

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

**ISIS DIAS QUEROBIM DA SILVA
MARCELO NUNES ALVES JUNIOR**

**IMPLANTAÇÃO DE MELHORIAS NO PROCESSO DE CORTE NO SETOR DA
PRODUÇÃO DO ESTALEIRO NAVAL**

**DUQUE DE CAXIAS
2015**

**ISIS DIAS QUEROBIM DA SILVA
MARCELO NUNES ALVES JUNIOR**

**IMPLANTAÇÃO DE MELHORIAS NO PROCESSO DE CORTE DA PRODUÇÃO
DO ESTALEIRO NAVAL**

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. Maria Cristina Gonçalves

**DUQUE DE CAXIAS
2015**

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UNIGRANRIO – NÚCLEO DE COORDENAÇÃO DE BIBLIOTECAS

S586i Silva, Isis Dias Querobim da.
 Implantação de melhorias no processo de corte da produção do estaleiro naval / Isis Dias Querobim da Silva, Marcelo Nunes Alves Junior. – Duque de Caxias, 2015.
 55 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.
 “Orientadora: Prof.^a Maria Cristina Ravagnani Gonçalves”.
 Referências: f. 51-55

 1. Engenharia de produção. 2. Gestão da qualidade. 3. Estaleiros. 4. Ciclo de vida do produto. I. Alves Junior, Marcelo Nunes. II. Gonçalves, Maria Cristina Ravagnani. III. Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”. IV. Título.

CDD – 658.5

ISIS DIAS QUEROBIM DA SILVA
MARCELO NUNES ALVES JUNIOR

**IMPLANTAÇÃO DE MELHORIAS NO PROCESSO DE CORTE NO SETOR DA
PRODUÇÃO DO ESTALEIRO NAVAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de Ciências da
Universidade do Grande Rio, como
requisito parcial à obtenção do grau de
Engenheiro de Produção.

Aprovado em de de 2015.

Prof. /DSc; MSc; Esp.; Bel. – Orientador
Universidade do Grande Rio

Prof. /DSc; MSc; Esp.; Bel.
Universidade do Grande Rio

Prof. /DSc; MSc; Esp.; Bel.
Universidade do Grande Rio

DEDICATÓRIA

Dedico esse TCC a minha família por tornarem possível mais essa realização e a todos que estiveram ao meu lado ao longo destes anos de graduação contribuindo de alguma forma para a minha formação profissional e pessoal.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter sido meu guia e não ter deixado desistir diante das inúmeras dificuldades enfrentadas nesses anos de graduação. A minha família por serem meu alicerce e me apoiarem em todas as minhas escolhas. Sem o suporte deles essa conquista não teria se realizado. E também por entenderem minha falta de tempo e todas as minhas ausências. Agradeço a todos os meus amigos que estiveram ao meu lado durante esse tempo e terem me ajudado. E também por me incentivar e me proporcionar momentos memoráveis. Agradeço também aos meus supervisores pela oportunidade de estágio e o crescimento profissional que obtive. Aos meus professores, por todos os dados e informações disponibilizados, principalmente por todo o aprendizado proporcionado.

“Acreditar que tudo vai dar certo é a chave do sucesso, permanecer feliz depois de ter passado por diversas coisas é certeza de que tudo valeu à pena.”

Mandinha Franklin

RESUMO

O respectivo trabalho tem como finalidade apresentar os benefícios adquiridos pela implantação de melhorias no processo de corte no setor da produção no estaleiro naval, em prol de minimizar ou eliminar os retrabalhos.

O índice elevado de retrabalhos contribui para o atraso na entrega do projeto no estaleiro naval e visto que a cada dia a concorrência se torna mais competitiva, saber atender os clientes no prazo estipulado é essencial para se manter dentro dos objetivos solicitados pelo mercado.

Para que as melhorias sejam implementadas e mantida, a conscientização e o envolvimento devem iniciar pela diretoria e enraizada por todos os setores e constantemente analisada em seus parâmetros de utilização.

Serão levantados dados como forma de demonstrar as melhores opções de melhorias para o setor da produção no processo de corte e a razão pela qual deve-se implementar melhorias contínuas visando obter um melhor desempenho entre os processos.

Palavras-chave: Estaleiro Naval, Melhoria Contínua, Produção, Corte.

ABSTRACT

The respective work aims to present the benefits gained by the implementation of improvements in the cutting process in the production sector in the shipyard, for the sake of minimizing or eliminating the rework .

The high level of rework contributes to the delay in project delivery at the shipyard and since every day the competition becomes more competitive, knowing serve customers on schedule is essential to keep the market within the required goals.

So that the improvements are implemented and maintained, awareness and involvement should start by the board, rooted by all sectors, and constantly analyzed in its usage parameters.

Data will be raised in order to demonstrate the best options for improvements to the production sector in the cutting process and why should implement continuous improvement to obtain a better performance between processes.

Keywords: Shipyard, Continuous Improvement, Six Sigma, Court.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Processo	23
Figura 2 Processo de corte manual	24
Figura 3 Processo de corte Semiautomático	24
Figura 4 Processo de corte automático	25
Figura 5 Ciclo PDCA	26
Figura 6 A lógica do Six Sigma	29
Figura 7 DMAIC	30
Figura 8 Especialistas do Six Sigma	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Carga Horária Trabalhada	17
Tabela 2-Carga Horária Trabalhada	18
Tabela 3-Relação entre o nível Sigma e a quantidade de defeitos por milhão	28
Tabela 4-Processo de Corte	36
Tabela 5-Eficácia do Processo	36
Tabela 6-Corte Manual	39
Tabela 7-Corte Semiautomático	39
Tabela 8-Corte Automático	40
Tabela9-Relação HH dos Processos de Corte	40
Tabela 10-Relação HH	40
Tabela 11-Corte Manual	42
Tabela 12-Corte Manual	43
Tabela 13-Corte Semiautomático	44
Tabela 14-Corte Semiautomático	45
Tabela 15-Corte Automático	46
Tabela 16-Corte Automático	47

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1-Carga Horária Total x Tempo de Projeto Planejado	18
Gráfico 2- Carga Horária Total x Tempo de Projeto Finalizado	19
Gráfico 3-Gráfico de Dispersão do Processo de Corte Manual	33
Gráfico 4-Dispersão do Corte Manual	43
Gráfico 5-Dispersão do corte Manual	44
Gráfico 6- Dispersão do corte Semiautomático	45
Gráfico 7- Dispersão do corte Semiautomático	46
Gráfico 8- Dispersão do corte automático	47
Gráfico 9- Dispersão do corte automático	48
Gráfico 10-Antes da Implementação do Lean Six Sigma	48
Gráfico 11- Após a Implementação do Lean Six Sigma	49

GLOSSÁRIO DE SIGLAS E SÍMBOLOS

DMADV	-	Definir, Mensurar, Analisar, Design e Verificar
HH	-	Homem Hora
PDCA	-	Planejamento, Execução, Checagem e Ação.
DMAIC	-	Definir, Mensurar, Analisar, Improvisar e Controlar
PPm's	-	Partes Por Milhão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Problema.....	17
1.2 Objetivos.....	19
1.2.1 Objetivo Geral	19
1.2.2 Objetivos Específicos	19
1.2.3 Delimitação do Estudo	20
1.3 Justificativa	20
1.4 Metodologia	20
1.5 Estrutura do Trabalho.....	22
2 - REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA	23
2.1 O Ciclo PDCA na melhoria dos processos	23
2.2 Lean Six Sigma	27
2.3 Ferramentas da Qualidade	32
3 –ESTUDO DE CASO	34
3.1 A empresa	33
3.2 Propostas do trabalho.....	34
3.3 A implementação do lean six sigma como método para melhoria nos processos produtivos no setor da produção	35
3.4 Aplicações com relação ao processo de corte automático, corte semiautomático e corte manual	39
3.5 Os processos de corte antes e depois com a implementação do six sigma	42
4 - RESULTADOS E ANÁLISE	48
5 –CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXO - Descrição do título do anexo e referência de onde foi retirado.	

1 – INTRODUÇÃO

A qualidade é constituída por um conjunto de atividades essenciais para garantir a melhoria dos processos, dos serviços e dos produtos. O estaleiro naval se encontra em constante desafio de atender a entrega de seus serviços no tempo estipulado no planejamento.

Segundo Barbosa (2001), a possibilidade de eventos indesejados, previsíveis ou não se concretizarem, estará sempre presente ao dia-a-dia das empresas. Embora os levantamentos realizados na fase inicial do projeto, muitas vezes existe uma diferença de prazos, entre o que se é planejado e a aplicabilidade na hora da execução.

Um dos problemas levantados, foram os constantes atrasos de entrega e o setor mais crítico foi o da produção. Os constantes retrabalhos identificados nesse setor é atribuída a escassa mão de obra qualificada, a dificuldade pela escolha da melhor tecnologia e a dificuldade é dada pela falta de controle e monitoramento dos materiais que são recebidos e que ficam estocados.

A qualidade bem implementada é um fator chave para o sucesso da empresa. Toda a melhoria nos processos de trabalhos que resultem em facilidade para o colaborador, redução de tempo gasto na realização dos trabalhos, redução de custos para a empresa ou o aumento da qualidade dos trabalhos é uma melhoria e deve ser registrada e divulgada a todos os colaboradores envolvidos no trabalho. Assim estes terão conhecimento das alterações e para a empresa de forma a motivar outros colaboradores a participar do processo de melhoria. (DATALYZER, 2007).

Segundo Junqueira Luiz (2011), O Lean Seis Sigma (ou Lean Six Sigma) é uma poderosa metodologia para melhorar o desempenho através da eliminação do desperdício e das causas de defeitos nos processos administrativos, processos de produção ou processos de manufatura.

Ainda de acordo com o autor, o Six Sigma busca melhorar a qualidade dos outputs dos processos através da identificação e da remoção da causa destes defeitos (erros) e promover a redução da variabilidade na manufatura e nos

processos. Esta metodologia utiliza-se de uma variedade de métodos, incluindo métodos estatísticos, e cria uma estrutura especial de organização de pessoas dentro da empresa (“Black Belts”, “Green Belts”, etc.) que são os especialistas nestes métodos. Cada projeto Six Sigma desenvolvido dentro de uma organização segue uma seqüência definida de passos e objetivos quantificados. Estes objetivos podem ser financeiros (redução de custos ou aumento de lucros) ou qualquer aspecto que seja crítico ao consumidor final (geração de valor, segurança, durabilidade, etc.).

As ferramentas da qualidade têm a finalidade de organizar e estruturar o processo produtivo através da coleta de dados e de técnicas estatísticas de análise, auxiliando os controles internos de processos no atendimento da qualidade nos produtos produzidos (PALADINI, 1997).

Outra definição utilizada por muitos autores sobre as ferramentas, “são utilizadas para definir, mensurar, analisar e propor soluções aos problemas identificados que interferem no desempenho dos processos organizacionais. Ajudam a estabelecer melhorias de qualidade”. Elas têm uma grande importância no apoio para a tomada de decisão das ações corretivas e da estratégica da organização frente às informações criadas e analisadas por estes procedimentos”.

A fim de se implantar a determinação estatística da qualidade, deve-se estabelecer os pontos de controle para cada produto e um plano de controle para o processo de produção. Uma vez que o mecanismo estiver pronto para coletar as informações, serão analisados os efeitos das informações em curto e longo prazo onde serão formulados meios de melhorar o processo baseando-se nos dados coletados.

Uma coleta de dados bem estruturada dos controles internos do setor, onde são retratados os procedimentos envolvidos na fabricação, adequado as expectativas do cliente (prazo de entrega e orçamentos estabelecidos no planejamento inicial) apoiam a tomada de decisão para a melhoria contínua da qualidade e produtividade, tendo como vantagem competitiva o acompanhamento evolutivo das ocorrências e decisões no tempo.

O estaleiro necessita ter uma visão mais ampla para redução das perdas e danos à produtividade. A não identificação da causa raiz dos problemas, implica um aumento do budget estabelecido para o setor, o que eleva os custos para a fabricação e a redução de tempo para entrega dos serviços.

Neste contexto, o tema central deste trabalho é mostrar e avaliar a importância da implementação da melhoria contínua como forma de solucionar os problemas de retrabalho que são constantes ao setor da produção.

Budget: Significa orçamento. É normalmente o plano base para início da atividade produtiva.

1.1 Problema

No estaleiro naval o retrabalho é um dos maiores problemas do setor da produção. Essa dificuldade é dada pela falta de controle e monitoramento dos materiais que são recebidos e que ficam estocados, pela dificuldade na escolha da melhor tecnologia a ser utilizada e pela escassa mão de obra qualificada.

O tempo estipulado para a entrega do produto ou serviço está vinculado com o setor de planejamento, que rediz sobre a carga horária de produção de cada setor do estaleiro.

Tabela1- Carga Horária Trabalhada	
Tempo do projeto planejado	
Setor	Carga Horária Total
Produção	140
Tubulação	63
Pintura	63
PCP	63
Elétrica	63
Duração total em horas	140
Duração total em semanas	48
Duração total do projeto	6720

Fonte: Estaleiro XXV, 2014.

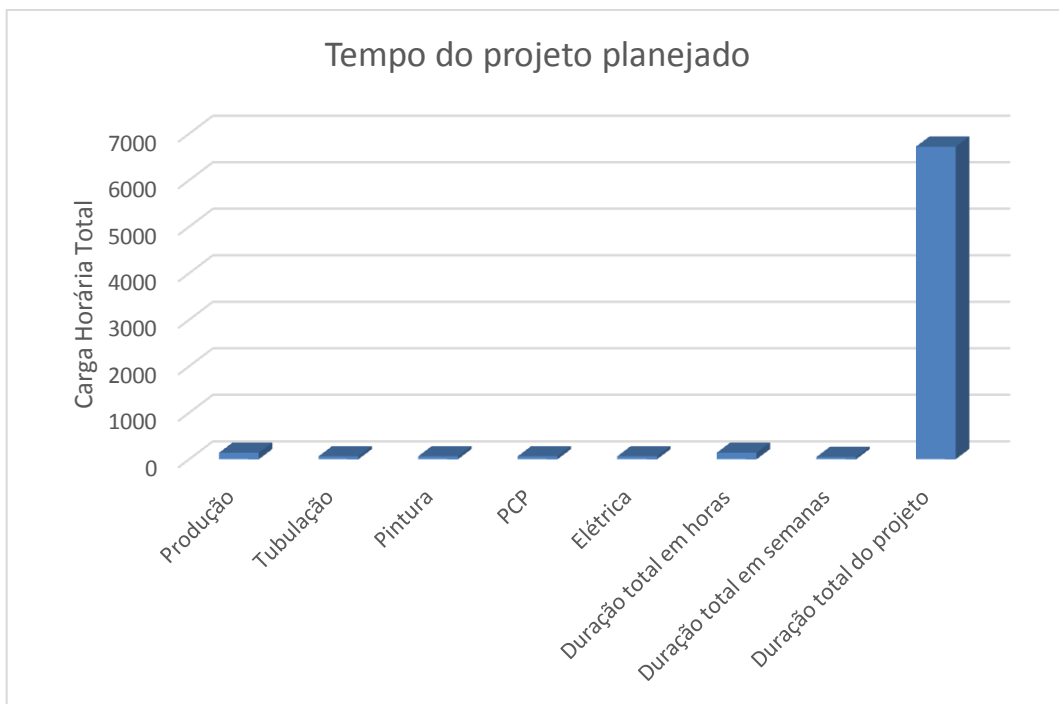


Gráfico 1 – Carga Horária Total x Tempo de Projeto Planejado
Fonte: Estaleiro XXV, 2014.

Tabela 2 – Carga Horária Trabalhada

Tempo do projeto finalizado	
Setor	Carga Horária Total
Produção	140
Tubulação	63
Pintura	63
PCP	63
Elétrica	63
Duração total em horas	140
Duração total em semanas	72
Duração total do projeto	10080

Fonte: Estaleiro XXV, 2014.

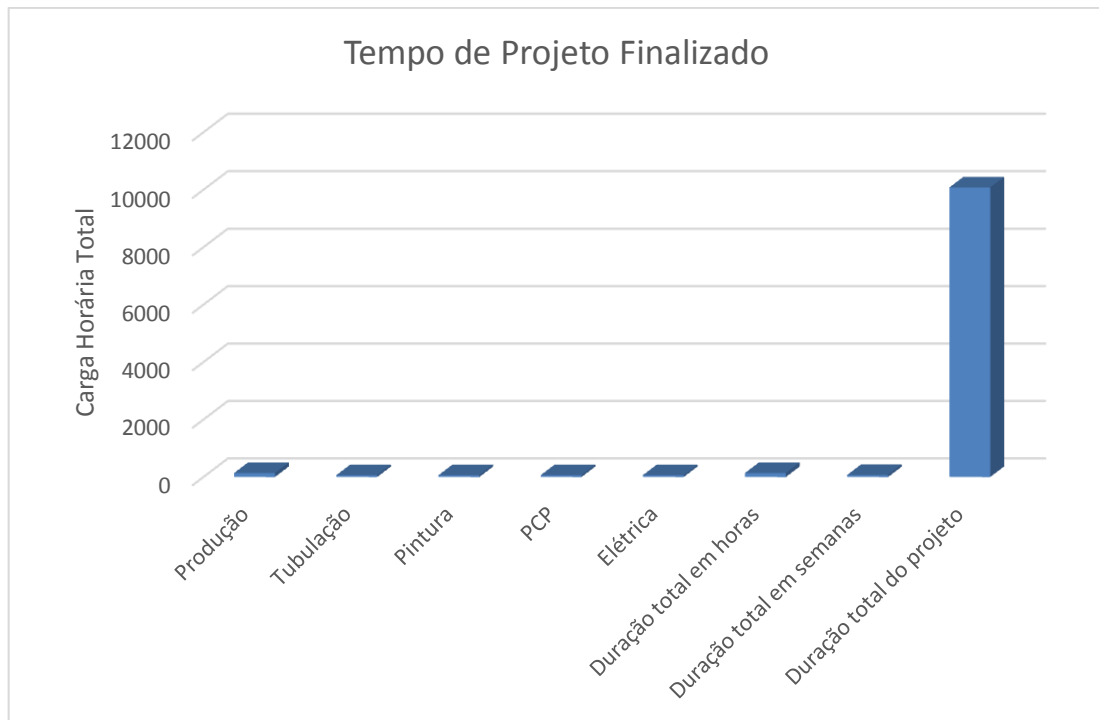


Gráfico 2 – Carga Horária Total x Tempo de Projeto Finalizado.
Fonte: Estaleiro XXV, 2014.

Qual setor apresenta maior demora na entrega de suas atividades e qual é a causa raiz?

A área do corte do setor da produção é o que mais demora na entrega das suas atividades, pois há uma escassa demanda de mão de obra e de equipamentos. O que fica eminente o aumento do risco de atraso, pois o setor da produção apresenta muitos retrabalhos ao longo do projeto.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Abordar a importância de se implementar melhorias no processo de corte do setor da produção.

1.2.2 Objetivos específicos

- Apresentar a aplicação de ferramentas da qualidade como forma de garantir um melhor desempenho no processo de corte da produção.
- Apresentar o lean six sigma para mostrar o melhor desempenho entre os

processos de corte.

1.2.3 Delimitação do Estudo

A delimitação do trabalho terá como principal objetivo elaborar uma proposta de implementar a melhoria no processo de corte em um estaleiro para poder diminuir o retrabalho no setor da produção.

1.3 Justificativa

Atualmente o estaleiro naval trabalha com grandes índices de retrabalho o que acaba influenciando a entrega do projeto no tempo acordado com o cliente. É comum em um eventual momento da fabricação das peças, aparecer gargalos nos procedimentos. Saber identificá-los é essencial para recomeçar ou corrigir o processo aplicando ferramentas da qualidade para solucionar as restrições.

O setor mais crítico é o da produção no processo da área de corte, pois há uma escassa mão de obra qualificada e uma grande demanda de material danificado.

A não identificação da causa raiz dos problemas, implica no aumento de tempo para entrega dos serviços, do retrabalho com que eleva os custos da fabricação.

Por isso, justifica-se a importância deste trabalho para avaliar o impacto que a implementação de uma melhoria continua, poderá contribuir para solucionar os problemas de retrabalho recorrentes ao setor da produção.

1.4 Metodologia

Quanto aos fins

Vergara (2004) propõe que quanto aos fins, as pesquisas podem ser classificadas em: exploratória, descritiva, explicativa, metodológica, aplicada ou intervencionista.

O presente TCC é definido como uma pesquisa aplicada, devido os dados serem levantados do estaleiro. Que visa contribuir para fins práticos e solucionar um ou mais problemas encontrados no cotidiano. O sistema utilizado é o six sigma que

traduz empenhos de melhoria as empresas e a seus processos, como meta específica de reduzir defeitos para próximo de zero.

Quanto aos meios

Quanto aos meios, é um estudo de casos e faz referência aos problemas que ocorrem no cotidiano do estaleiro, sendo os dados coletados referidos aos mesmos, cuja interpretação com base numa teoria consistente, objetiva compreender os problemas levantados.

Universo

Para Vergara (1998, p. 49), o Universo “é um conjunto de elementos (empresas, produtos, pessoas, por exemplo), que possuem as características que serão objeto de estudo”. O universo deste trabalho é o estaleiro XXV que presta serviços que contemplam a construção e reparo de embarcações, prezando pela agilidade e qualidade.

Amostra

A amostra apresentada nesse trabalho são os processos de corte do setor da produção do estaleiro naval.

Seleção dos sujeitos

Os dados foram conseguidos com os Gerentes do estaleiro XXV.

Coleta de dados

Os dados coletados foram retirados de pesquisa em campo, teses, livros, artigos e dissertações.

1.5 Estrutura do Trabalho

A estrutura deste TCC está dividida nas seguintes partes:

1. A primeira parte é uma introdutória do trabalho onde se descreve a importância de melhorar o processo de corte do setor da produção, diminuindo o índice de retrabalho, com a aplicação das ferramentas da qualidade no lean six sigma.
2. Na segunda parte, será realizada uma análise da atual situação da empresa.
3. Após esta análise, na terceira parte do trabalho, está a proposta de aplicação do modelo na empresa, com o propósito de gerar melhorias nos processos e diminuir a probabilidade de erros na produção dos produtos, podendo desta forma otimizar os seus processos.
4. Por fim, na quarta parte, estão as discussões e as conclusões sobre o que a proposta de modelo melhoraria no desempenho da empresa.

2 -REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

2.1 O ciclo PDCA na melhoria dos processos

Um processo é um grupo de atividades realizadas numa seqüência lógica com o objetivo de produzir um bem ou um serviço que tem valor para um grupo específico de clientes. (Hammer e Champy, 1994).

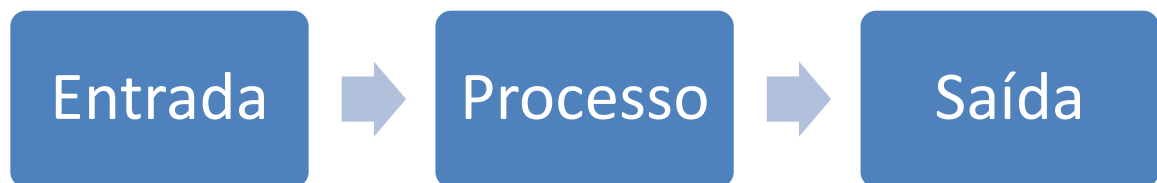


Figura 1: Processo

Fonte: Coinfo UFRRJ, 2012.

Entradas: As entradas são os produtos ou matérias-primas que são recebidas e serão transformadas. De acordo com Chiavenato (2011, p. 418) “O sistema recebe entradas (inputs) ou insumos para poder operar. A entrada de um sistema é tudo o que o sistema importa ou recebe de seu mundo exterior”.

Processo: É a fase de transformação, da matéria-prima em um produto. Todas as operações produzem produtos e serviços através da transformação de entradas em saídas, o que é chamado de processo de transformação.” (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p. 8)

Saída: É o produto finalizado que pode ser entregue ao consumidor.

Os processos na área fabril são fáceis de se observar, tanto nos períodos de bom funcionamento como na ocorrência de problemas. O desperdício e o retrabalho são claramente identificáveis e o fluxo do material é tão importante que os equipamentos e equipes de trabalho são dispostos ao longo dele. (GONÇALVES, José Ernesto, 2011).

Abaixo estão identificados os tipos de processo de corte utilizados no estaleiro XXV:



Figura 02: Processo de corte Manual

Fonte: Fenix, 2013.



Figura 03: Processo de corte Semiautomático

Fonte: Indura, 2015.



Figura 04: Processo de corte Automático

Fonte: Globsteel, 2015

A melhoria contínua tem como suporte o controle e a otimização dos processos e foi a base para a metodologia da gestão da qualidade total. Através do ciclo PDCA busca-se a monitoração dos processos produtivos para a melhoria contínua gradual (Kaizen), através da identificação e análise de resultados indesejáveis e da consequente busca de novos conhecimentos para auxiliar nas soluções (RODRIGUES, 2006, p.18).

O ciclo PDCA, também conhecido como ciclo de Deming, é uma ferramenta de gestão voltada a melhorar os processos de gestão de uma empresa, tornando-os mais ágeis, claros e objetivos.

O ciclo PDCA inicia-se com o planejamento da ação, logo em seguida, tudo que foi estabelecido no planejamento deverá ser posto em prática(executado), resultando depois a necessidade de verificar constante as ações implementadas.

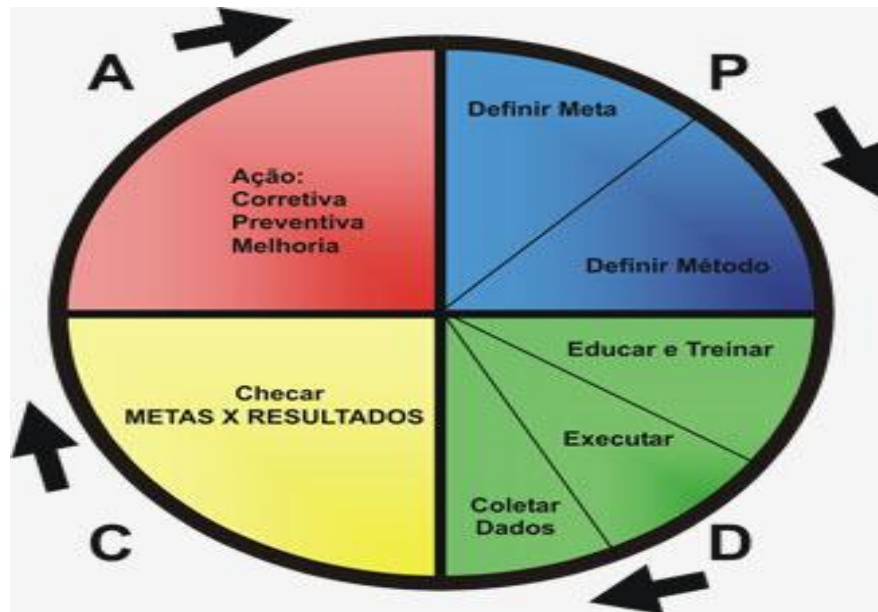


Figura 05- Ciclo PDCA

Fonte: ELAINA, 2011

- 1º Passo

P= Plan (planejamento): Esta etapa visa identificar a razão do problema, estabelecer metas e criar um plano de ação eficiente para atuar nos problemas.

- 2º Passo

D= Do (Executar, fazer): Executar os objetivos determinados pelo estaleiro nas áreas estabelecidas, principalmente na área de produção, pois nesse setor o índice de funcionários e retrabalhos são elevados para poder concluir a meta no tempo planejado.

- 3º Passo

C= Check (Verificar, checar): Analisar os dados obtidos pelo setor de "PCP" durante a produção dos processos efetuados no projeto, avaliar os possíveis retornos do planejado e do realizado, para esse processo ser melhorado em outro possível projeto.

- 4º Passo

A=act (Agir, ação): Avaliar as causas dos possíveis retrabalhos realizados durante os processos na construção do navio, e então, estabelecer uma ação corretiva para diminuir esses índices de retrabalhos no estaleiro durante o projeto para otimizar o tempo determinado.

Ao término do primeiro ciclo é necessário que seja realizado um novo planejamento para poder melhorar um outro procedimento e fazendo assim, iniciar novamente todo o processo. Com o resultado das ações baseadas naquilo que foi planejado, o gestor começa corrigir as falhas que apareceram durante o processo.

É imprescindível que todas as etapas do ciclo sejam executadas, por isso, deve-se rodar constantemente o PDCA, pois a interrupção pode comprometer a melhoria contínua dos processos.

Por tanto, a ferramenta deve ser utilizada em prol de uma melhoria contínua em busca da qualidade máxima estipulada para um procedimento ou produto.

2.2 Lean six sigma

Em resposta às necessidades impostas pela globalização e para se adaptarem a um ambiente cada vez mais competitivo, as empresas estão buscando novas formas de aprimoramento de seus processos e produtos. Nesse contexto, o Six Sigma representa uma iniciativa que visa melhorar os processos e produtos existentes ou, ainda, criar novos processos e produtos robustos buscando a satisfação de clientes e acionistas (ARIENTE *et al.*, 2005).

Uma maneira que vem sendo utilizada para aplicar a melhoria continua é a aplicação do Lean Six Sigma. O Six Sigma é uma estratégia gerencial disciplinada e altamente quantitativa, que tem como objetivo aumentar expressivamente a performance e a lucratividade das empresas, por meio da melhoria da qualidade de produtos e processos e do aumento da satisfação de clientes e consumidores (WERKEMA, 2008).

A meta do six sigma é aproximar-se do zero defeito, falha ou erro. O índice de cada falha é dada da seguinte maneira:

Tabela 3: Relação entre o nível sigma e a quantidade de defeitos por milhão

Nível da Qualidade	Defeitos por milhão(ppm)	Custo da não qualidade (percentual de faturamento da empresa)
Dois sigma	308.537	Não se aplica
Três sigma	66.807	25 a 40%
Quatro Sigma	6.210	15 a 25%
Cinco Sigma	233	5 a 15%

Fonte:Werkema, 2014.

O six sigma é voltado para diminuir a variação do processo e por seguinte, o valor do sigma. Se o sigma for elevado, as taxas de falhas são altas, se ele for baixo, as falhas são raras. Para se aplicar o six sigma é necessário conhecer as necessidades do cliente, obter-se de dados para se aplicar ferramentas estatísticas, que dispõem de informações de forma que o resultado gerado possa ser utilizado para encontrar a causa raiz dos problemas.

Identificando as causas raízes dos problemas, são escolhidas medidas para minimizar ou eliminar os problemas completamente. O êxito contínuo é dado pelo controle e monitoramento do desvio-padrão das principais características escolhidas.

A meta do six sigma é conseguir reduzir a variação no resultado entregue aos clientes numa taxa de 3,4 falhas por milhão de oportunidades ou 99,99966% de perfeição. É uma nova forma de se medir o quanto um produto é bom. Se um produto possui este nível, isso nos diz que sua qualidade é excelente e que a probabilidade de o produzir com defeitos é extremamente baixa. Devido a esses dados é fácil perceber como as organizações podem ser afetadas tanto nos setores operacionais e estratégicos com a sua aplicabilidade (SIQUEIRA CAMPOS, 1999)

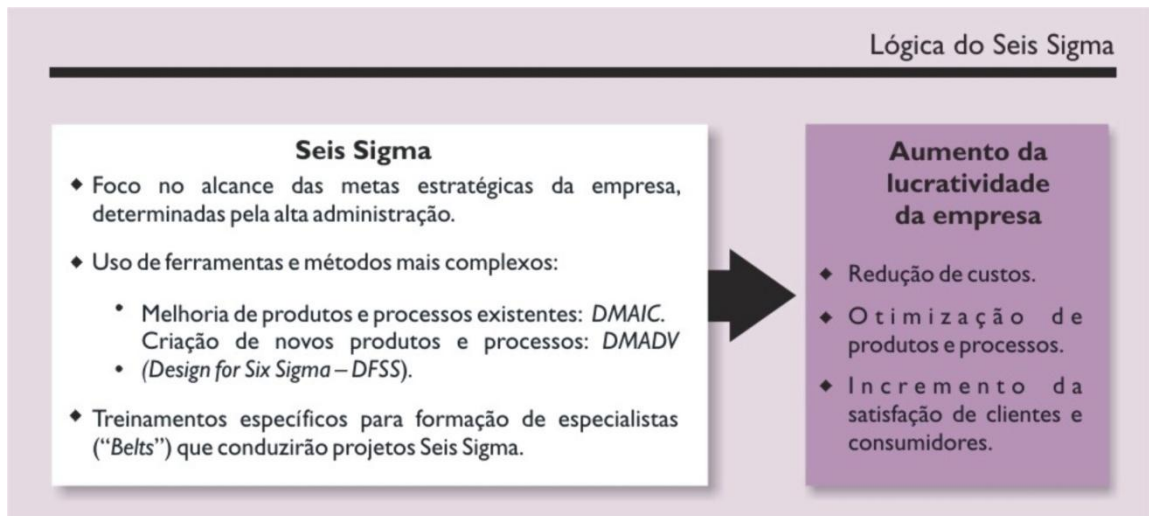


Figura 06: A lógica do Six sigma
Fonte: Werkema Consultores,2008.

O Lean Manufacturing, por sua vez, é uma iniciativa que busca eliminar desperdícios, isto é, excluir o que não tem valor para o cliente e imprimir velocidade à empresa. Como o Lean pode ser aplicado em todo tipo de trabalho, uma denominação mais apropriada é Lean Operations ou Lean Enterprise. (Werkema, 2008)

O programa resultante da integração entre o Six Sigma e o Lean Manufacturing, por meio da incorporação dos pontos fortes de cada um deles, é denominado Lean Six Sigma, uma estratégia mais abrangente, poderosa e eficaz que cada uma das partes individualmente e adequada para a solução de todos os tipos de problemas relacionados à melhoria de processos e produtos (Werkema, 2008).

A abordagem do lean será influenciado pela estratégia da empresa e pode ser realizado de várias maneiras:

1ª Abordagem - Gestão Independente

São vários as razões para que uma empresa opte por implementar o lean six sigma. Mas o principal objetivo pela escolha é eliminar os desperdícios e os retrabalhos, que afetam o tempo dos processos.

2ª Abordagem- Uso de ferramentas lean no six sigma

O lean six sigma é uma das principais metodologias estratégicas de otimização de processos. A principal aplicabilidade ao lean é na elaboração do DMAIC e DMADV.

As ferramentas da qualidade aplicadas em prol da otimização dos processos expandem e as diversas ferramentas do Lean passam a incorporar o treinamento dos Belts. O benefício de assemelhar estas duas com uma organização que somente opera com as ferramentas Six Sigma, alguns projetos de otimização de tempo em processos, redução de inventários e melhoria no fluxo de informação podem ser executados de modo mais eficiente e atingido um melhor resultado com as ferramentas Lean. Uma problemática é que a filosofia do lean não é tratada como uma melhoria que deve ser empregada em todos os processos da empresa.

De fato, isso limita o verdadeiro significado do lean e limita uma gama de aplicabilidade que podem ser obtidos com a sua aplicação mais abrangente em suas atividades diárias.

Exemplos de ferramentas Lean que podem ser utilizadas em um projeto:

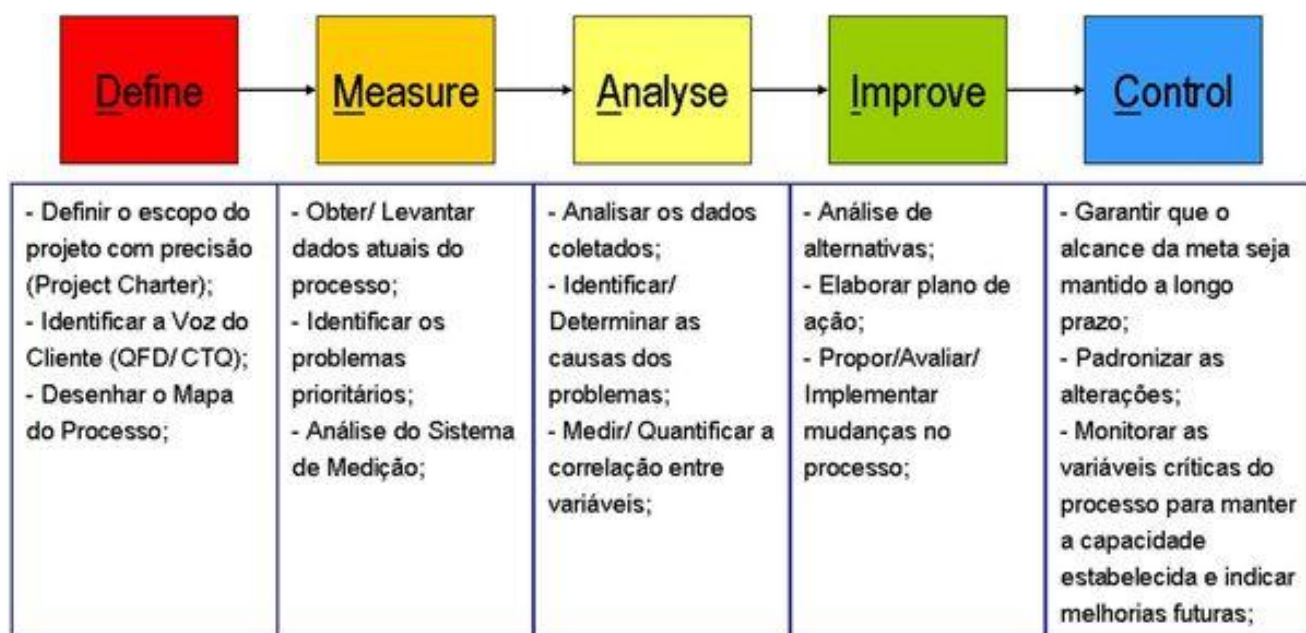


Figura 07: DMAIC

Fonte: Kaizen Institute,1999

3ª abordagem – Uso do Six Sigma como Ferramenta do Lean

Há uma disseminação da filosofia lean em várias áreas da organização, onde a empresa opta por aplicar pelo Kaizen na busca pela melhoria dos processos. A

aplicabilidade do lean na melhoria continua está presente nas atividades do dia-a-dia da empresa.

Entretanto, quando um projeto de maior complexibilidade aparece, ele pode ou não ser descartado, já que implica em um maior conhecimento analítico e poucos possuem capacitação nestas ferramentas ou ainda, por ser complexo, pode não ser prioridade e acabar deixado de lado.

Uma desvantagem em optar pelo Six Sigma é não preocupar-se com a análise de riscos dos processos e não buscar a causa-raiz dos problemas que poderão surgir.

4ª Abordagem–Six Sigma Express

A quarta abordagem é orientada para a agilidade da execução dos projetos do Six Sigma. Algumas empresas criticam a demora que alguns projetos são elaborados, sendo que nem sempre é necessário fazer investigações mais profunda para saber o motivo do problema. Isso quer dizer que os projetos Lean Six Sigma são também chamados de Kaizen DMAIC ou DMAIC Express, pois os projetos de Six Sigma são “enxugados” por essa abordagem de gestão.

O grande benefício é realizar projetos com grande rapidez e trazer benefícios para a empresa. A desvantagem é o risco de não conseguir eliminar a causa real dos problemas, já que a análise pode ter sido superficial.

5ª Abordagem– Lean Six Sigma Integrado

O quinto passo associa o Lean e o Six Sigma, certificando que a empresa atuará paralelamente em projetos de melhoria e no gerenciamento efetivo dos seus diversos processos buscando ao mesmo tempo a redução da variabilidade e a eliminação dos desperdícios.

É dado um prazo de até 5 anos para que a filosofia seja diluída em todos os setores da organização. De acordo com Abraham Márcio(2010), os projetos podem ser desenvolvidos com a utilização das metodologias DMAIC e DMADV e com a possibilidade de usar ou não as ferramentas Lean. Projetos imediatos e outros que necessitem de mais tempo para trazer retorno, alinhados com a capacitação de pessoas e análise sistêmica do processo, permitirão a busca pela excelência operacional e trarão muitos resultados para a empresa.

É necessário compreender que cada organização encontra-se em um momento diferente e é levada pelo modo como a melhoria contínua iniciou-se. É imprescindível saber a atual situação da empresa para que os projetos continuem e

seja trago o retorno. Além de conhecer sua situação atual, é necessário ter o conhecimento dos pós de cada um dos modelos, pois isso permitirá que cada um direcione sua implementação para uma integração total de Lean e Six Sigma.

2.3 Ferramentas da Qualidade

“Qualidade é a ausência de deficiências” (JURAN,1992)

“Fazer Certo da Primeira Vez”, é a “Visão” ou a “Filosofia da Qualidade, considerando os princípios fundamentais: qualidade em conformidade com o padrão, qualidade como prevenção, zero defeito é o padrão de desempenho e a medida da qualidade é o custo da não conformidade(CROSBY,1979).

Em busca do six sigma são utilizadas várias ferramentas da qualidade que podem ser utilizadas de forma integrada em ciclos de melhoria contínua de processo e produtos.

Uma ferramenta da qualidade utilizada para se analisar os processos é o gráfico de dispersão.

De acordo com Corazzin(2013), diagrama ou gráfico de dispersão é uma ferramenta que indica a existência, ou não, de relações entre variáveis de um processo e sua intensidade, representando duas ou mais variáveis uma em função da outra. Deve ser usada quando se necessita visualizar o que acontece com uma variável quando outra variável se altera, podendo identificar uma possível relação de causa e efeito entre elas.

“O diagrama de dispersão é também utilizado como ferramenta de qualidade. Um método gráfico de análise que permite verificar a existência ou não de relação entre duas variáveis de natureza quantitativa, ou seja, variáveis que podem ser medidas ou contadas, tais como: sinergia, horas de treinamento, intenções, número de horas em ação, jornada, intensidades, velocidade, tamanho do lote, pressão, temperatura, etc”. (AUTOR DESCONHECIDO)

- O diagrama é utilizado para analisar uma possível relação de causa e efeito.
- Isto não quer dizer que uma variável afeta a outra, mas evidencia a relação que existe e em que intensidade

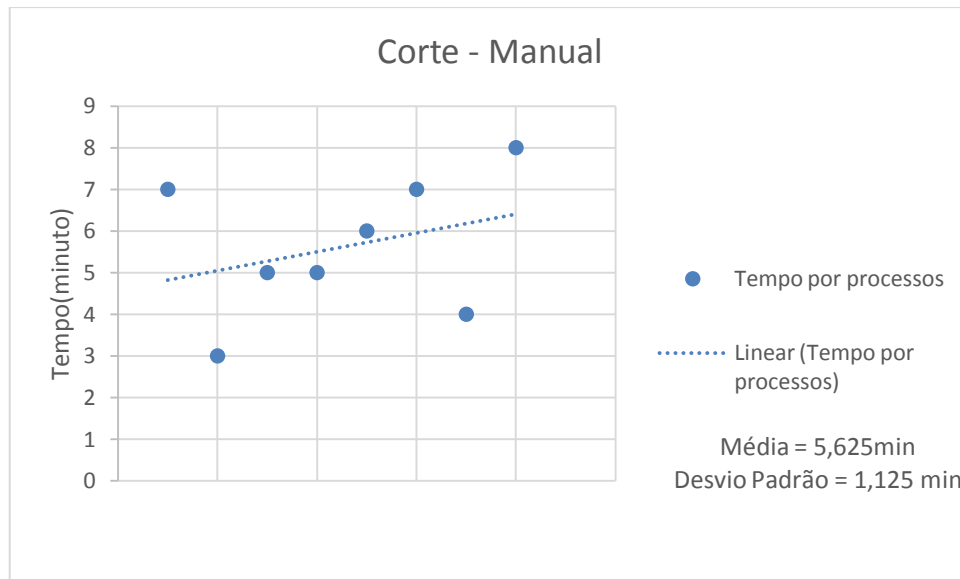


Gráfico 3: Gráfico de dispersão do processo de corte manual

Fonte: Estaleiro XXV, 2014.

O gráfico de dispersão abordado, identifica os parâmetros do processo de corte manual e com essa ferramenta as diretrizes são melhoradas com excelência.

3 - ESTUDO DE CASO

3.1 A empresa

O Estaleiro XXV, criado em 2000, é uma empresa de construção e reparo naval, integrante do Grupo Estai. Localizado estrategicamente a 10 minutos do Centro do Rio de Janeiro, do Porto do RJ e do Aeroporto, o Estaleiro XXV ocupa uma área com cerca de 150.000 m² no bairro do Caju. Neste local funcionou, por mais de um século, o extinto Estaleiro Caneco, importante nome da história do mercado naval do país.

A XXV emprega cerca de 1500 funcionários e tem uma capacidade instalada de processamento de aço, da ordem de 48 mil toneladas anuais. Com larga experiência na área naval, a empresa, que está a serviço dos mercados de óleo e gás e offshore, com capacidade de construção de qualquer tipo de navio até 80 mil toneladas de porte bruto (TPB). O Estaleiro XXV está apto também, a construir navios de Carga Geral, Porta Contenedores, Graneleiros, Navios de Apoio Offshore (PSV), Navios Químicos, Ferry Boats, Gaseiros, Petroleiros, Rebocadores e Navios de Perfuração (drillship).

3.2 Proposta do trabalho

Com o objetivo de verificar a adequação do desenvolvimento da metodologia six sigma para uma indústria do setor naval, foi escolhido um estaleiro. A empresa está tentando se reestruturar, para com isso, tentar baixar seus custos operacionais, otimizar seu tempo, avaliar a qualidade nos seus processos e se tornar mais competitiva, não apenas no mercado nacional, como também no cenário mundial.

A proposta do trabalho é de implantar os conceitos do six sigma, visto que é indispensável criar um ambiente favorável para serem alcançados resultados positivos. Nesta etapa descreve-se a implementação do lean six sigma, o trabalho que foi realizado, destacando as peculiaridades e dificuldades, os resultados obtidos e as conclusões.

3.3 A implementação do Lean Six Sigma como método para melhoria nos processos produtivos no setor da produção

Identificação do problema: O problema é identificado na realização do processo. A chapa ao ser entregue no estaleiro é inspecionada por lote a lote, após ser transportada para o setor de corte faz-se uma nova inspeção com a máquina de raio x para detectar as não conformidades. A escolha do melhor método de realização para a confecção da peça é essencial para poder otimizar o tempo, reduzir o retrabalho e reduzir o custo. E com isso, faz-se necessário analisar o melhor método de corte, pois o mesmo apresentou um grande índice de retrabalho na produção.

Problemas de não conformidade encontrados na chapa:

- Trinca;
- Rachadura;
- Empeno.

Implantação: A implantação escolhida é o lean six sigma que visa identificar e melhorar os processos de corte.

A empresa escolhida é um estaleiro de médio porte, que se localiza no Estado do Rio de Janeiro. Suas principais facilidades são:

- Área de tratamento de chapas e perfilados;
- Área de processamento de aço;
- Área de pré-edificação e montagens de blocos;
- Carreiras;
- Cais de acabamento;
- Oficinas de acabamento.

Os principais produtos estão divididos em 3 (três) partes:

- Navios Mercantes: cargueiro, graneleiro, petroleiro, porta-container, roll-on/roll-off, frigorífico, multipurpose, químicos, transportadores de gases, em barcações especiais, entre outros.
- Serviços: reparo naval flutuante, caldeiraria leve, montagens estruturais e aluguel de mão-de-obra.
- Projetos: de embarcações, consultoria de engenharia naval e sistemas de

computação e controle numérico.

Primeiramente porquê implementar o six sigma nos processos do estaleiro?

Para adquirir o aumento da produtividade e melhoria da qualidade dos produtos.

Exemplo da importância dessa implantação:

Em alguns processos no setor da produção do estaleiro o percentual de erros é igual ou superior a 15% que significa em 5000 ppm's. No corte manual da borboleta, a cada 100 peças fabricadas, 15 saem com defeito. No corte semiautomático, a cada 100 peças fabricadas, 10 saem com defeito. E no corte automático, a cada 100 peças fabricadas, 5 saem com defeitos.

Tabela 4: Processo de corte

Tipos de corte	Meta de Peças fabricadas	Peças s/ defeito	Peças c/ defeito
Manual	100	85	15
Semiautomático	100	90	10
Automático	100	95	5

Fonte: Estaleiro XXV, 2014

Tabela 5: Eficácia do processo

Eficácia	Resultado	Retrabalho
Manual	85%	15%
Semiautomático	90%	10%
Automático	95%	5%

Fonte: Estaleiro XXV, 2014.

Os indicadores de peças sem defeito e com defeito indicados na tabela 4 do processo de corte, obtêm um percentual elevadíssimo de retrabalho. Com a implementação do six sigma, esse percentual irá diminuir em demaseio na fabricação com defeitos e retrabalhos.

O six sigma trabalha com o número de PPm's igual a 3,4; isso quer dizer que o percentual de erros irá sair de 15% para 0,00034% e a redução de custo nos processos irá se concretizar.

Um dos parâmetros de maior relevância em uma empresa é a redução de custo, o mínimo percentual de defeitos e retrabalhos nos seus processos, portanto, o

six sigma é uma realidade nas empresas de médio ou grande porte do mundo.

O primeiro passo para a melhoria nos processos é a capacitação dos funcionários que trabalham direta ou indiretamente nas atividades, pois essa é a melhor maneira de modificar os procedimentos que envolvem todo o ciclo da empresa.

O estaleiro XXV implantou no seu sistema o modelo six sigma. A primeira etapa na tomada de decisão para a implementação do six sigma foi a capacitação nas hierarquias dentro da empresa.

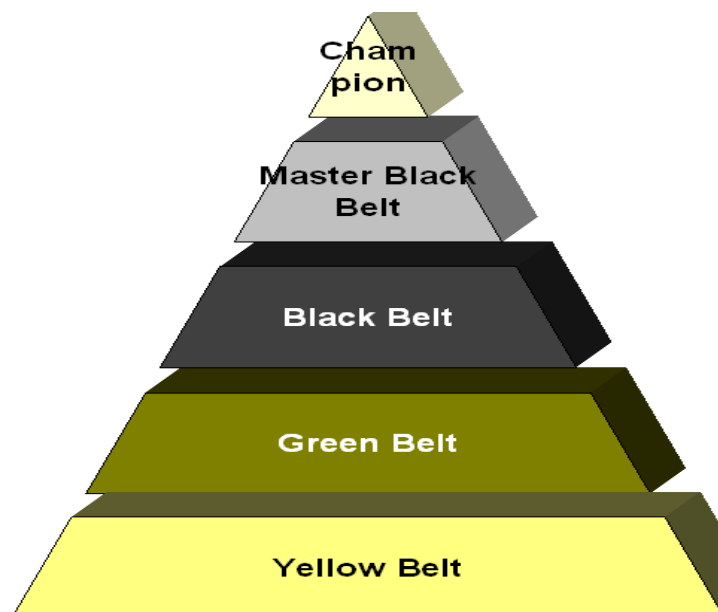


Figura 08: Especialistas dos six sigma

Fonte: Qualidade Online,2014

White belt: Noções básicas gerais das ferramentas

Yellow belt: Aplica a metodologia, algumas ferramentas para a solução de problemas não muitos complexos.

Green belt: Aplica a metodologia, tem noções básicas das ferramentas (trabalho operacional)

Black belt: Facilitador do time de trabalho: aplica a metodologia e ferramentas, tem um amplo conhecimento nas ferramentas estatística (líder).

Master black belt: Coordenação geral dos projetos.

Champion: Coordenação geral do programa.

A primeira impressão de mudanças no estaleiro com a implementação do six sigma é em torno dos funcionários, para melhoria das suas funções ou nos serviços realizados durante a sua estadia na empresa.

Os funcionários necessitam de estímulos para o seu crescimento profissional. São eles que resolvem os problemas e fazem melhorias na empresa sem relevância na sua hierarquia.

Quais são as competências desses belts a serem formados durante os treinamentos disponibilizado pela empresa para a melhoria dos seus processos com a otimização do tempo e aumento da produtividade sem retrabalhos?

- Capacidade de pensar de forma sistemática;
- Capacidade de entender variabilidade;
- Entendimento do aprendizado (como aprendemos, desenvolvemos e melhoramos);
- Compreender as pessoas e suas atitudes;
- Compreender as interdependências e interação entre sistemas.

Os belts devem ser agentes de mudanças em ambiente de melhoria continua, se formam para serem consultores internos para projetos de aperfeiçoamento.

Portanto, para começar um ciclo de melhoria no estaleiro XXV, os primeiros procedimentos a serem tomados são as mudanças de aperfeiçoamento no seu quadro geral de funcionários pois os seus processos ou etapas da produção, depende diretamente desses funcionários.

O próximo parâmetro para a melhoria nos processos do estaleiro XXV é a base de dados. Com essa diretriz podemos saber a frequência de distribuição de produtividade da empresa com relação aos seus processos. Para podemos compreender, sem dúvidas, a verdadeira performance dos processos a serem melhorados, vamos ao exemplo:

3.4 Aplicações com relação ao processo de corte automático, corte semiautomático e corte manual

Tabela 6: Corte Manual

Corte - Manual				
	Corte vertical(min)	Corte horizontal(min)	Corte no ângulo(min)	corte total(min)
Borboleta	2	3	2	7
Insert(bacalhau)	1	2	-	3
Barra 1 m	2	3	-	5
Barra 1,5 m	2	3	-	5
Colar	2	2	2	6
Antepara	3	4	-	7
cachorro	2	2	-	4
Borboletafrangeada	2	4	2	8
	16	23	6	45
Média	5,625			

Fonte: Estaleiro XXV, 2014.

Média total do processo: 5,625 min.

Tabela 7: Corte Semi automático

Corte – Semiautomático				
	Corte vertical(min)	Corte horizontal(min)	Corte no ângulo(min)	corte total(min)
Borboleta	1	2	1	4
Insert(bacalhau)	1	1	-	2
Barra 1 m	1	2	-	3
Barra 1,5 m	1	3	-	4
Colar	1	1	1	3
Antepara	2	3	-	5
Cachorro	1	1	-	2
Borboleta frangeada	1	1	1	3
Total	9	14	3	26
Média	3,25			

Fonte: Estaleiro XXV,2014.

Média total do processo: 3,25 min.

Tabela 8: Corte Automático

Corte – automático			
	Laser marcador(min)	Corte(min)	Corte total(min)
Borboleta	1	1	2
Insert(bacalhau)	1	1	2
Barra 1 m	1	1	2
Barra 1,5 m	1	1	2
Colar	1	1	2
Antepara	1	1	2
Cachorro	1	1	2
Borboleta frangeada	1	1	2
Total	8	8	16
Média	2		

Fonte: Estaleiro XXV, 2014.

Média total dos processos:2 min

Tabela 9: Relação hh dos processos de corte

Tipo de corte	Minutos	HH	HH(7horas)	HH(1semana)	HH(1mês)	HH(1ano)
Corte manual	27	R\$ 4,85	R\$ 2.035,53	R\$ 10.177,65	R\$ 40.710,60	R\$ 488.527,20
Corte automático	1	R\$ 0,18	R\$ 75,39	R\$ 376,95	R\$ 1.507,80	R\$ 18.093,60
Corte semiautomático	14,5	R\$ 2,60	R\$ 1.093,16	R\$ 5.465,78	R\$ 21.863,10	R\$ 262.357,20

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Tabela 10: Relação hh

Salário	R\$ 1.508,00
Horas trabalhadas por dia	7
Minutos trabalhados por dia	420
Dias trabalhados em 1 semana	5
Média de horas por mês	140
Nº de funcionários	19
Tempo para construir o navio(meses)	12
Total horas trabalhadas pela produção	1680
Custo para construir o navio	R\$ 94.000.000,00

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015

Qual é o processo de corte que apresenta menor custo?

O corte que apresenta o menor custo é o automático pois seu HH é o menor em comparação aos outros processos, também tem o menor tempo para executar o trabalho e portanto será possível aumentar a produtividade na operação.

A média do corte manual: $4+1,5+3+3,5+3+5+2+5 = 27/8 = 3,375$

Desvio padrão do corte manual: $((4-3,375)+(3,375-1,5)+(3,375-3)+(3,5-3,375)+(3,375-3)+(5-3,375)+(3,375-2)+(5-3,375))/(8) = 1$

A média do corte semiautomático: $2+1+1,5+2+1,5+3+1+2,5 = 14,5/8 = 1,81$

Desvio padrão do corte semiautomático: $((2-1,81)+(1,81-1)+(1,81-1,5)+(2-1,81)+(1,81-1,5)+(3-1,81)+(1,81-1)+(2,5-1,81))/(8) = 0,56$

A média do corte automático: $1+1+1+1+1+1+1+1 = 8/8 = 1$

Desvio padrão do corte automático: $((1-1)+(1-1)+(1-1)+(1-1)+(1-1)+(1-1)+(1-1)+(1-1))/(8) = 0$

O melhor processo a ser escolhido é o de corte automático, pois a distância entre uma variância da etapa do processo e outra é igual a 0 e o custo do hh é bem menor.

Em comparação ao corte manual, o automático é R\$470.433,40 mais barato. E ao semiautomático R\$244.263,6, em uma projeção de 1 ano. Portanto, com a implantação do six sigma no estaleiro, descobrimos qual é o melhor processo a ser utilizado quando ocorrer uma vasta frequência de serviços para a construção do navio.

O terceiro parâmetro para a melhoria dos processos no estaleiro é a visão sistemática da organização, que tem suas diretrizes voltadas para o foco no cliente e no resultado estratégico da empresa. Para a melhoria dos processos, temos que reduzir as variações dos serviços que acontecem na empresa. A meta estabelecida nesse parâmetro é a otimização do tempo para a entrega dos serviços prestados e suas conformidades em relação a qualidade do produto. O tempo da obra da construção do navio em termos varia com a colaboração dos serviços prestado internamente pelos seus funcionários altamente treinados para entregar o produto no tempo determinado com a qualidade especificada pelo cliente.

O estaleiro XXV tem uma forte relação com o seu cliente, e com isso, estabelece metas para a satisfação do mesmo. O tempo de entrega do produto está relacionado com a entrega muito cedo ou muito tarde ao cliente e também com a sua qualidade. O produto pode apresentar um defeito durante o processo e com isso terá que ocorrer o retrabalho,

mas com a utilização de melhores equipamentos e serviços prestados pelos seus funcionários, a entrega do produto pode ser realizada com excelência.

Um exemplo de melhoria do six sigma na implementação dos serviços do estaleiro com relação a entrega do produto é a satisfação dos serviços prestados.

3.5 Os processos de corte antes e depois com a implementação do Six Sigma

Processo efetuado manualmente antes da implementação do lean six sigma:

Corte - Manual				
	Corte vertical(min)	Corte horizontal(min)	Corte no ângulo(min)	corte total(min)
Borboleta	2	3	2	7
Insert(bacalhau)	1	2	-	3
Barra 1 m	2	3	-	5
Barra 1,5 m	2	3	-	5
Colar	2	2	2	6
Antepara	3	4	-	7
cachorro	2	2	-	4
Borboletafrangeada	2	4	2	8
Média	16	23	6	45
	5,625			

Tabela 11: Corte Manual

Fonte: Estaleiro XXV, 2014.

A média do corte manual: $7+3+5+5+6+7+4+8= 45/8= 5,625$

Desvio padrão do corte manual: $((7-5,625)+(5,625-3)+(5,625-5)+(5-5,625)+(5,625-6)+(7-5,625)+(5,625-4)+(8-5,625))/(8)= 1,125 \text{ min}$

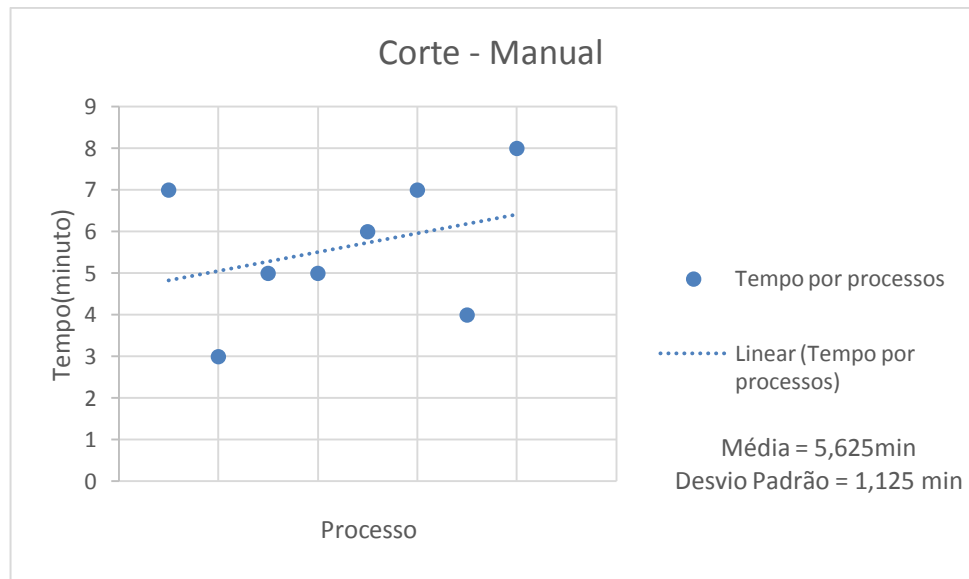


Gráfico 4: Dispersão do corte manual
Fonte: Elaborado pelos autores,2015.

Processo efetuado manualmente com a implementação do lean six sigma:

Tabela 12: Corte Manual

Corte - Manual				
	Corte vertical(min)	Corte horizontal(min)	Corte no ângulo(min)	corte total(min)
Borboleta	1	2	1	4
Insert(bacalhau)	0,5	1	-	1,5
Barra 1 m	1	2	-	3
Barra 1,5 m	1	2,5	-	3,5
Colar	1	1	1	3
Antepara	2	3	-	5
cachorro	1	1	-	2
Borboletafrangeada	1	3	1	5
Média	8,5	15,5	3	27
	3,375			

Fonte: Estaleiro XXV,2014.

A média do corte manual: $4+1,5+3+3,5+3+5+2+5= 27/8= 3,375$

Desvio padrão do corte manual: $((4-3,375)+(3,375-1,5)+(3,375-3)+(3,5-3,375)+(3,375-3)+(5-3,375)+(3,375-2)+(5-3,375))/(8)= 1 \text{ min}$

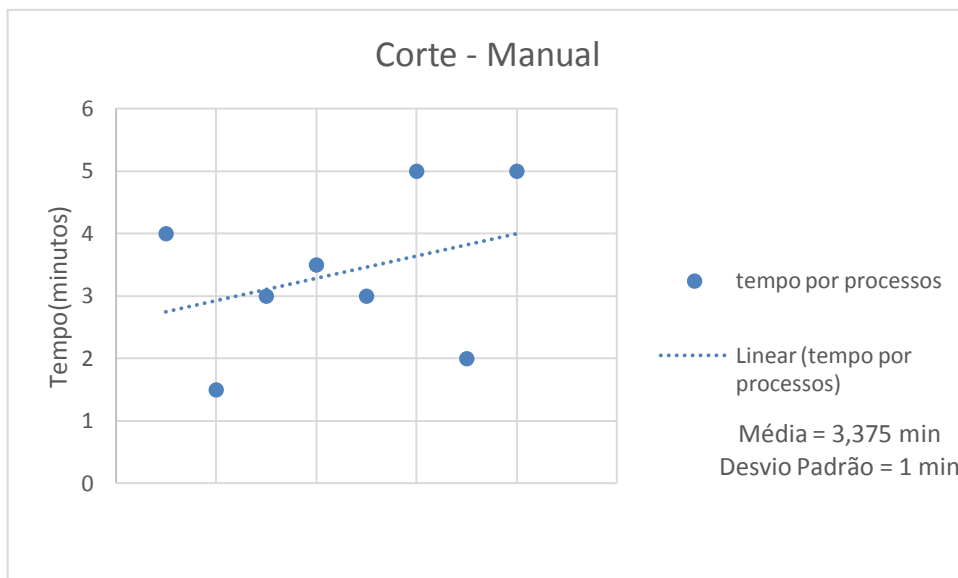


Gráfico 5: Dispersão do corte manual
Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Processo efetuado no corte semiautomático antes da implementação do lean six sigma:

Tabela 13: Corte Semiautomático

Corte – Semiautomático				
	Corte vertical(min)	Corte horizontal(min)	Corte no ângulo(min)	corte total(min)
Borboleta	1	2	1	4
Insert(bacalhau)	1	1	-	2
Barra 1 m	1	2	-	3
Barra 1,5 m	1	3	-	4
Colar	1	1	1	3
Antepara	2	3	-	5
Cachorro	1	1	-	2
Borboleta frangeada	1	1	1	3
Total	9	14	3	26
Média	3,25			

Fonte: Estaleiro XXV, 2014.

A média do corte semiautomático: $4+2+3+4+3+5+2+3= 26/8=3,25$

Desvio padrão do corte semiautomático: $((4-3,25)+(3,25-2)+(3,25-3)+(4-3,25)+(3,25-3)+(5-3,25)+(3,25-2)+(3,25-3))/(8)= 0,8125$

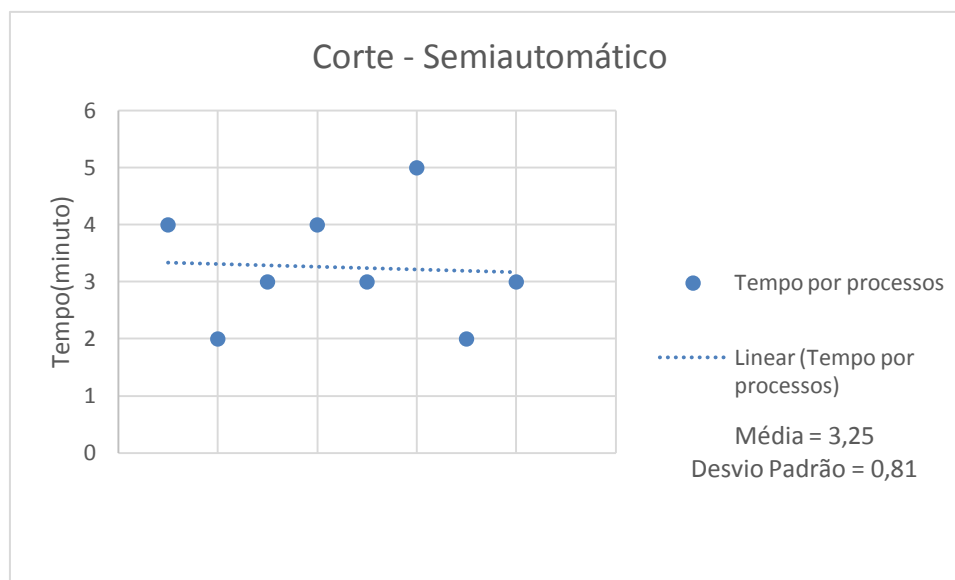


Gráfico 6: Dispersão do corte Semiautomático

Fonte: Elaborados pelos autores, 2015.

Processo efetuado no corte semiautomático com a implementação do lean six sigma:

Tabela 14: Corte Semiautomático

Corte – semiautomático				
	Corte vertical(min)	Corte horizontal(min)	Corte no ângulo(min)	corte total(min)
Borboleta	0,5	1	0,5	2
Insert(bacalhau)	0,5	0,5	-	1
Barra 1 m	0,5	1	-	1,5
Barra 1,5 m	0,5	1,5	-	2
Colar	0,5	0,5	0,5	1,5
Antepara	1	2	-	3
Cachorro	0,5	0,5	-	1
Borboleta frangeada	0,5	1,5	0,5	2,5
Total	4,5	8,5	1,5	14,5
Média	1,8125			

Fonte: Estaleiro XXV, 2014.

A média do corte semiautomático: $2+1+1,5+2+1,5+3+1+2,5= 14,5/8=1,8125$

Desvio padrão do corte semiautomático: $((2-1,8125)+(1,8125-1)+(1,8125-1,5)+(2-1,8125)+(1,8125-1,5)+(3-1,8125)+(1,8125-1)+(2,5-1,8125))/(8)= 0,5625$

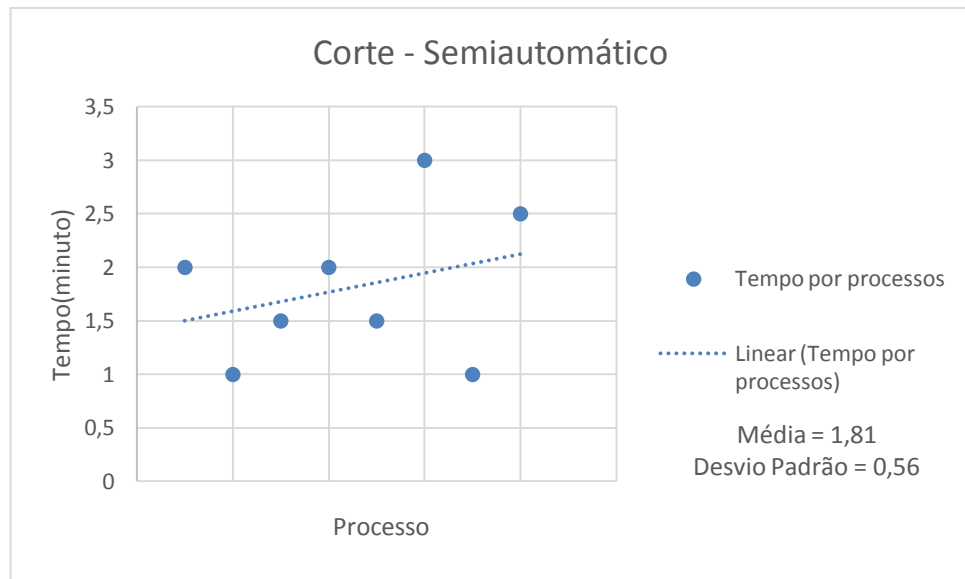


Gráfico 7: Dispersão do corte semiautomático
Fonte: Elaborados pelos autores

Processo efetuado na automatização antes da implementação do lean six sigma:

Tabela 15: Corte Automático

Corte – automático			
	Laser marcador(min)	Corte(min)	Corte total(min)
Borboleta	1	1	2
Insert(bacalhau)	1	1	2
Barra 1 m	1	1	2
Barra 1,5 m	1	1	2
Colar	1	1	2
Antepara	1	1	2
Cachorro	1	1	2
Borboleta frangeada	1	1	2
Total	8	8	16
Média	2		

Fonte: Estaleiro XXV, 2014.

A média do corte automático: $2+2+2+2+2+2+2+2= 16/8=2$

Desvio padrão do corte automático: $((2-2)+(2-2)+(2-2)+(2-2)+(2-2)+(2-2)+(2-2)+(2-2))/(8)= 0$

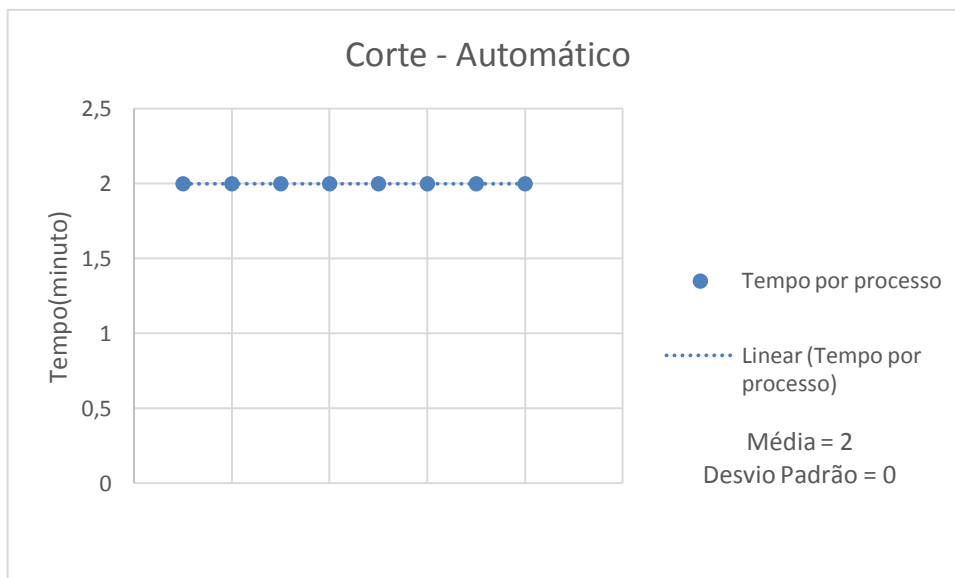


Gráfico 8: Dispersão do corte automático

Fonte: Elaborados pelos autores,2015.

Processo efetuado na automatização com a implementação do lean six sigma:

Tabela 16: Corte Automático

Corte - automático			
	Laser marcador(min)	Corte(min)	Corte total(min)
Borboleta	0,5	0,5	1
Insert(bacalhau)	0,5	0,5	1
Barra 1 m	0,5	0,5	1
Barra 1,5 m	0,5	0,5	1
Colar	0,5	0,5	1
Antepara	0,5	0,5	1
Cachorro	0,5	0,5	1
Borboleta frangeada	0,5	0,5	1
Total	4	4	8
Média	1		

Fonte: Estaleiro XXV, 2014.

A média do corte automático: $1+1+1+1+1+1+1+1= 8/8=1$

Desvio padrão do corte automático: $((1-1)+(1-1)+(1-1)+(1-1)+(1-1)+(1-1)+(1-1)+(1-1))/(8)= 0$

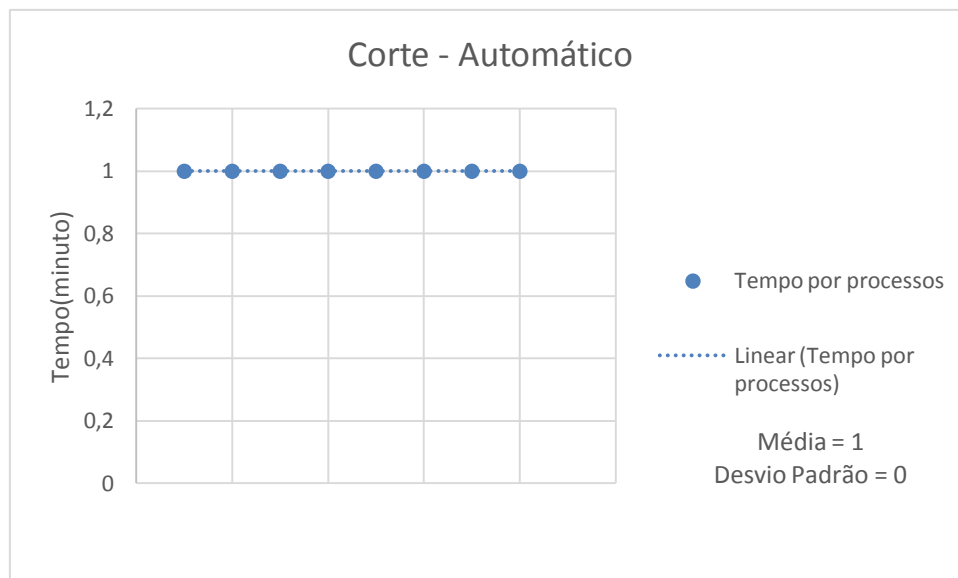


Gráfico 9: Dispersão do corte automático
Fonte: Elaborados pelos autores, 2015.

4 – RESULTADOS E ANÁLISE

Gráfico do antes e depois da implementação do Lean six sigma no estaleiro XXV:

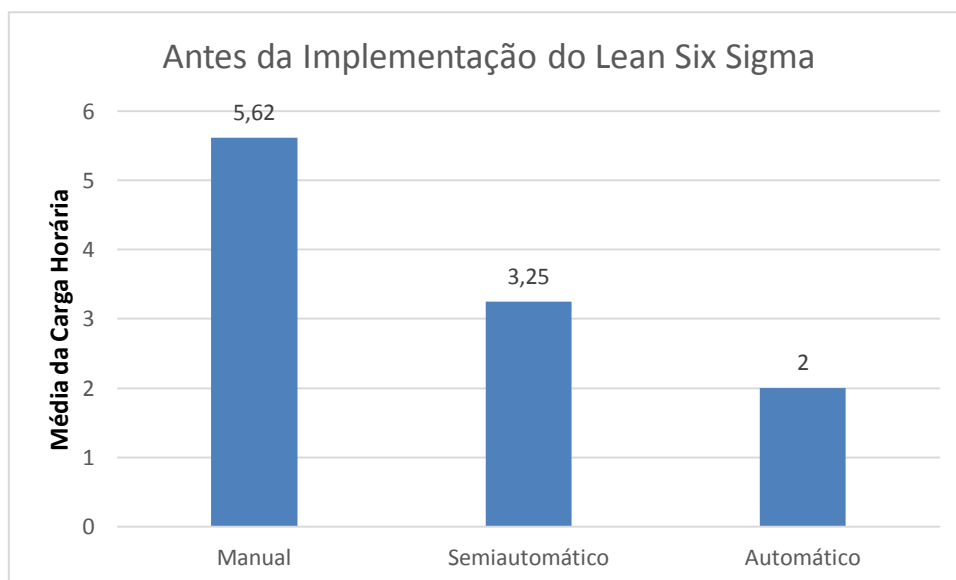


Gráfico 10: Antes da implementação do Lean Six Sigma
Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Acima está a relação da média da carga horária de cada processo de corte antes da implementação do lean six sigma.

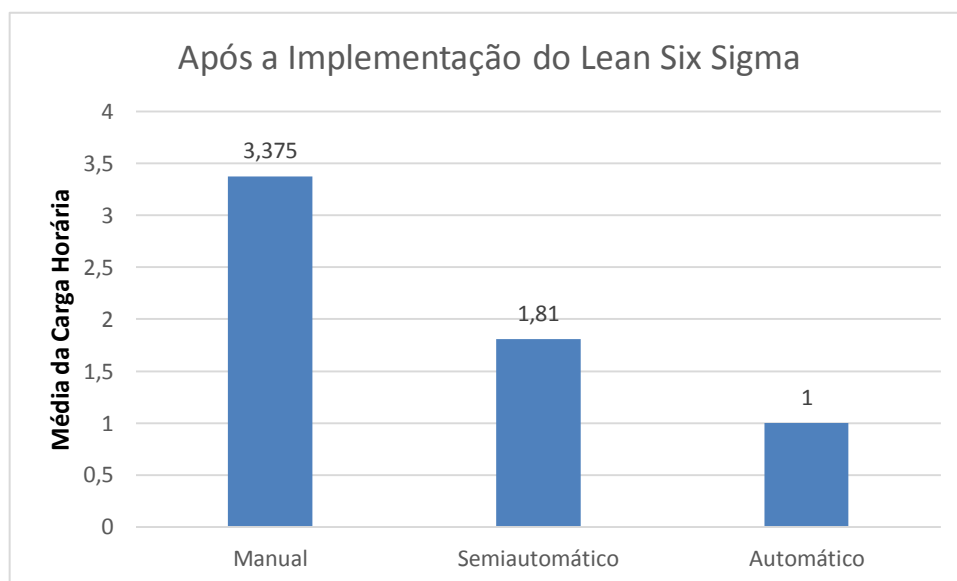


Gráfico 11: Após a Implementação do Lean Six Sigma

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Ao visualizar os gráficos de dispersão 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11 (antes e depois da implementação) e nas tabelas 11, 12, 13, 14, 15 e 16 que indicam o tempo médio da carga horária de cada processo, percebe-se a melhoria da implementação do lean six sigma nos processos de corte e que a viabilização para a entrega com maior eficiência no processo e com um menor número de retrabalhos durante as etapas do processo é o tipo de corte automatizado.

Portanto, o six sigma é um sistema muito útil para o crescimento da empresa em torno de melhoria dos processos. Conforme mencionado nesse estudo de casos, o estaleiro XXV modificou-se com a implantação do sistema six sigma, melhorou na otimização do tempo, no aumento da produtividade, na redução de custo com retrabalho e com a satisfação do seu cliente e seus funcionários ampliaram seu conhecimento em relação a melhoria dos processos que envolveu a empresa.

5 – CONCLUSÃO

A implementação do sistema lean six sigma no estaleiro XXV teve como resultados a redução de retrabalhos, redução de custos, otimização do tempo e aumento da produtividade. É importante ressaltar que a redução do retrabalho nos processos de corte foi identificada através da coleta de dados perante a implantação do lean six sigma. Com isso, otimizou-se o tempo, uma vez que é possível eliminar as falhas de danificação na confecção da peça, antes do seu processo ser efetuado.

Por isso é necessário que haja um acompanhamento contínuo na contenção dos índices de falhas. Também é importante destacar que todas as modificações implantadas dependem de um treinamento eficaz aos operadores da produção. Uma vez que novos materiais requerem uma nova inspeção.

Ao visualizar a comparação dos dois gráficos 10 e 11 (do antes e depois da implantação do lean six sigma), percebe-se a melhoria nos processos de corte manual, semiautomático e automático, pois foram reduzidos 2,245 minutos no corte manual, 1,44 minutos no corte semiautomático e 1 minuto no corte automático. Entretanto o melhor corte é o automático, pois opera com menor tempo, há um menor índice de retrabalho e não ocorre falha humana no seu processo.

A média da carga horária dos processos de confecções das peças do estaleiro XXV depois da implantação do lean six sigma está menor, pois ocorreu uma melhoria continua na inspeção dos materiais antes dos cortes serem efetuados e, com isso, otimizou-se o tempo, reduziu-se o custo, aumentou a produtividade e o índice de retrabalho diminuiu.

Os objetivos traçados no início da implantação do Lean Six Sigma foram plenamente atingidos. A meta inicial era a redução de retrabalhos, de custos, aumento da produtividade e otimização do tempo. Para a eliminação total das falhas, pode-se adotar o aperfeiçoamento dos funcionários, a coleta de dados, a identificação do problema e a solução para a melhoria.

A abordagem do Lean Sigma é simples, mas não significa que seja fácil. Diferentemente do que se acredita, a ferramenta não se ocupa da qualidade da forma tradicional, ou seja, a conformidade com normas e requisitos, na verdade, o programa redefine qualidade como o valor agregado por um esforço produtivo e busca que a empresa alcance os seus objetivos estratégicos.

Portanto, a ferramenta Lean Six Sigma apresentou uma mudança em

demaseio no processo de corte, solucionou os problemas mais graves e melhorou o setor de produção do estaleiro XXV.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAM, M; VICENT D. **As abordagens do Lean Seis Sigma**.Disponível em:<<http://www.setecnet.com.br/seissigma/includes/Modelos%20Lean%20Seis%20Sigma.pdf>>. Acesso em: 03/10/2015.

ANTUNIOS, Marcos. **Implantação de um sistema de gestão da qualidade ISO 9001:2000, em uma empresa de construção e montagens**. Tese(Pós graduação). UFPE. Pernambuco. 2004.

ALMEIDA R, BIASIO R, ROH M, CAMARGO E.**Implementação de um sistema de gestão da qualidade**. Estudo de caso em uma empresa do segmento metal mecânico. Congresso Nacional de excelência em gestão. Caxias do Sul. 2011.

ALVARENGA T, MORO C, SAMWAYS B, MESSIAS J, SILVA E.**Mapeamento de processos:uma revisão**.8º encontro de engenharia e tecnologia dos campos gerais(Estudo). UTFPR.2013.

ARIENTE, M.; CASADEI, M.A.; GIULIANI, A.C; SPERS.E.E; PIZZINATTO, N.K. Processo de Mudança Organizacional: estudo de caso do Seis Sigma. In Ver. FAE, v.8, n.1, Curitiba, jan. /jun. 2005

ARMAND V. Feigfenbauer apud Garvin. **Total Quality Control**. Nova Iorque.: MC Graw- Hill. 1961, p.1)

BARBOSA FILHO, Antonio Nunes. **Segurança do trabalho e gestão ambiental**. São Paulo: Atlas, 2001.

BACELLAR, Rosely. **White Belt Six Sigma**. Disponível em:<<https://www.youtube.com/watch?v=jBWgMqpzDss>> Acesso em: 08/09/2015.

CAMPOS,R; LIMA S.**Mapeamento de processos: Importância para as organizações**.Disponível em:

<<http://www.ufrrj.br/codep/materialcursos/projetomapeamento/MapeamentoProcessos.pdf>>. Acesso em: 04/10/2015.

CARDOSO, Bianca. **Qualidade De Serviço No Setor De Transportes Sob A Ótica Da Teoria Dos Topoi**. Tese(mestrado). UFRJ. Rio de Janeiro. 2006.

CASSIMIRO, Flávio. **Benefícios em Implantar Sistema de Gestão de Qualidade em Empresas da Construção Civil**. Disponível em: http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1660. Acesso em : 23/09/2015

CHIAVENATO, Idalberto. **Teoria Geral da Administração**. 3. Ed. São Paulo. Elsevier, 2004.

CORAZZIN, Eduardo .**Diagrama de dispersão**. 2013 Disponível em: <http://www.auctus.com.br/diagrama-de-dispersao/>. Acesso em: 05/10/2015

CROSBY, Philip. **Quality is still free**. New York. Mentor Books. 1980..

DATALYZER. **Melhoria continua x Melhoria continuada**. 2007. Disponível em: <http://www.datalyzer.com.br/site/suporte/administrador/info/arquivos/info71/71.html>. Acesso em: 07/11/2015.

DEMING, W.E – **Quality, Productivity, and Competitive Position**. Massachusetts Institute of Technology, 1982.

ELAINA, Jeniffer. **Ciclo PDCA**. 2011. Disponível em: casadaconsultoria.com.br/ciclo-pdca. (2011). Acessado em: 11/10/2015

ESCOBAR Jeffersson. **DMAIC**. Disponível em: <<http://br.kaizen.com/artigos-e-livros/artigos/dmaic.html>>. Acesso em: 03/10/2015

FAHL Claudio. **Proposta de uma linha de montagem de barcos de lazer de médio porte-Uma aplicação dos conceitos de manufatura enxuta**. Tese(Pós graduação) Universidade Federal de Santa Catarina. 2010.

FILHO, E.P.S; CARDOSO Álvaro; CHAVES C.A. **Gestão de pessoas - Uma abordagem da experiência em paradaprogramada de plataforma de petróleo semi-submersível**.(artigo) - Universidade de Taubaté. São Paulo. 2006.

FRUTUOSO André. **Sistema de controle interno de uma empresa familiar**. (Estudo de caso). UFSC. Florianópolis. 2004.

GERALDO, José. **Integração das ferramentas da qualidade com as ferramentas da manufatura, como suporte para a gerência e obtenção de resultados**. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/integracao-das-ferramentas-da-qualidade-com-as-ferramentas-da-manufatura-como-suporte-para-a-gerencia-e-obtencao-de-resultados/68919/#ixzz3ldL2xgCB>>. Acesso em: 08/03/2015.

GONÇALVES, Celso. **Utilização da Metodologia Six Sigma para melhoria do processo de abastecimento de matéria prima para unidade fabril**. Estudo de Caso em uma empresa da indústria de bens de capital. IESA Equipamentos e Projetos S.A. Disponível em:<www.leansixsigma.com.br/acervo/49101349.pdf>. Acesso em:13/09/2015.

GONÇALVES, José Ernesto Lima. Reengenharia das empresas: passando a limpo. São Paulo: Atlas, 1995a. p.110-117: O papel transformador da tecnologia

GONÇALVES,Osvaldo.**Critérios para aplicação de ABC (Activity Based Costing) na indústria naval**. Revista Produção. Rio de janeiro. 2003.

GOULART, E.T; BERNEGOZZI, R.P. **O uso das ferramentas da qualidade na melhoria de processos produtivos**. São Paulo: ICIEOM, 2010.

HAMMER, Michael, CHAMPY, James. Reengineering the corporation.. New York: HarperBusiness, 1994

HAROLD L. Gilmore apud Garvin,.**Product conformance cost, quality progress**. Junho de 1974, p 16.

JURAN, J.M. **Qualidade desde o projeto**. São Paulo. Pioneira. 1997.

LOBO, Alfredo. **Qualidade e produtividade**. Disponível em:
<<http://www.inmetro.gov.br/inovacao/artigos/docs/36.pdf>>. Acesso em: 28/08/2015.

LÜCK M, ESTEVES M. **Roteiro para Implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) baseado na ISO 9001 – Experiência da Embrapa Meio Ambiente**. Disponível em:
<http://www.cnpma.embrapa.br/boaspraticas/workshop/anais/kit_disseminacao/RoteiroISO9001_22_240311.pdf> Acesso em: 23/09/2015

MAUKIEWICZ, D; AURÉLIO, C. **Implantação da Metodologia Six Sigma**. Disponível em: <<https://www.metodista.br/revistas/revistas-unimep/index.php/cienciatecnologia/article/viewFile/777/313>> Acesso em: 04/09/2015.

MOURA, D.A.. **Análise dos principais segmentos da indústria marítima brasileira: estudo das dimensões e dos fatores críticos de sucesso inerentes à sua competitividade**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008.

NAVALI, poli-depto de engenharia. **Sistema de garantia de qualidade na indústria náutica**. UFRJ. Rio de Janeiro. 2011

PALADINI, Edson Pacheco. **Qualidade total na prática – implantação e avaliação de sistema de qualidade total**, 2. ed. São Paulo: Atlas, 1997.

PEREZ, L; LONGO L. **Redução do retrabalho em uma calderaria a partir do Seis Sigma**. (Artigo). UFF. Rio de Janeiro. 2011.

PERIARD, Gustavo. **O ciclo PDCA e a melhoria continua**. Disponível em:
<<http://www.sobreadministracao.com/o-ciclo-pdca-deming-e-a-melhoria-continua/>>. Acesso em: 02/10/2015

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2004.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

RODRIGUES, Marcus Vinicius Carvalho. Entendo, aprendendo, desenvolvendo qualidade padrão six sigma. Rio de Janeiro, Qualitymark, 2006.

SIQUEIRA CAMPOS. **Em busca do padrão seis sigma**. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/revista-exame/edicoes/689/noticias/em-busca-do-padrao-seis-sigma-m0048915>. Revista Época. Acesso em: 05/10/2015

SLACK, Nigel, CHAMBERS, Stuart, JOHNSTON, Robert - **Administração da Produção**: ATLAS, 2ª edição de 2002

WERKEMA, M. C. C. Lean Seis Sigma – Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing . Belo Horizonte : Werkema, 2006.