fabricação do “Mancal sem Refrigeração” é vista como de grande importância para que a empresa possa vir a atingir seus objetivos no que diz respeito a atender as expectativas dos clientes.

Os problemas que a empresa tem encontrado durante as etapas de fabricação, principalmente a demora durante os processos por quais as peças em fabricação são submetidas, fazem com que não seja possível ter uma produtividade adequada de acordo com a esperada, este é o principal motivo pela qual a pesquisa foi elaborada, ou seja, com a busca pela otimização dos processos, o aumento da produtividade será apenas consequência do sucesso obtido em relação a eliminação dos problemas encontrados.

Com o processo atual é preciso realizar um acompanhamento intenso por todos os envolvidos neste processo de fabricação. Esta demora causa sérios danos a reputação da empresa, onde os clientes mostram bastante insatisfação no que diz respeito ao tempo de espera, assim recorrem a outros fabricantes e diminuem a quantidade de pedidos do equipamento no qual o equipamento é utilizado ou até mesmo para possíveis compras com o objetivo de tê-lo como peça de reposição em seu estoque.

1.4 Metodologia

1.4.1 Quanto aos fins

A investigação científica a ser utilizada será o estudo de caso e levanta informações sobre o material que visa ter seu processo melhorado e dos dados coletados da empresa Nascimaq Comércio de Máquinas e Equipamentos para o desenvolvimento do seu produto Cubo sem Refrigeração.

1.4.2 Quanto aos meios

Foram utilizados no trabalho está a coleta de dados acerca da empresa a ser analisada. Além disso serão feitas pesquisas bibliográficas para que se tome conhecimento do material relevante, tendo como base o que já foi citado sobre o assunto em questão, para que se possa chegar a conclusões que possam servir de embasamento para possíveis pesquisas futuras.

1.4.3 Universo

O universo estudado nesta monografia são tratam-se dos conceitos de gestão da qualidade, estabelecidos pela norma ISO 8402.

1.4.4 Seleção dos sujeitos

Os sujeitos participantes são colaboradores da empresa que compõem o escopo do sistema do processo produtivo do material em questão, como operadores das máquinas, gerente, e mecânicos.

1.5 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está dividido em cinco capítulos, assim expostos:

No Capítulo I constam as considerações iniciais com uma abordagem geral sobre o tema que rege o trabalho, o problema em que o trabalho é focado, objetivo

geral e específicos, delimitação do estudo, justificativa, e procedimentos metodológicos do trabalho.

O Capítulo II mostra um levantamento bibliográfico sobre os temas principais que estão presentes no trabalho, como as principais ferramentas básicas da qualidade, a importância do uso de MASP e ciclo PDCA.

No Capítulo III é apresentada a empresa do estudo em questão e sua situação. O estudo foi iniciado com análise da situação atual dos processos de fabricação de seu produto com seus atrasos, suas frequências e causas. Para a conclusão do estudo, foram utilizados ferramentas da qualidade para que fosse possível analisar as possíveis causas e consequentemente as suas prováveis raízes e buscar propor melhoras para o problema identificado.

No Capítulo IV são apresentados os resultados obtidos após a aplicação das propostas de melhorias que foram feitas ao potencial problema e em seguida a análise dos resultados obtidos em comparação aos resultados iniciais.

No Capítulo V serão expostas as principais conclusões referentes ao trabalho. Serão também listados assuntos que não foram abordados no estudo presente, mas que podem ser considerados promissores para um próximo estudo.

2 – REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

2.1 Ferramentas da Qualidade

2.1.1 Estratificação

Em concordância com Campos (1992) Estratificação é dividir um problema em camadas de outros problemas de origens diferentes. Ela é uma “análise de processo” pois se trata de um meio para se encontrar a origem do problema.

A estratificação consiste na divisão de um grupo em vários subgrupos com base em fatores apropriados, que são chamados de fatores de estratificação. Representa também o agrupamento de informações sob diversos pontos de vista, focalizando a ação (CÉSAR, 2011).

2.1.2 Fluxograma

O Fluxograma trata do processo passo a passo em sua sequência e em qual momento as decisões são criadas. Ela é uma ferramenta de análise e tem como principais elementos: Atividade, Decisão, Resposta e Início/Fim (LINS, 1993).

De acordo com Campos (1992) a utilização de Fluxogramas é de suma importância para que haja uma padronização e assim haja o entendimento do processo por parte dos envolvidos. Para Paladini (1997) fluxogramas são representações gráficas das etapas em que um processo passa. Eles permitem se entender rapidamente como um processo funciona.

Bond *et al.* (2012) afirma que o fluxograma demonstra passo a passo a sequência de um trabalho desenvolvido e seu principal objetivo consiste em análise de processos, para se perceber possíveis fatores burocráticos e o tempo em que são realizadas as tarefas.

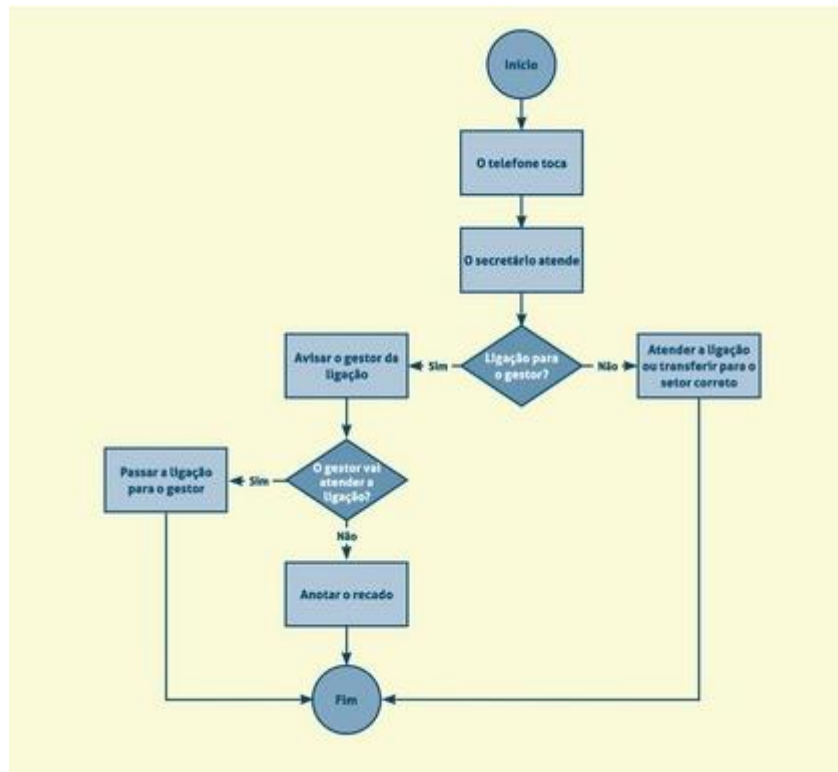


Figura 1 - Exemplo Básico de Fluxograma
Fonte: Bond (2012)

2.1.3 Folha de Verificação

De acordo com Lins (1993) Folha de Verificação se trata de um quadro onde se é especificado o número de vezes de determinado evento/problema ocorre durante o processo, de forma simplificada.

Chamado por Paladini (1997) como Folha de Checagem, tem por função registro de dados. Ela é flexível na sua organização, uma vez que é estruturada de acordo com as necessidades de quem a usa.

Quadro 1 - Exemplo de Folha de Verificação

ITEM	OCORRÊNCIAS			
A	IIIII	IIIII	IIIII	IIIII
B	III			
C	IIIII	III		
D	IIIII	IIIII	II	

Fonte: Adaptado de Lins (1993)

2.1.4 Diagrama de Pareto

Diagrama de Pareto, como é chamado, é uma figura simples para se dar uma representação gráfica à Estratificação. Lins (1993) define que Gráfico de Pareto é utilizado para se pegar as principais causas e serem desdobradas com cada vez mais detalhamento, para se cegar as causas primárias e assim quantificar a importância das causas de cada problema (CAMPOS, 1992).

Já Paladini (1997) diz que Gráfico de Pareto define, de acordo com sua importância, causas que atuam no processo e as classifica.

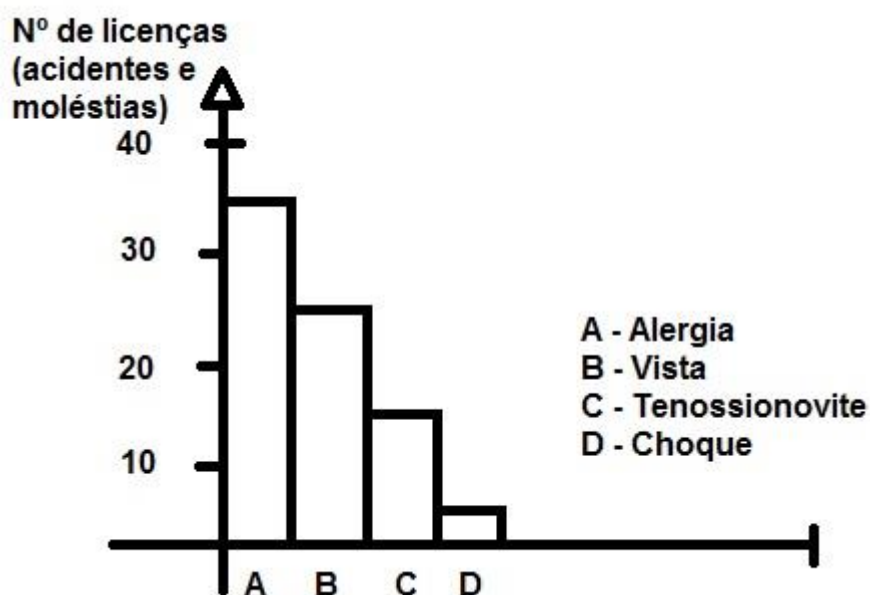


Figura 2 - Exemplo de Gráfico de Pareto
Fonte: Adaptado de Lins (1993)

2.1.5 Diagrama de causa e efeito

Segundo Campos (1992) Diagrama de Causa e Efeito foi dividido em famílias de causas (matéria-prima, medida, meio ambiente, máquina, método e mão-de-obra) para que todos os envolvidos na organização pudessem diferenciar o fim dos de seus respectivos meios.

O objetivo do Diagrama de Causa e Efeito é identificar a relação entre o efeito e as possíveis causas do problema. Primeiramente é preciso estipular o problema a ser analisado. Logo após é reproduzido um diagrama em forma de espinha de peixe

onde na cabeça é descrito o efeito e em suas espinhas, as possíveis causas (BOND, 2012).

Lins (1993) diz que Diagrama de Causa e Efeito, também conhecido como Diagrama “Espinha de Peixe” também tem por objetivo identificar as causas dos problemas. Ele permite, através de seis grupos básicos de causas (máquinas, mão-de-obra, materiais, métodos e ambiente) desdobrá-los em detalhes adequados às soluções.

Para Moura (1997) Diagrama de Causa e Efeito identifica quais são as causas que influenciam no resultado, sendo desejados ou não. Ela é utilizada, além de identificar causas do problema, planejar e definir todo o processo e se baseia em 6 conjuntos que são iniciados com M: Matéria-Prima, Mão-de-obra, Meio, Máquina, Medida e Método. Diagrama de Causa-efeito ilustra as principais causas de um processo, de onde surgem subcausas (menos importantes) para cada uma delas, levando ao sintoma, efeito final de cada uma ou de todas as causas (PALADINI, 1997).

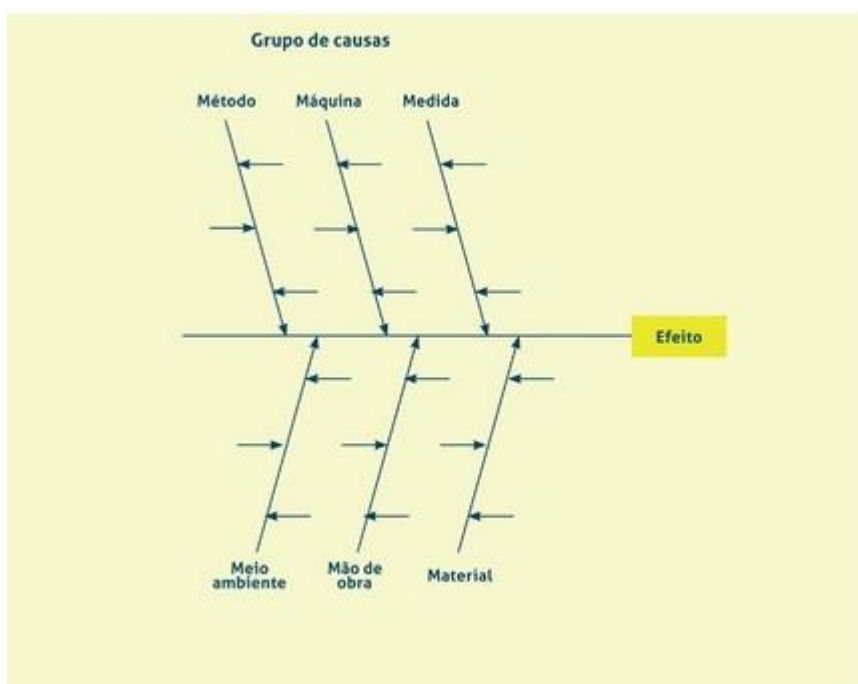


Figura 3 - Exemplo Diagrama Causa e Efeito
Fonte: Bond (2012)

2.1.6 Histograma

Paladini (1997) define que histogramas são utilizadas para a representação de dados. Ela facilita a visualização do padrão básico. Histograma apresenta valores de características apresentadas por faixas, analisando com que frequência certos fenômenos ocorrem LINS (1993).

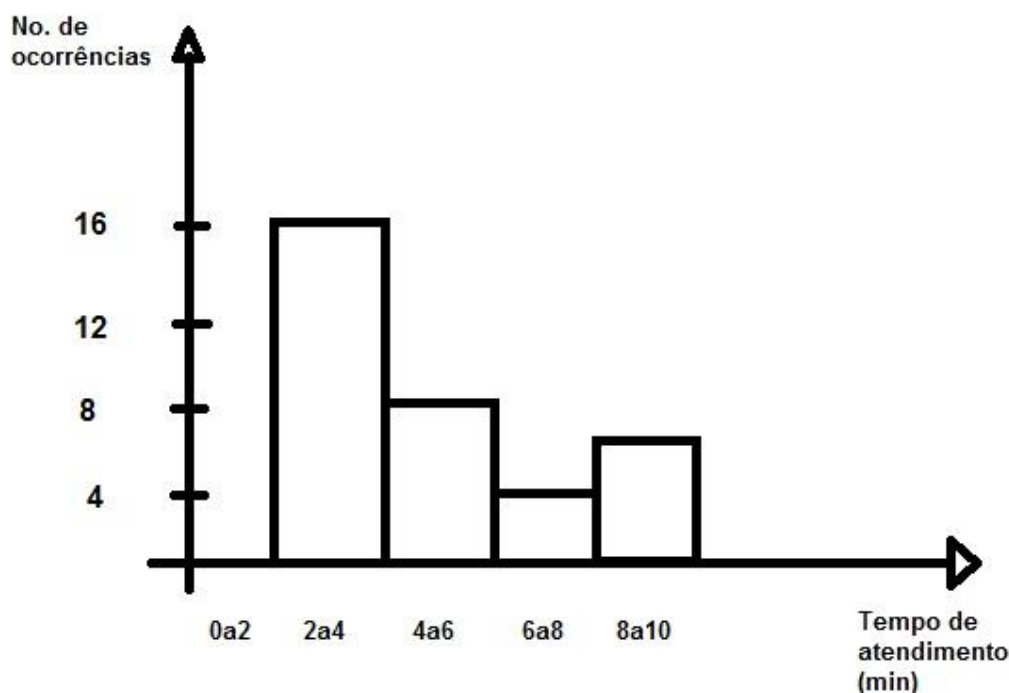


Figura 4 - Histograma
Fonte: Adaptado de Lins (1993)

2.1.7 Carta de controle

Para Lins (1993) Carta de Controle faz o acompanhamento dos processos, para saber se estes estão sob controle. Para isso é preciso analisar os desvios de comportamento que ocorreram com o tempo, identificar suas causas e resolvê-las. Carta de Controle tem como objetivo sinalizar os desvios a serem mudados e corrigidos, além de estipular a necessidade de diminuir a dispersão dos limites de controle (CAMPOS, 1992).

Moura (1997) afirma que na Carta de Controle os resultados terão de ser registrados em ordem para que se haja comparação com as metas estipuladas, e é importante que se analise os resultados não isoladamente, mas sim com o decorrer

do tempo. Por isso esse instrumento tem como objetivo acompanhar a tendência dos resultados, para que se analise a necessidade ou não de ação corretiva. Em concordância com Paladini (1997) Gráfico de Controle estipula limites dentro das medidas que especificam os limites inferiores e superiores.

2.1.8 5 Por quês

De acordo com Fonseca *et al.* (2006) o uso dessa ferramenta consiste em se perguntar “por quê?” algumas vezes quando se depara com um problema, para se ir além e identificar a raiz do problema. Ele salienta que embora seu nome seja “5 Por Quês”, o número de vezes em que ela é posta não é significante, contanto que seja identificada a raiz do problema.

2.2 Ferramentas Auxiliares da Qualidade

Lins (1993) afirma que muitas ferramentas auxiliares são de grande apoio para se obter a abordagem dos principais problemas na qualidade, serve de apoio às ferramentas básicas e facilita a organização do trabalho de análise e apresentação dos resultados. O *Brainstorming* se trata de um conjunto de ideias dos participantes visando se obter mais opções para a solução das anormalidades ocorridas nos processos, as ideias devem fluir e não deve haver interpretação das mesmas, feitas por livre expressão.

A Técnica Nominal de Grupo é utilizada quando se faz necessário formalizar e controlar os *brainstormings*. Os Diagramas de Apresentação são utilizados para se mostrar, de forma gráfica, ocorrências do processo. A Análise de Forças de Campo é feita para se avaliar fatores que influenciam em determinados problemas, para assim se solucionar ou facilitar a sua solução. *Checklist* é feita previamente para se obter o controle das tarefas realizadas e avaliação posterior. A Análise de Capacidade é desenvolvida a partir da Carta de Controle. Uma vez que o processo se encontra sob controle, é avaliado se ele pode atender às expectativas estabelecidas.

Todas essas ferramentas permitem abordar problemas relacionados com processos de produção. Pode-se atacar um problema a partir de sua identificação por uma falha, reclamação ou perda. A identificação das causa e solução definitiva

dos problemas identificados representarão uma melhoria no processo de produção com frutos no futuro (LINS, 1993).

Além das ferramentas, alguns métodos também são utilizados no gerenciamento da qualidade de processos organizacionais. Segundo Campos, (1992) métodos de soluções de problemas são peças fundamentais para que “o controle da qualidade possa ser exercido”. Pode-se citar especialmente MASP e PDCA.

2.3 Métodos da Qualidade

2.3.1 Conceito de MASP

Segundo Arioli (1998) MASP se trata de uma ferramenta aplicada de forma sistemática que age contra uma ação insatisfatória ou para o alcance de um objetivo de melhoria. Elas são identificadas, eliminadas ou melhoradas, através de etapas pré-determinadas com base no ciclo PDCA. Ela funciona como um método eficiente para gerar melhorias, envolvendo determinado grupo de pessoas para tomar decisões, visando a qualidade dos produtos e serviços (ARIOLI, 1998).

Nas palavras de Werkema (1995) MASP consiste em uma sequência de procedimentos racionais, baseada em fatos e dados, que visam levantar uma causa principal do problema e assim eliminá-lo. Problemas de qualidade nos processos das empresas são extremamente prejudiciais pra qualquer ambiente produtivo, pois geram grandes custos para as organizações. Desta forma, surge o MASP que tem como principal objetivo eliminar a possibilidade de reincidência de determinada anomalia, agindo sempre de acordo com a filosofia da melhoria contínua (CAMPOS, 1992).

2.3.2 Conceito de PDCA

O método PDCA é utilizado pelas empresas para o gerenciamento dos seus processos internos de forma a garantir que sejam alcançadas as metas estabelecidas, tomando as informações como um fator de direcionamento das decisões (MARIANI, 2005). Em concordância com Campos (1992) uma das funções do ciclo PDCA é manter as “diretrizes de controle” quando o processo se mostra

repetitivo, além de também ser utilizado na melhoria de nível de controle, quando o processo não é repetitivo e plano tem uma meta bem definida.

Mariani, (2005) afirma que primeira fase do método PDCA corresponde ao *Plan* (planejamento) em que se definem todas as metas ideais do processo analisado, estabelecendo-se os métodos para a sua consecução. A segunda fase corresponde o *Do* (execução) onde é realizado o treinamento das pessoas envolvidas, junto com o início da execução de tudo o que foi planejado. Logo após a terceira etapa consiste no *Check* (verificação) para que sejam comparados os dados da execução (que foram registrados) com o que foi planejado na primeira etapa. Por fim, a quarta etapa *Act* implica nas ações corretivas, onde se tem dois caminhos possíveis: Os dados coletados demonstraram que não foi possível alcançar o que foi proposto, nesse caso deve se estudar ações corretivas e retomar o método do PDCA; entretanto se os resultados obtidos atingiram o que foi proposto, então deve-se padronizar todo o processo e garantir a sua continuidade.

De acordo com Moura (1997) a função do ciclo PDCA é a orientação de atividades para que se possa gerenciar uma tarefa, processo e empresa. Cada letra identifica uma etapa do ciclo: P = Planejamento, D = Desenvolvimento, C = Checagem e A = ação corretiva.

Para Campos (1992) a primeira fase que atende como *Plan* condiz com o estabelecimento da diretriz do controle, por meio de procedimentos-padrão que são necessárias a manutenção além da definição de itens de controle. A fase seguinte intitulada como *Do* conta com treinamentos para os participantes do processo, baseando-se no procedimento-padrão, além de coleta de dados e a execução de tarefas. A terceira fase chamada de *Check*, apresenta os itens de controle coletados que devem ser verificados. A última fase, *Action* diz que se tudo estive conforme o planejado deve-se manter o procedimento atual para que o resultado obtido possa se manter, caso isso não aconteça e ocorra algo inesperado, a chefia deve ser comunicada para que sejam tomadas medidas corretivas.

A primeira etapa do ciclo PDCA estipula quais são os objetivos da empresa, metas a serem atingidas e meio a serem utilizados. A próxima etapa define se as pessoas envolvidas estão comunicadas e treinadas, se as ações estão sendo feitas como planejado e se fazer o registro dos resultados. A terceira etapa estabelece se as propostas foram atingidas ou não, e quais as diferenças entre os resultados

obtidos e as metas. A última etapa questiona o que poderá ser feito para a melhora desses resultados, caso não tenham sido alcançados (MOURA, 1997).

Segundo Campos, (1992) é importante ressaltar as diferenças entre métodos e ferramentas. Método é a sequência lógica para que seja atingida a meta desejada. Ferramenta é um recurso a ser utilizado no método. De nada adianta conhecer várias ferramentas da qualidade se o método não é dominado.

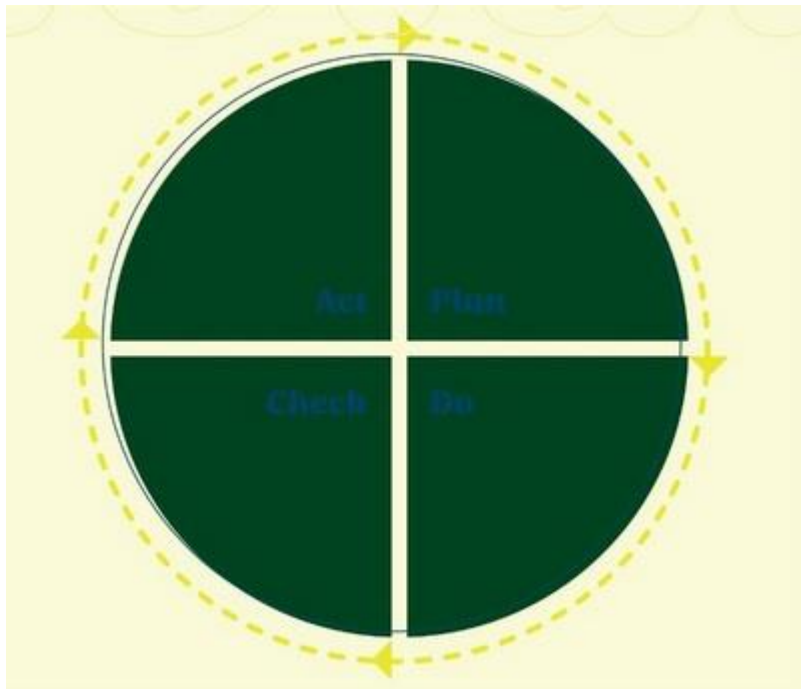


Figura 5 - Ciclo PDCA
Fonte: Bond (2012)

3 – ESTUDO DE CASO

Este capítulo apresenta a aplicação, tanto teórica como prática, conforme abordados no capítulo anterior, para o objetivo de melhora na produção seja alcançado neste trabalho. O tema definido neste estudo foi com o objetivo de identificar e propor mudanças para a resolução do problema. No capítulo vigente é apresentada a situação atual da fabricação do produto pela empresa, assim como a visão geral da peça em questão, um primeiro ensaio para coleta de dados com as atividades que compõem o ciclo. Em seguida, foram feitas análise dos dados coletados, baseados nas ferramentas e métodos da qualidade que serviram de suporte para a identificação do problema e melhorias propostas.

3.1 Apresentação da Empresa

Em outubro de 1999 foi fundada a empresa Nascimaq Comercial LTDA, situada no antigo parque fabril de uma empresa em Guadalupe-RJ, ícone na fabricação principalmente de tratores e rolos compactadores durante as duas décadas passadas.

Fundada com o objetivo de oferecer manutenção a tais máquinas que haviam sido comercializadas no passado pela empresa que declarou falência no mesmo ano de fundação da Nascimaq, aos poucos direcionou suas diretrizes para fabricação de equipamentos, passando a atuar, tanto como prestadora de serviços de manutenção em rolos compactadores e tratores, como fabricação de peças para diferentes tipos de atuação do mercado, passando a se especializar em usinagem e caldeiraria.

Atualmente a empresa continua localizada no mesmo espaço de sua fundação, porém encerrou suas atividades de usinagem para atender clientes de diferentes mercados, focou em fabricação única e exclusivamente para sua linha de produtos comercializados, a empresa passou também a ter como principal área de atuação o mercado de extração de areia, tendo uma lista extensa de produtos utilizados nesta finalidade.

3.2 Situação geral da comercialização do produto

A empresa Nascimaq encontra problemas para comercializar o equipamento mancal sem refrigeração, o tempo de fabricação não é adequado para atender a demanda e consequentemente atender os prazos pré-estabelecidos, pois durante o processo acontecem variáveis e contratempos que diferem o tempo final de fabricação de cada equipamento.

Foram realizados de forma experimental um acompanhamento do tempo estimado em que cada conjunto do equipamento é entregue a montagem já em seu estado final com o auxílio da ferramenta de Carta de Controle, foi elaborada uma análise passo a passo de todo o processo que os conjuntos e suas sub-peças precisam passar até estarem prontas para a etapa final, a montagem. Em sequência o processo de fabricação do equipamento foi mais uma vez repetido para a coleta de informações relevantes no sentido de identificar onde é necessário implementar métodos que agilizem estes processos.

3.3 Mancal sem refrigeração

O equipamento Cubo Sem Refrigeração é utilizado para composição de um barco para extração de areia, ele deve ser montado juntamente com a bomba que faz a sucção de areia do fundo da área em que esteja posicionado, podendo ser: lagoas, lagos, rios e outros terrenos onde seja possível realizar a extração de areia.

A principal função deste Mancal é interligar a bomba, onde ele é enroscado no rotor, com o cardam que é montado diretamente com o motor do barco. Além de interligar essas partes, uma outra função é não deixar que esta areia que juntamente com a água é puxada do fundo da área passe para dentro do mancal ou até mesmo vaze para dentro do barco. Caso ocorra vazamento para dentro do equipamento, o mesmo pode sofrer com as avarias causadas pela abrasividade da areia, causando estragos irreversíveis, como por exemplo a quebra dos rolamentos e consequentemente a paralisação do barco, impossibilitando a extração até que um novo Mancal seja instalado.

O subconjunto “selo de vedação” que é um dos seis conjuntos que fazem parte do equipamento é responsável por evitar que isso ocorra, tendo o auxílio de borrachas, oring’s e retentores que são capazes de suportar a alta temperatura causada pela rotação que o equipamento é submetido, além de impedir a passagem de água e suportar o impacto direto da areia. Os outros subconjuntos são: tampas, carcaça tubular, eixo do mancal, buchas para desgaste e polia.

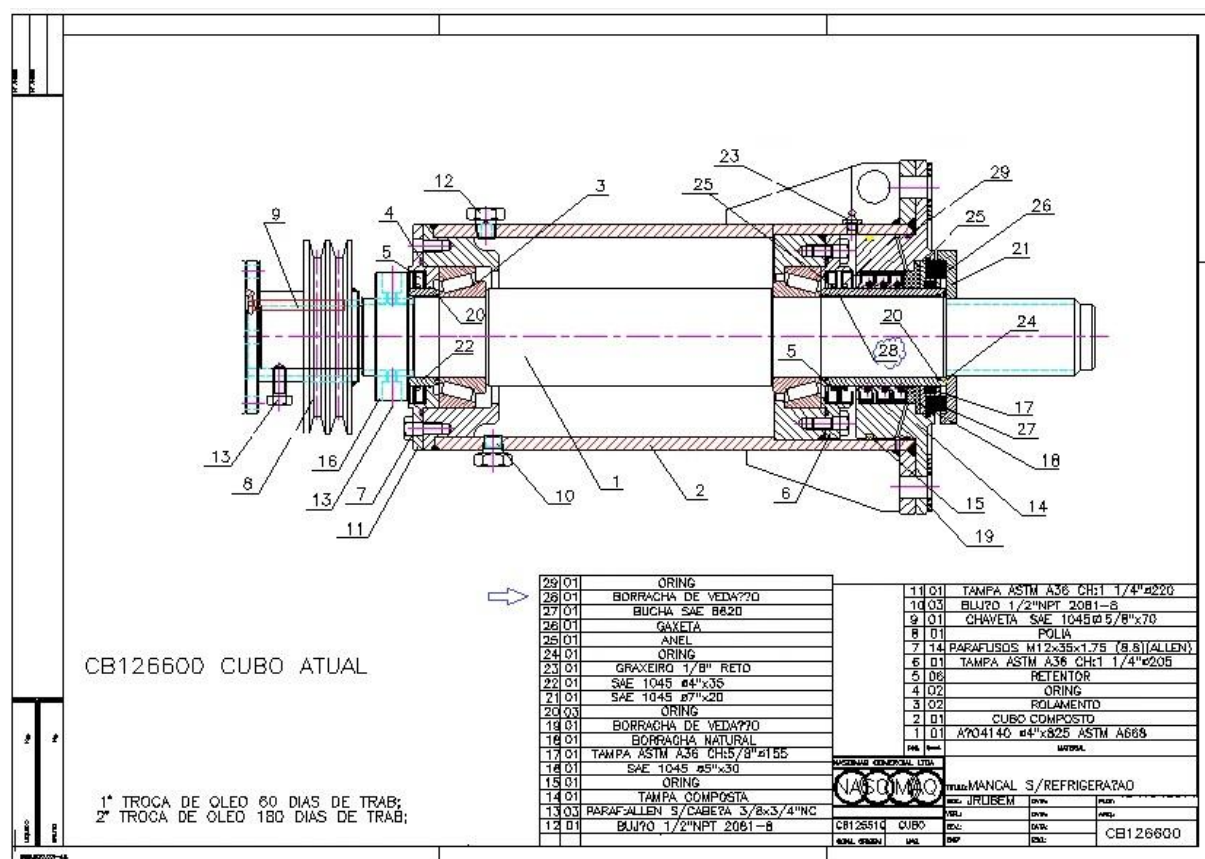


Figura 6 - Mancal sem refrigeração
Fonte: Nascimaq (2015)

3.4 Bucha para desgaste

Neste tópico vamos entender o porquê a bucha precisa passar pelo processo de tratamento térmico. Essa peça é uma das mais importantes do equipamento, é responsável por aumentar a vida útil do Mancal, evitando assim menos paradas do barco para manutenção.

A dureza adquirida no processo de cementação faz com que a bucha proteja o eixo, no intuito de prevenir folga, entre os retentores e o eixo caso eles estivessem

em contato direto. Assim a bucha é montada no eixo e fica em contato direto com os retentores aumentando bastante a resistência e também possibilitando uma vedação perfeita do equipamento, conforme citado anteriormente, este conjunto trabalha junto com o conjunto do selo de vedação, os dois quando montados juntos vedam todo o contato do mancal com a bomba.

O aço escolhido para essa peça foi o *Society of Automotive Engineers* (SAE) 8620, que é um aço altamente receptível ao tratamento térmico, sendo assim a peça ganha quase 1mm de profundidade em dureza, que é capaz de suportar as altas temperaturas que o mancal é submetido.

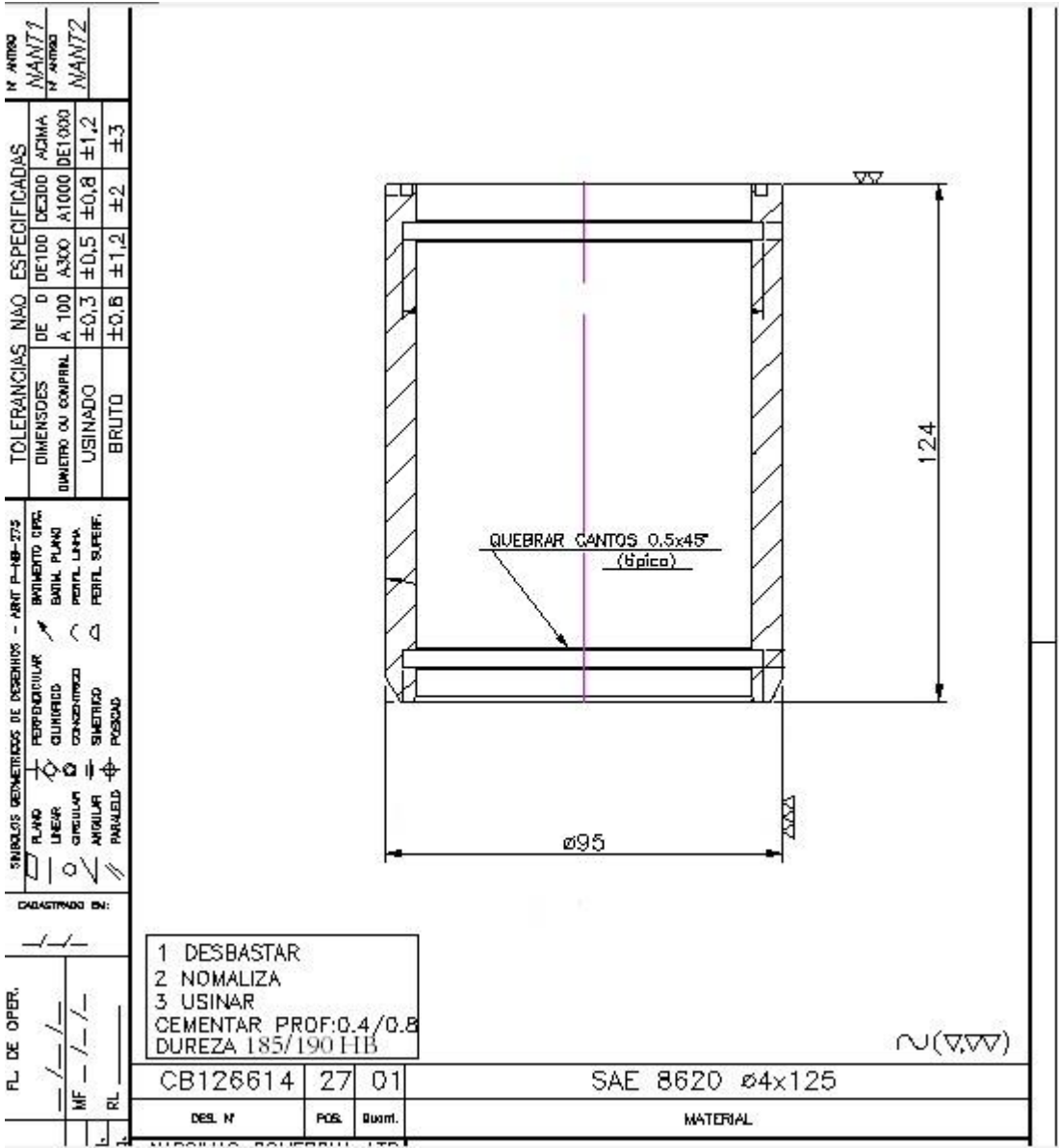


Figura 7 - Bucha para desgaste
 Fonte: Nascimaq (2015)

3.5 Primeiro ensaio

Para que fosse possível extrair dados concretos em relação a fabricação do equipamento Cubo Sem Refrigeração, a produção foi mais uma vez realizada no modelo em que a empresa sempre trabalhou, como pode-se observar no fluxograma abaixo:

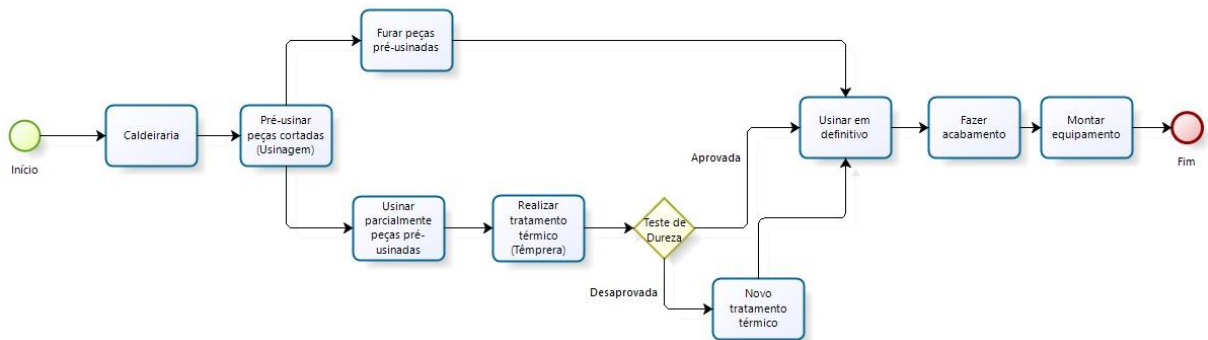


Figura 8 - Fluxograma do processo de fabricação do produto
Fonte: Autores (2015)

Pode-se ver que o processo de fabricação se inicia a partir da caldeiraria, onde as chapas, tubos, tarugos de aço e as nervuras, são cortadas e sofrem as primeiras transformações, em seguida elas são encaminhadas para a usinagem e são desbastadas, as peças que precisam furar são encaminhadas para a furação com auxílio de gabaritos que possibilitam uma furação de forma precisa, após este processo a peça pode ser usinada de forma definitiva.

No entanto uma peça precisa passar pelo processo de têmpera, neste caso ela é usinada de forma parcial, encaminhada para uma empresa especializada em tratamento térmico, esta empresa fica responsável por apresentar relatório de teste que comprovem que a peça tenha atingido a dureza solicitada, ou seja caso a peça não atinja a dureza solicitada no primeiro tratamento, ela é novamente submetida ao mesmo processo, o que difere o que pode causar alteração no prazo de entrega da peça. Após ser aprovada nos testes a peça é coletada pela empresa e encaminhada novamente ao setor de usinagem onde se junta com o restante das peças que foram furadas, nesta fase elas recebem suas medidas de precisão, em seguida passam pela inspeção, são encaminhadas para o setor de solda recebem o acabamento e estão prontas para montagem.

3.5.1 Coleta de dados

Após a realização deste processo de fabricação do equipamento de forma experimental, foi possível ter conhecimento de quanto tempo cada conjunto do equipamento leva até estar pronto para montagem final, foi possível identificar quantos setores da empresa são mobilizados para esta produção além de tornar possível a observação de cada procedimento necessário na fabricação, etapa por etapa.

Foram identificadas 9 etapas diferentes durante toda a análise do processo que se é necessário para fabricação do equipamento, são elas: caldeiraria, desbaste, furação, usinagem parcial, têmpera, usinagem final, solda e acabamento, porém não necessariamente todos os conjuntos precisam passar por todos esses processos.

Quadro 2 - Etapas e duração do processo

ETAPAS	DIAS
CALDERARIA	4
DESBASTE	1
FURAÇÃO	2
USINAGEM PARCIAL	1
TÊMPERA	5 a 6 dias
USINAGEM FINAL	1
INSPEÇÃO	1
SOLDA	1
ACABAMENTO	1

Fonte: Autores (2015)

Identificadas as etapas e a quantidade de tempo que se precisa para a sua finalização, foram relacionadas as etapas e os conjuntos para o conhecimento de quanto tempo é necessário para fabricação de cada conjunto de peças para a montagem final dos equipamentos, o tempo mais uma vez foi disponibilizado em dias, com o auxílio da ferramenta *Checklist*, como pode ser visto no Quadro 3.

Quadro 3 - Duração para fabricação das peças do equipamento

Coleta de tempo para fabricação de conjuntos do mancal sem refrigeração								
Conjuntos /Etapas	Caldeiraria	Desbastar	Furação	Usinagem Parcial	Têmpera	U. Final	Acabamento	Dias
Selo de vedação		✓	✓			✓		2
Tampas	✓		✓	✓		✓	✓	4
Carcaça Tubular		✓	✓			✓		3
Eixo do Mancal		✓				✓		1
Bucha p/ Desgaste		✓			✓	✓		6
Polia	✓	✓	✓			✓		3

Fonte: Autores (2015)

3.6 Análise de dados

Com base nos dados extraídos, percebe-se que 3 etapas precisam de um pouco mais de tempo para estar pronto. Ao observar a etapa em que o material ainda bruto passa pela caldeiraria, não encontrou-se grandes problemas. O processo de corte leva quatro dias, onde dois maçariqueiros ficam responsáveis por cortar peças para conjuntos exceto para Bucha de desgaste onde o aço é comprado pelo setor de compras.

O setor de usinagem fica responsável por três etapas: desbaste, usinagem parcial e usinagem final, nas três etapas a usinagem fica na dependência de outros setores, ou seja, para desbaste é preciso que as peças sejam cortadas pelo setor de caldeiraria, para usinagem parcial é preciso que a bucha já tenha sido desbastada, e para usinagem final é preciso que todas as peças já tenham sido furadas ou passado pelo tratamento térmico. Neste setor, um torneiro mecânico aprendiz é responsável por fazer o desbaste das peças, nesta etapa ele apenas aproxima as medidas e no caso das peças que precisam ser furadas, os encaixes são aprontados para que sejam montados os gabaritos de furação. Além do torneiro aprendiz, outros dois torneiros mecânicos profissionais ficam responsáveis pela usinagem parcial e usinagem final, todos os tornos estão ocupados, a empresa possui apenas três máquinas deste tipo.

Na etapa de furação das peças o tempo levado para finalização é de dois dias, dois furadores que utilizam as duas furadeiras radiais da empresa ficam

responsáveis por furarem todas as peças. O volume de peças é relativamente grande, porém o tempo levado não influencia diretamente no tempo de entrega do equipamento.

A empresa não possui um setor específico de tratamento térmico e somente um conjunto de uma peça passa por essa etapa. Para que a bucha possa ser cementada é necessário que a Nascimaq leve a peça já com as medidas aproximadas para uma empresa especializada em tratamento térmico. Após transportar a peça a empresa, a Nascimaq aguarda um prazo que pode variar de três até cinco dias para que o material esteja nas condições pedidas no desenho, esse prazo de entrega pode variar em até cinco dias, pois depende que o aço atinja a dureza solicitada, caso isso não ocorra a peça passa pelo mesmo processo novamente. Quando a peça é liberada pela empresa de tratamento térmico a Nascimaq faz a coleta e encaminha a peça para o setor de usinagem para que a peça possa ser normalizada e receber as medidas de precisão que são especificadas no desenho.

Com as peças já usinadas e prontas, todas elas são inspecionadas pelo setor de qualidade e liberadas para o setor de solda, um soldador fica responsável por soldar as peças e encaminha-las para o acabamento, que as deixa em condições para a montagem final todo esse processo leva no máximo dois dias.

3.7 Identificação dos motivos para atrasos

Como constatado anteriormente, diversas são as possíveis causas que acarretam em constantes atrasos para a entrega do equipamento para seus clientes. Assim foi proposto no estudo de caso a estruturação e identificação de causas que podem afetar diretamente a produção e consequentemente estes atrasos. Assim, utilizou-se o Diagrama de Causa e Efeito abaixo na Figura 9, uma vez que a função dessa ferramenta é buscar a identificação de possíveis problemas, sejam eles mais ou menos “vitais”.

Para o auxílio dessa ferramenta foi utilizado também o *brainstorming* com os executores participantes diretos na produção do equipamento, para que fosse possível uma troca de ideias sobre as possibilidades de motivos que viessem a ser responsáveis.

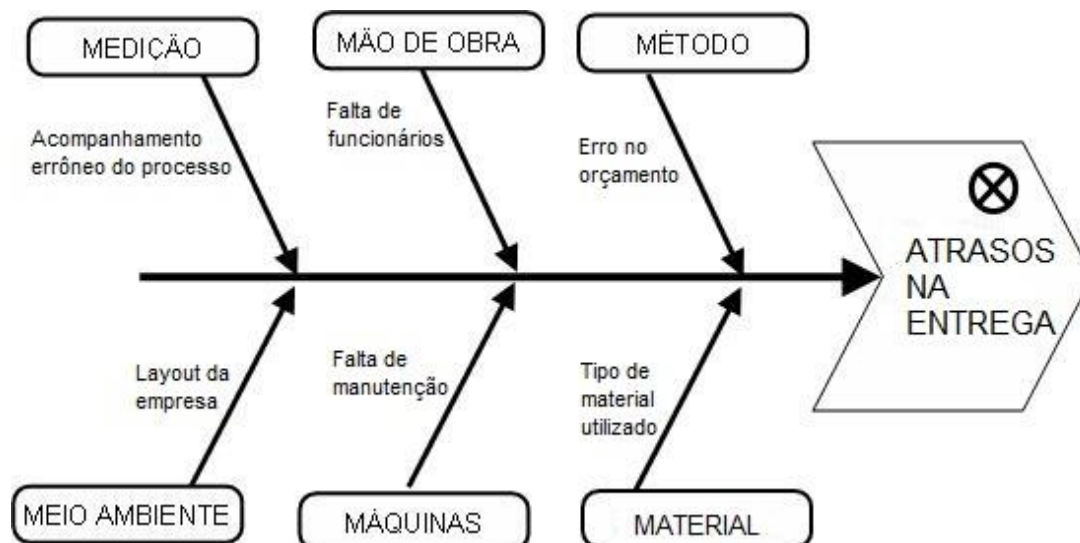


Figura 9 - Diagrama de Ishikawa
Fonte: Autores (2015)

3.8 Identificação do número de ocorrências dos problemas

Após a análise e identificação da possível causa principal que acarreta em atrasos na fabricação do equipamento, estas foram separadas conforme sua frequência de acontecimentos.

Aqui a ferramenta a ser utilizada foi o Diagrama de Pareto auxiliada pela Estratificação que divide um problema em camadas, pois permitem ordenar as ocorrências segundo a sua frequência, assim é permitida a priorização de um problema que ocorre demasiadamente e que deve ser o foco da mudança do trabalho a ser realizado. A Tabela 1 a seguir mostra os potenciais problemas que são o principal motivo dos atrasos, a frequência em que estes ocorrem e o percentual de cada um em cima do total das ocorrências. O Gráfico 1 a seguir reproduzido a partir da Tabela demonstra a relevância de cada acontecimento.

Tabela 1 - Diagrama de Pareto

Motivo dos atrasos	Total	%	% Ac
Necessidade de retrabalho sobre peça pela sua característica	92	50,27%	50%
Acompanhamento errôneo do processo	46	25,14%	75%
Layout da empresa	22	12,02%	87%
Faltas e atrasos de funcionários	13	7,10%	95%
Atrasos na manutenção das máquinas	8	4,37%	99%
Erro de orçamento dos materiais	2	1,09%	100%

Fonte: Autores (2015)

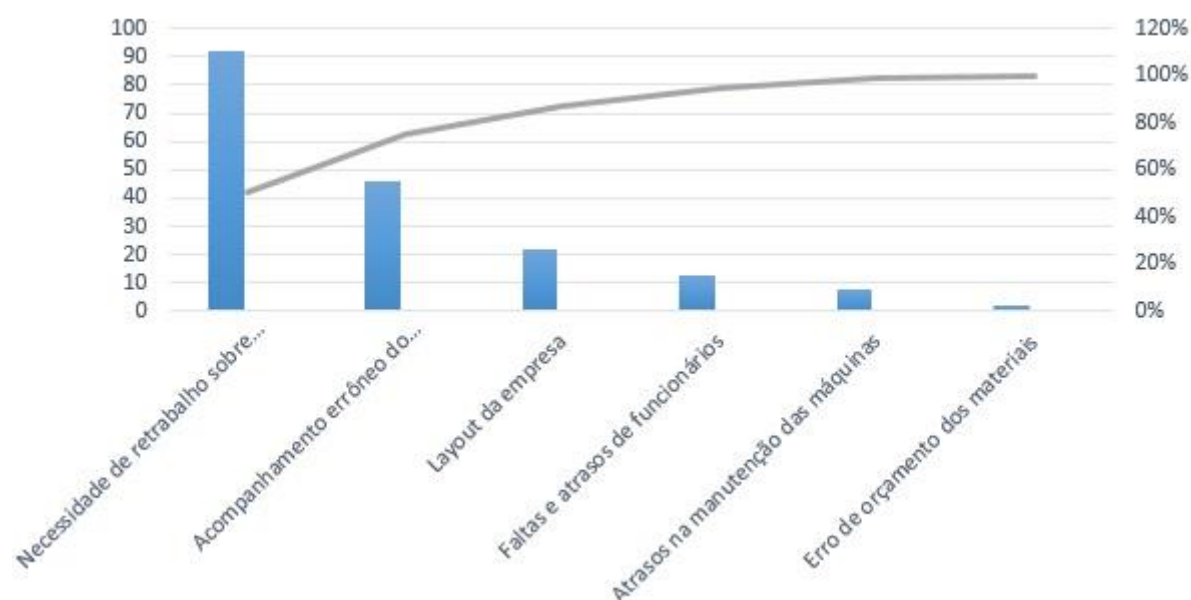


Gráfico 1 - Diagrama de Pareto

Fonte: Autores (2015)

3.9 Identificação da possível origem do problema macro

Uma vez apresentada a representatividade de cada uma das causas por meio do Diagrama de Pareto e que a peça de aço resulta em um aumento considerável na duração da produção, foi possível demonstrar em números a importância que cada uma tem no resultado final da produção. O próximo passo constitui na realização de uma avaliação mais profunda deste problema, cuja ocorrência ocorre em demasia,

para que este pudesse ser dividido em camadas de subproblemas e assim haver maior detalhamento a respeito do mesmo e se chegar à origem.

Baseando-se nisso foi aplicada a ferramenta dos 5 Por Quês, que busca aprofundar determinada situação até que a raiz causadora fosse encontrada. A Figura 10 ilustra a aplicação dessa ferramenta na etapa do processo tida como primordial para a mudança.

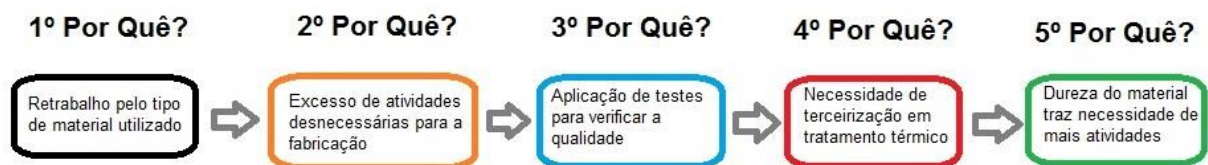


Figura 10 - Ferramenta 5 Por Quês
Fonte: Autores (2015)

3.10 Proposição de melhorias

Baseado nos resultados da utilização das ferramentas anteriores, foi definida a prioridade e consequentemente as propostas de ações corretivas para a falha. As ações, além de influenciarem nas atividades diretamente ligadas ao problema, espera-se uma mudança na produção e tempo de fabricação do produto como um todo.

Após a consideração da proposta de melhoria, foi elaborado um plano de ação que foi constituído pelo método de PDCA.

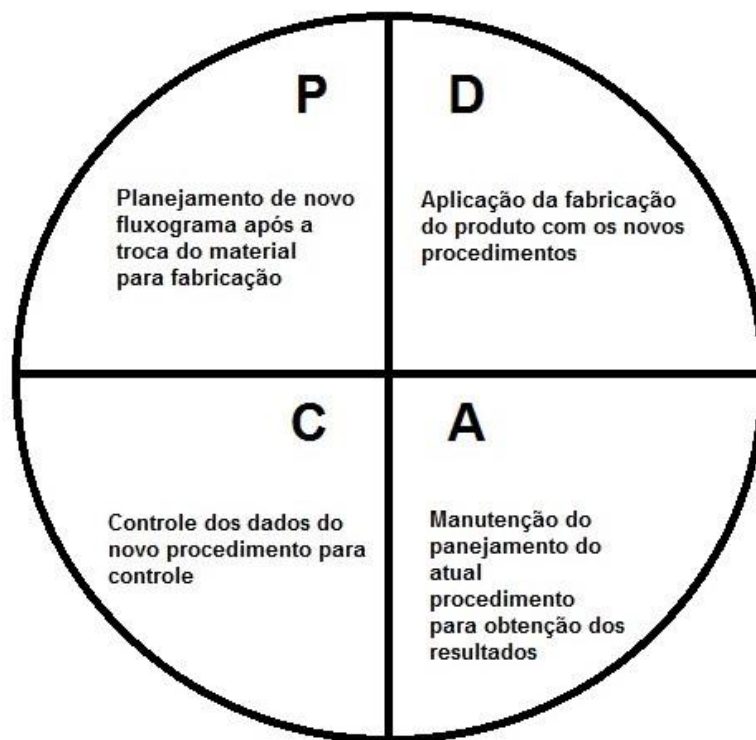


Figura 11 - Aplicação do ciclo PDCA na mudança de procedimento
Fonte: Autores (2015)

3.11 Troca do material

Após todo o processo de coleta e análise de dados e identificação de problemas encontrados no processo de fabricação, uma reunião foi solicitada entre o responsável pelo projeto, pelo setor de compras e o responsável pela produção da empresa, os dados coletados, problemas encontrados e a possível solução entraram em pauta para que fossem verificados os novos resultados obtidos após uma nova metodologia de fabricação.

A solução a ser implantada foi a troca do aço, pois o aço escolhido atinge quase a mesma dureza que aço utilizado SAE 8620 cementado atingia, causando pouca interferência na qualidade do equipamento. O aço escolhido foi SAE 1045 que assim como o SAE 8620, é um aço bastante comercial que pode ser encontrado facilmente. A alteração do material seria determinante para a otimização dos processos, pois eliminaria algumas etapas no processo de fabricação e evita por exemplo o transporte e a coleta da peça, além do custo gerado pelo próprio tratamento térmico.

A escala utilizada como base para a medição de dureza foi o método de Dureza Brinell, *Brinell Hardness* (HB), com esta escala como parâmetro podemos analisar a tabela que está em anexo e identificar que o SAE 8620 utilizado no processo de fabricação pode variar em uma dureza de 183-203 HB, enquanto o aço sugerido pode variar entre 163-187 HB, lembrando que o SAE 8620 é um aço indicado para receber tratamento térmico, enquanto o SAE 1045 já apresenta uma boa resistência ao calor.

Com a troca do material será possível evitar uma participação de uma empresa terceira, concentrando todo o processo de fabricação na empresa Nascimaq e eliminando algumas etapas que não serão mais necessárias, levando em conta que a pequena perda na dureza não terá um impacto na qualidade do equipamento.

4 – RESULTADOS E ANÁLISE

O objetivo principal do estudo realizado consistiu na otimização de processos. Ao utilizar os métodos da qualidade como auxílio na coleta de dados e tomadas de decisões, foi possível identificar o real problema no processo de fabricação.

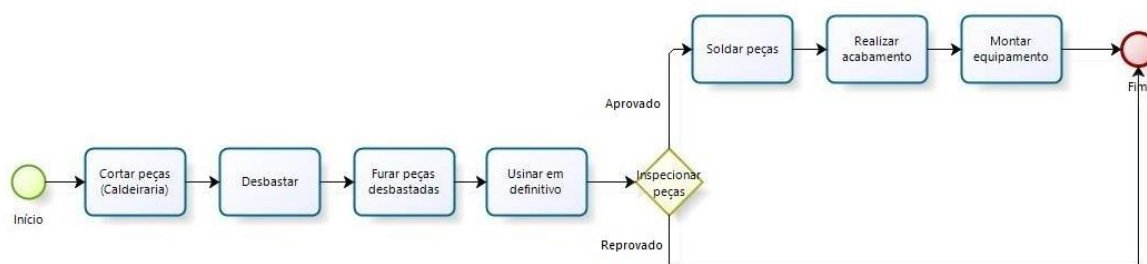


Figura 12 - Fluxograma após aplicação da proposta
Fonte: Autores (2015)

Conforme o fluxograma acima, podemos observar que o processo de fabricação foi simplificado com a alteração de material sugerida no tópico anterior. Neste novo plano foram eliminados três processos de acordo com o antigo fluxograma do processo de fabricação, além de equacionar o problema referente a variação no tempo de demora para que a cementação do material fosse concluída.

O fato de excluir uma empresa terceira do processo de fabricação também foi determinante para que pudéssemos obter um resultado satisfatório, onde agora é possível ter uma programação bem definida, sem por exemplo as variáveis que prejudicavam a data de entrega dos equipamento.

Quadro 4 - Etapas do processo produtivo após proposta

ETAPAS	DIAS
CALDERARIA	4
DESBASTE	1
FURAÇÃO	2
USINAGEM FINAL	1
INSPEÇÃO	1
SOLDA	1
ACABAMENTO	1

Fonte: Autores (2015)

Podemos observar também a eliminação de duas etapas fundamentais do processo antigo de fabricação, a usinagem parcial que preparava o material para cementação e o tratamento térmico que foi identificado como o principal problema para o atraso da fabricação.

Quadro 5 - Duração dos processos após mudanças

Coleta de tempo para fabricação de conjuntos do mancal sem refrigeração								
Conjuntos /Etapas	Caldeiraria	Desbastar	Furação	U. Parcial	Têmpera	U. Final	Acabamento	Dias
Selo de vedação		✓	✓			✓		2
Tampas	✓		✓			✓	✓	4
Carcaça Tubular		✓	✓			✓		3
Eixo do Mancal		✓				✓		1
Bucha p/ Desgaste		X		X	X	X		6
Polia	✓	✓	✓			✓		3

Fonte: Autores (2015)

Pode-se observar no Quadro 5 acima fica ainda mais visível a importância da alteração do material, pois a utilização do SAE 8620, tornava necessária duas etapas exclusivas para a Bucha de Desgaste, a usinagem parcial e a têmpera do material, além de tirar mais um material que teria a necessidade de passar pelo desbaste e usinagem final.

O estudo cumpriu o objetivo proposto que foi a otimização da fabricação do Mancal sem Refrigeração, a empresa agora consegue ter total controle dos processos, que conseqüentemente será capaz de atender a demanda de pedidos e os prazos definidos para a entrega do equipamento.

5 – CONCLUSÃO

A utilização de métodos e ferramentas da qualidade proporcionou a identificação de potenciais falhas recorrentes ao processo de fabricação produto. As ferramentas utilizadas para que isto fosse possível foram os 5 Por Quês e o Diagrama de Causa e Efeito. A duração das etapas de fabricação foram identificadas e representadas pelos Quadros 2 e 3, assim como seus respectivos processos que são necessários até que o material esteja pronto para o cliente. Os potenciais problemas mais e menos relevantes, bem como a frequência de suas ocorrências foram identificadas por meio do Diagrama de Pareto. Por fim, para que fosse possível a implantação de um novo planejamento desta proposta de melhoria, aplicou-se o método de PDCA. Pode-se, desta maneira, atender todos os objetivos definidos para o estudo.

O trabalho desenvolvido apresentou de maneira satisfatória os resultados que foram obtidos após a aplicação de ferramentas da qualidade na resolução de falhas nos processos de fabricação. A análise a partir da coleta dos dados da apresentação do fluxo de atividades que compõem a fabricação de cada uma das peças, auxiliou na identificação de possíveis pontos de melhorias para a fabricação do produto. Notou-se que a empresa Nascimaq apresentou problemas no gerenciamento dos seus processos produtivos e na organização dos prazos para atendimento dos seus clientes. Suas falhas na organização influenciam diretamente no prazo estabelecido para que o produto seja entregue, como ilustrado na Figura 8.

Os resultados obtidos no trabalho identificaram também a necessidade de investimentos em tecnologias, instalações e planejamento estratégico. Estes principais fatores são de suma importância para que a empresa em questão consiga se manter competitiva num mercado atual, além do aumento de sua rentabilidade, possibilidade de crescimento e aumento de demanda, como consequência também de sua redução de custos operacionais.

6 – PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros a empresa Nascimaq, poderá investir em novas tecnologias, que possam ser capazes de acelerar ainda mais a usinagem das peças, o corte executado pelo setor de caldeiraria, pois o maquinário utilizado pela empresa já possui bastante tempo de trabalho tendo alguns tornos especificamente com mais de 20 anos de uso. Os avanços das tecnologias no setor industrial ainda não foram explorados pela empresa, que trabalha com um maquinário arcaico perante a competitividade do mercado.

Consequentemente a importância de investimentos em treinamentos se faz necessário para que a empresa disponha de mão-de-obra qualificada para se obter resultados ainda melhores e prazos mais flexíveis a disponibilizar aos seus clientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bond, M. T.; Busse, A.; Pustilnick, R. Qualidade Total: O Que É e Como Alcançar. 1ª ed. Ed. Intersaberes, Curitiba, 2012.

Campos, V. F. TQC: Controle da Qualidade Total (No Estilo Japonês). 8ª ed. Ed. INDG TecS, Nova Lima, 1992.

César, F. I. G. Ferramentas Básicas da Qualidade. 1ª ed. Ed. Biblioteca 24 Horas, São Paulo, 2011.

Fonseca, A. V. M.; Miyake, D. I. Uma Análise Sobre o Ciclo PDCA Como um Método Para a Solução de Problemas da Qualidade. (2006). ENEGEP (26), 1-9p.

Grupo Açotubo. Características dos aços. Disponível em: <<http://www.acotubo.com.br/br/index.php/produtos/barras-de-aco/caracteristicas-dos-acos/>>. Acesso em: 18 nov. 2015.

Lins, B. F. E. Ferramentas Básicas da Qualidade. (1993). Ci. Inf. Brasília. 22 (2), 153-161p.

Mariani, C. A. Método PDCA e Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos Industriais. (2005). Rev. De Adm e Inov. 2 (2), 110-126p.

Moura, L. R. Qualidade Simplesmente Total: Uma Abordagem Simples e Prática da Gestão da Qualidade. 1ª ed. Ed. Qualitymark, Rio de Janeiro, 1997.

Paladini, E. D. Qualidade Total na Prática: Implantação e Avaliação de Sistemas de Qualidade Total. 2ª ed. Ed. Atlas, São Paulo, 1997.

Seleme, R.; Stadler H. Controle da Qualidade: As Ferramentas Essenciais. 1ª ed. Ed. Ibpex, Curitiba, 2008.

ANEXO A – CLASSIFICAÇÃO DE DUREZA DOS AÇOS E SUAS RESPECTIVAS CARACTERÍSTICAS

Norma	Similares AISI / SAE / DIN	Composição Química						Dureza de Laminado (HRC) *Referencial	Características	Principais Aplicações	
		C	Mn	P	S	Si (máx.)	Cr (máx.)				Outros
Aços para Aplicação Mecânicas											
1020	1020	0,18/0,23	0,30/0,60	0,030 máx.	0,050 máx.	0,20	.	131 - 143	Boa conformabilidade a frio e soldabilidade. Úmida usabilidade.	Indústria automobilística, forjados.	
1045	1045	0,43/0,50	0,60/0,90	0,030 máx.	0,050 máx.	0,20	.	163 - 187	Boa conformabilidade a quente e boa usabilidade.	Peças para indústria automobilística, como eixos.	
4130	4130	0,28/0,33	0,40/0,60	0,025 máx.	0,025 máx.	0,15/0,35	0,80/1,10	285 - 320	Boa temperabilidade, normalmente usado para peças de porte médio, quando temperado em água e para peças pequenas, quando temperados em óleo.	Bolotas, braços de direção, eixos, parafusos, rebites e rolamentos de exploração de petróleo.	
4140	4140	0,38/0,43	0,75/1,00	0,030 máx.	0,040 máx.	0,15/0,35	1,10	241 - 302	Aço para beneficiamento, com boa relação entre resistência mecânica e mais soldabilidade.	Componentes mecânicos diversos, forjados ou usinados.	
4340	4340	0,38/0,43	0,60/0,80	0,030 máx.	0,040 máx.	0,15/0,35	0,70/0,90	.	Aço de alta temperabilidade.	Peças de grandes espessuras e elevados esforços.	
5160	5160	0,58/0,64	0,75/1,00	0,030 máx.	0,040 máx.	0,15/0,35	0,70/0,90	285 - 321	Boa temperabilidade, alta resistência à tração e fadiga. Boas propriedades acima de 300° C.	Ferrões de molas e implementos agrícolas.	
8620	8620	0,18/0,23	0,70/0,90	0,030 máx.	0,040 máx.	0,15/0,35	0,40/0,60	183 - 203	Aço para cementação de baixa liga.	Engrenagens, corvos pinhões, correntes e outros componentes cementados.	
8630	8630	0,28/0,33	0,70/0,90	0,025 máx.	0,025 máx.	0,15/0,35	0,85/1,00	185 - 201	Baixa temperabilidade com boas propriedades mecânicas em seções pequenas quando normalizado.	Peças de tamanho médio a grande para as quais um alto grau de resistência e tenacidade é exigido, como braços e pontos de eixo, peças para equipamentos de perfuração, exploração de petróleo, etc.	
8640	8640	0,38/0,43	0,75/1,00	0,030 máx.	0,040 máx.	0,15/0,35	1,00/1,30	.	Aço de média temperabilidade.	Usado para eixos, engrenagens, peças, juntas.	
20MnCr5	20MnCr5	0,17/0,22	1,10/1,40	0,035 máx.	0,035 máx.	0,15/0,40	1,00/1,30	.	Aço para cementação de baixa liga.	Engrenagens, corvos pinhões, correntes e outros componentes cementados.	