

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**FELIPE NOVAES CRUZ**

**REDUÇÃO DO LEAD TIME PARA EMISSÃO DOS  
CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO EM UMA  
EMPRESA PRESTADORA DE SERVIÇOS E  
EQUIPAMENTOS.**

**TAUBATÉ**

**2017**

**FELIPE NOVAES CRUZ**

**REDUÇÃO DO LEAD TIME PARA EMISSÃO DOS  
CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO EM UMA  
EMPRESA PRESTADORA DE SERVIÇOS E  
EQUIPAMENTOS.**

Monografia apresentada para  
obtenção do Certificado de  
Especialização pelo Curso de Pós-  
Graduação em Engenharia da  
Qualidade Lean Seis Sigma – Green  
Belt do Departamento de Engenharia  
Mecânica da Universidade de  
Taubaté.

Orientador: Álvaro Azevedo Cardoso,  
PhD

**TAUBATÉ**

**2017**

Ficha Catalográfica elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado

de Bibliotecas / UNITAU - Biblioteca das Engenharias

C957r Cruz, Felipe Novaes  
Redução do *lead time* para emissão dos certificados de calibração em uma empresa prestadora de serviços e equipamentos. / Felipe Novaes Cruz - 2017.

91f. : il; 30 cm.

Monografia (Especialização em Engenharia da Qualidade Lean Seis Sigma - Green Belt) – Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia Mecânica, 2017  
Orientador: Prof. Dr. Álvaro Azevedo Cardoso, PhD Departamento de Engenharia Mecânica.

1. Qualidade. 2. Lean seis sigma. 3. Serviço de metrologia. 4. Equipamentos responsáveis pela operação de aparafusamento. 5. Gestão de cadeia de suprimentos. I. Título.

**FELIPE NOVAES CRUZ**

**REDUÇÃO DO LEAD TIME PARA EMISSÃO DOS  
CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO EM UMA EMPRESA  
PRESTADORA DE SERVIÇOS E EQUIPAMENTOS.**

Monografia apresentada para obtenção do Certificado de Especialização pelo Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Qualidade Lean Seis Sigma – Green Belt do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Orientador: Álvaro Azevedo Cardoso, PhD

Data: \_\_\_\_\_

Resultado: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

Prof .Dr. \_\_\_\_\_ Universidade de Taubaté

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

## AGRADECIMENTOS

A minha esposa pelo suporte e incentivo nas horas necessárias para que conseguisse terminar mais esta etapa.

Aos meus filhos pelo amor e carinho sempre proporcionados.

Aos meus pais e irmãos por todo o companheirismo e suporte desde o início de minha carreira escolar, a eles devo todo meu conhecimento.

Aos colegas de classe pela parceria e companhia de todos os sábados desta prazerosa caminhada que realizamos.

Aos professores pela atenção e empenho em dividir parte de todo o seu conhecimento.

E finalmente a Deus por me oferecer mais esta oportunidade de desenvolvimento não somente profissional como pessoal e afetivo, levando em consideração todas as novas amizades que pudemos desenvolver nesta caminhada.

“Qualidade significa fazer certo quando ninguém está olhando”.

Henry Ford

## RESUMO

O objetivo do projeto é: reduzir o lead time para a emissão dos certificados de calibração de uma empresa prestadora de serviços e equipamentos para um prazo máximo de dez dias. E conseqüentemente espera-se: uma redução em vinte e cinco por cento nos custos mensais do departamento de metrologia da empresa e uma melhoria de ao menos vinte por cento nos índices de satisfação dos clientes. Esta empresa atua em um de seus ramos a certificação de metrologia na área de aferição se equipamentos na grandeza de torque (Nm) estes equipamentos normalmente são encontrados em montadoras de veículos leves e pesados, fabricantes de eletrodomésticos entre outras empresas que utilizem a técnica de aparafusamento em seus processos. A metodologia do projeto será desenvolvida através de um projeto Green Belt, aplicação de algumas ferramentas do LEAN Seis Sigma, pesquisas com o cliente (VOIC) e o DMAIC. Com todas estas ferramentas e metodologias informadas foram aprimoradas as seguintes etapas dos processos: elaboração do relatório, conferência dos certificados pelo setor responsável, emissão do certificado e logística para a entrega dos certificados. Os resultados alcançados com o projeto foram: redução para cinco dias no prazo médio de entrega do certificado de calibração após a data de execução, redução nos custos de emissão de certificados em vinte por cento em relação aos custos atuais, melhoria no índice de satisfação de nossos clientes em menos vinte e cinco por cento. Ao final do projeto foi possível concluir uma melhoria acima do esperado nos quesitos: prazo de entrega (esperado: dez dias x alcançado cinco dias), melhoria nos índices de satisfação do cliente (esperado: vinte por cento x alcançado: vinte e cinco por cento) e foi possível também alcançar um aumento no Market share da empresa objetivo este não traçado no início do projeto. E por outro lado o item de redução de custos ainda não foi atingido, porém está próximo (esperado: vinte e cinco por cento x alcançado: quinze por cento).

**Palavras Chaves:** Qualidade, LEAN Seis Sigma, Serviços de metrologia, Equipamentos responsáveis pela operação de aparafusamento e Gestão de Cadeia de Suprimentos.

## ABSTRACT

The objective of the project is to reduce the lead time for issuing the calibration certificates of a company that provides services and equipment for a maximum period of ten days. Consequently it is expected: a twenty-five percent reduction in the monthly costs of the company's metrology department and an improvement of at least twenty percent in customer satisfaction ratings. This company operates in one of its branches the certification of metrology in the area of calibration of equipment in the magnitude of torque (Nm) these equipments are usually found in light and heavy vehicle assemblers, home appliance manufacturers among other companies that use the bolt technique their processes. The project methodology will be developed through a Green Belt project, application of some LEAN Six Sigma, Customer surveys (VOIC) tools and the DMAIC. With all these tools and methodologies informed, the following process steps were improved: preparation of the report, certification of the certificates by the sector responsible, issuance of the certificate and logistics for the delivery of the certificates. The results achieved with the project were reduction to days in the average delivery time of the calibration certificate after the execution date, reduction in the costs of issuing certificates at twenty percent in relation to the current costs, improvement in the satisfaction index of Our customers at minus twenty-five percent. At the end of the project it was possible to conclude an improvement above the expected ones: delivery time (expected: ten days x reached five days), improvement in customer satisfaction indexes (expected: twenty percent x achieved: twenty five percent ) And it was also possible to achieve an increase in the target company's market share, which was not drawn at the beginning of the project. And on the other hand the cost reduction item has not yet been reached, however it is close (expected: twenty five percent x achieved: twenty percent).

**Key Words:** Quality, LEAN Six Sigma, Metrology Services, Equipment responsible for the bolting operation and Supply Chain Management.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo PDCA. Fonte: (Cerqueira, 1994) .....	18
Figura 2 - Variação do custo total da qualidade com seus custos componentes. Fonte: (Filho H. R., 2015). .....	24
Figura 3 - Ícones de Materiais. Fonte: (Grima _ UFSC, 2016).....	28
Figura 4 - Ícones de Informação Fonte: (Grima _ UFSC, 2016) .....	29
Figura 5 - Ícones Gerais Fonte: (Grima _ UFSC, 2016) .....	30
Figura 6 - Mapeamento de Fluxo – Estado atual (exemplo) Fonte: (Grima _ UFSC, 2016) .....	30
Figura 7 - Sigla KAIZEN. Fonte: (KAIZEN INSTITUTE, 2016).....	31
Figura 8 - Exemplo aplicação quadro Kanban – foto 1. Fonte: (M.SHIMIZU , 2014).....	32
Figura 9 - Exemplo aplicação quadro Kanban – foto 2. Fonte: (M.SHIMIZU , 2014).....	33
Figura 10 - Exemplo aplicação quadro Kanban – foto 3 Fonte: (M.SHIMIZU , 2014).....	33
Figura 11 - Exemplo aplicação quadro Kanban – foto 4. Fonte: (M.SHIMIZU , 2014).....	33
Figura 12- Exemplo aplicação quadro Kanban – foto 5. Fonte: (M.SHIMIZU , 2014).....	34
Figura 13 - 5 S's. Fonte: (Portal da Educação S/A, 2014).....	36
Figura 14 - Sala de cromação antes do 5 S. Fonte: (BORGES, OLIVEIRA, & OLIVEIRA, 2013) ....	37
Figura 15 - Sala de cromação pós implementação do 5 S. Fonte: (BORGES, OLIVEIRA, & OLIVEIRA, 2013).....	37
Figura 16 - Definição de Torque _Exemplo de aplicação. Fonte (Souza, 2010).....	45
Figura 17 - Esquema de funcionamento das apertadeiras. Fonte: (ASAI industrial, 2016) .....	48
Figura 18 - Apertadeira Eletrônica tipo Pistola. Fonte: (M. SHIMIZU , 2016).....	49
Figura 19 - Apertadeira Pneumática reta. Fonte: (Atlas Copco Brasil Ltda, 2014) .....	49
Figura 20 - Torquímetro Analógico. Fonte: (M. SHIMIZU , 2016) .....	52
Figura 21 - Chave de toque / Torquímetro digital. Fonte: (M. SHIMIZU , 2016) .....	52

Figura 22 - Torquímetro de estalo. Fonte: (M. SHIMIZU , 2016).....	53
Figura 23 - Torquímetro de Vareta. Fonte: (M. SHIMIZU , 2016).....	53
Figura 24 - Chave de Impacto. Fonte: (M. SHIMIZU , 2016).....	54
Figura 25 - Estação automática de aperto com fusos eletrônicos Fonte: (M. SHIMIZU , 2016).....	55
Figura 26 - Procedimento de calibração de Apertadeira. Fonte: (M. SHIMIZU , 2016) .....	58
Figura 27 - Processo de calibração de padrões. Fonte: (M. SHIMIZU , 2016).....	60
Figura 28 - A rede logística. Fonte: (SIMCHI-LEVI, KAMINSKY, & SIMCHI-LEVI, 2000).....	61
Figura 29 - Mapeamento do processo de fornecimento do serviço de calibração de equipamentos.....	70
Figura 30 - Diagrama de Causa e efeito.....	70
Figura 31 - Gráfico: Peso dos prováveis problemas em relação a insatisfação do cliente. ....	72
Figura 32 - Login do Portal. (Executante).....	77
Figura 33 - Página Inicial do portal (Executante). ....	77
Figura 34 - Aba de cadastros do portal. (Executante) .....	78
Figura 35 - Aba de calibrações do portal. (Executante).....	78
Figura 36 - Aba de utilitários do portal. (Executante).....	79
Figura 37 - Campo de seleção para o preenchimento do relatório de calibração do portal. (Executante) .....	79
Figura 38 - Campo de seleção para o preenchimento do relatório de calibração do portal. (Executante) .....	80
Figura 39 - Campo de consultas dos certificados de calibrações elaborados no portal. (Executante)..	80
Figura 40 – Certificado baixado via download diretamente do portal em formato Pdf. (Executante)..	81
Figura 41- Login do Portal. (Cliente).....	81
Figura 42 Campo de consultas dos certificados de calibrações elaborados no portal. (Cliente).....	82

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Etapas e atribuições do método DMAIC .....	22
Tabela 2 - Os 7 desperdícios conforme metodologia Lean.....	25
Tabela 3 - Unidades do Sistema Internacional de Unidades.....	41
Tabela 4 - Unidades derivadas .....	42
Tabela 5 - Unidades derivadas com nomes especiais .....	43
Tabela 6 - Unidades do SI com nomes especiais e símbolos particulares. ....	44
Tabela 7 - Comparativo entre as apertadeiras.....	50
Tabela 8 - Pesquisa de campo Voz do cliente aberta (qualitativa). ....	66
Tabela 9 - Voz do cliente fechada (quantitativa). ....	67
Tabela 10 - Matriz de Causa e Efeito.....	71
Tabela 11 - DPMO antes da implementação.....	73
Tabela 12 - 5W2H.....	74
Tabela 13 - Fase analisar variáveis críticas.....	74
Tabela 14 - DPMO após implementação.....	83
Tabela 15 - Recursos Dispensados. ....	84
Tabela 16 - Comparativo de DPMO (antes e depois da implementação).....	88

## Sumário

1. Introdução .....	14
1.1. Justificativa .....	14
1.2 Objetivo.....	14
2. Revisão Bibliográfica .....	15
2.1 Qualidade.....	15
2.1.1 Eficácia e Eficiência.....	16
2.1.2 Gestão da Qualidade.....	17
2.1.3 PDCA.....	18
2.2 Lean Seis Sigma.....	21
2.2.1 Seis Sigma.....	21
2.2.2 Lean Manufacturing .....	25
2.2.2.1 Mapeamento do fluxo de valor.....	27
2.2.2.2 <i>Kaizen</i> .....	31
2.2.2.3 <i>Kanban</i> .....	32
2.2.2.4 Padronização .....	34
2.2.2.5. 5 S .....	35
2.2.3 Desdobramento do Lean Seis Sigma.....	38
2.3 Serviços de Metrologia.....	40
2.3.1 Torque .....	45
2.3.1.1 Serviço de Metrologia na área de torque .....	46
2.4 Equipamentos responsáveis pela operação de aparafusamento .....	47
2.4.1 Apertadeiras.....	47
2.4.2 Torquímetros e Chaves de torque .....	51
2.4.3 Chaves de Impacto .....	54
2.4.4 Fusos de aperto .....	55
2.4.5 Procedimentos e normas de calibração em equipamentos na área de torque.....	56
2.5 Gestão de Cadeias de Suprimentos .....	60
3. Metodologia.....	63
3.1 Revisão da literatura.....	63
3.2 Proposição .....	65
4. Resultados.....	66

<b>4.1</b> Implementação .....	76
<b>4.2</b> Controle do Processo.....	82
<b>4.3</b> Discussão.....	85
<b>5.</b> Conclusão .....	87
<b>6.</b> Referências Bibliográficas.....	89

## 1. Introdução

### 1.1. Justificativa

A justificativa deste projeto é fundada devido a reclamação do cliente com relação ao prazo de entrega de serviços de metrologia de uma empresa prestadora de serviços e conseqüentemente, este descontentamento vem acarretando na redução dos índices de satisfação dos clientes.

### 1.2 Objetivo

O objetivo deste projeto é desenvolver uma nova sistemática de atuação de forma reduzir prazos e eliminar desperdícios. O resultado principal do projeto é reduzir o atual prazo médio do processo de vinte e cinco dias, para dez dias contando partir da conclusão dos serviços até a entrega do certificado. E desta forma recuperar e elevar os índices de satisfação do cliente.

E secundariamente, espera-se também uma redução nos custos mensais do setor: laboratório de metrologia em uma empresa prestadora de serviços em ao menos trinta por cento.

## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1 Qualidade

No atual cenário mercado mundial este assunto vem sido muito debatido e mencionado principalmente para as empresas que buscam o sucesso nesta corrida tão acirrada, porém esta área ainda prega várias dúvidas e incertezas, afinal o que é qualidade? Como assegurar que o meu produto possui qualidade? Qual o custo da qualidade?

Primeiramente o termo Qualidade se refere basicamente no cumprimento de requisitos sejam eles palpáveis ou não, exemplo: um carro possui qualidade, pois alcança uma marca de mais de oitenta mil quilômetros de rodagem sem a incidência de defeitos em seu motor; assim como uma bela obra de arte se revela com ótima qualidade em função de sua perfeição de traços em concordância de cores.

Conforme (Garvin, 1988) a percepção de Qualidade pode ser abordada nas seguintes visões fundamentalmente:

- TRANSCEDENTAL: qualidade é excelência em produtos e serviços;
- BASEADA NP PRODUTO: qualidade tem a ver com as características e atributos do produto; é fazer a coisa certa e isenta de defeitos;
- BASEADA NO PROCESSO: qualidade é fazer a coisa certa de forma certa, conforme padrões pré-estabelecidos
- BASEADA NO VALOR ECONOMICÔ: a qualidade de um produto ou serviço tem a ver com o seu valor econômico;
- BASEADA NO USUÁRIO: qualidade é atender a satisfação do usuário.

Logo já é possível afirmar que a área de Qualidade é um campo bastante amplo e com várias perspectivas, mas algo se faz notório ela é fundamental e deve estar sempre presente.

Um grande equívoco ao qual rotineiramente vivenciamos e com grande ênfase nos ambientes fabris (este o qual este assunto já se apresenta mais difundido) que a Qualidade de produtos e serviços é um assunto de única e exclusiva responsabilidade de seu setor, algo totalmente errôneo e ultrapassado. A verdade é que o assunto é de responsabilidade de todos desde o operador em sua função produtiva cumprindo corretamente todo o seu papel conforme as especificações (trabalho padronizado, instruções específicas, dentre outros) até o grande papel da alta gerência na forma de tomar ações que favoreçam ao bom gerenciamento do sistema de qualidade, assim como a nova versão da ISO 9001 aborda e alerta na importância da alta direção em seu papel para o bom funcionamento do sistema. Com isso o real papel do setor de Qualidade das empresas na verdade é o gerenciamento do sistema de qualidade da empresa, ou seja, o planejamento de metas, acompanhamento das metas, suporte na detecção de defeitos e suporte nas ações preventivas e corretivas a serem tomadas de modo resolver possíveis falhas ou ao menos controlar o risco das mesmas.

Dentro deste assunto (Filho B. V., 1991) diz que a função Qualidade é a coleção de atividades que é executada na empresa no sentido de se obter produtos de qualidade não importando quem realize essas funções. Reafirmando assim o que foi mencionado anteriormente.

Outro autor que disserta com maestria sobre o assunto é (Cerqueira, 1994) segundo ele Qualidade é a totalidade de atributos que deve ter um produto ou serviço para que atenda as expectativas do usuário final ou supere-as.

### 2.1.1 Eficácia e Eficiência

Outro ponto imprescindível para uma boa compreensão de uma qualidade e conseguir distinguir a diferença dentre estes dois assuntos o primeiro é a eficácia, ela está relacionada se o processo ou produto é eficaz, isto é o mesmo realiza a função a qual foi destinado ou especificado, exemplo: um sabão em pó de um fabricante “X” é considerado eficaz, pois

consegue realizar a limpeza completa das roupas para qual o mesmo foi desenvolvido. Já o seguinte item eficiência está relacionado se o processo ou produto é eficiente, ou seja, se ele possui uma boa relação entre sua entrada e sua saída ou seu consumo e produção final, exemplo: uma lavadora de louças pode ser considerada eficiente caso consiga realizar a limpeza das louças utilizando-se de poucos recursos (baixo consumo de água, energia elétrica e sabão). (Mei Li Heman, 2016)

Acredito que com o bom entendimento destes dois adjetivos o entendimento do assunto se torne mais claro, afinal um produto eficiente e eficaz possui grandes chances de ser firmado como de boa qualidade.

### 2.1.2 Gestão da Qualidade

Conforme mencionado anteriormente é um dos pontos chaves para o funcionamento do sistema de qualidade e (Cerqueira, 1994) afirma que gerenciar a qualidade total é agir de forma planejada e sistemática para implantar e implementar um ambiente no qual, em todas as relações fornecedor-cliente da organização sejam elas internas ou externas, exista a satisfação mútua.

Para o desenvolvimento da gestão da qualidade é necessário:

- *Know-how* ou conhecimento do seu produto ou negócio, assim como todos os seus processos;
- Foco nas expectativas e necessidades do cliente externo ou final, antevendo sempre mudanças de cenários e possíveis atualizações;
- Planejamento dos desdobramentos, assim como o correto entendimento das necessidades de seus clientes, e conseqüentemente quais processos eles se inter-relacionam;
- Desenvolver métricas e critérios para a correta avaliação dos processos, de modo que estes indicadores reflitam fielmente todas as expectativas de seus clientes e desta forma alcançar sua satisfação;

Implementar sistemas de melhoria continua de forma sempre aprimorar seus processos (PDCA), esta melhoria deve focar principalmente em: prevenção de não conformidades, eliminação de desperdícios, redução de custos e aumento da produtividade.

### 2.1.3 PDCA

Com a ideia fundamental de W.E. DEMING desenvolveu um sistema continuo que se baseava no estreitamento de interações, mais tarde o mesmo foi aprimorado pelos japoneses ao qual chegou – se no ciclo PDCA.

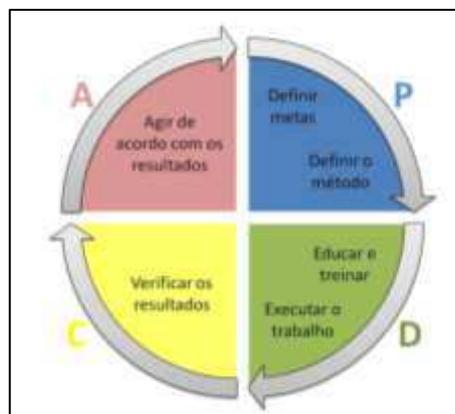


Figura 1 - Ciclo PDCA. Fonte: (Cerqueira, 1994)

Conforme a figura 1 o sistema está baseado em quatro etapas fundamentais:

- *Plan* (Planejar);
- *Do* (Executar);
- *Check* (Verifique);
- *Act* (Agir).

Dentro de cada etapa existem ações a serem seguidas e desenvolvidas à risca para que o sistema funcione corretamente, e ao final de cada giro no ciclo as ações devem ser reavaliadas e seguidas novamente.

Dentro da fase Planejar precisamos desenvolver o planejamento estratégico da qualidade, para isto deve-se:

- Estabelecer os objetivos a serem atingidos, assim como valores e intenções;
- Bom entendimento da missão traçada;
- Conhecimento pleno do ambiente a qual será desenvolvido o sistema e identificação dos fatores críticos (que serão chaves para o sucesso do projeto).
- Trace metas;
- Desenvolva estratégias, realize desdobramento das metas inter-relacionando todos os setores da organização assim como a alta gerência.
- Nesta etapa é muito importante também manter o foco no cliente, com isso levante todos os produtos e ou serviços fornecidos no processo, identifique os clientes;
- Monitore todos os requisitos do cliente, e após traduza todas as reais necessidades dos mesmos.

Já na fase Executar, serão necessárias três ações principais: definição dos processos, definir as reais prioridades do processo e a documentação e padronização das rotinas. Para isso devemos:

- Inter-relacionar os processos conforme os produtos a serem produzidos;
- Identificar postos de trabalho;
- Demarcar o início e fim dos processos;
- Identificar as entradas de cada processo;
- Evidenciar a importância de cada processo;
- Demonstrar por meio numérico a atual satisfação do processo;
- Definir as prioridades;
- Desenvolva fluxogramas para melhor visualização dos processos,
- Apresente e desenvolva procedimentos quando ainda não possuírem e com o tempo os aprimore.

A próxima fase é a de Verificar nesta dois serão os passos fundamentais: desenvolvimento de indicadores e a coleta e análise dos dados, para isso deveremos:

- Levantar todos os requisitos do cliente;
- Evidenciar as características do processo;
- Analisar e relacionar os requisitos do cliente com as características do processo;
- Escolha os principais indicadores traçados anteriormente;
- Apresente metas e critérios numéricos;
- Evidencie as ações tomadas;
- Levante os resultados obtidos e analise-os, conforme a ferramenta mais apropriada.
- Documente todos os resultados.

E a última etapa será a de Agir, nesta os pontos cruciais serão: Checar qual a atual situação do processo após as ações tomadas e quais ações serão necessárias para melhorar este quadro, para isto deveremos:

- Primeiramente procurar a estabilidade do processo;
- Levantar a capacidade e capabilidade dos processos;
- Avaliar a situação;
- Analisar de forma crítica os dados;
- Traçar as ações a serem tomadas;
- Propor soluções;
- Implementar as soluções e comprovar a eficácia das mesmas.

Ao final desta etapa dizemos que foi terminado o a primeira volta do ciclo que deverá ser repetido continuamente uma vez que o próprio nome do sistema já evidencia seu intuito a “Melhoria Continua”.

Conforme (Cerqueira, 1994), ele afirma também que somente estes passos não são suficientes, se faz necessário sacudir a organização, descongelando o sistema vigente de ideias, para poder observá-la melhor, reestruturá-la de acordo com a nova filosofia e recongela-lá dentro de novos padrões adequados a qualidade total.

## 2.2 Lean Seis Sigma

Com a globalização e conseqüentemente a acirrada disputa de mercado as companhias precisaram buscar saídas por intermédios de novas ferramentas e ou metodologias que as mantivessem competitivas e assim subsidiando sua sobrevivência. Neste âmbito surge a integração entre o Lean Manufacturing e o Seis Sigma, está junção visa a redução de desperdícios, redução de custos e melhorias nos índices de qualidade de produtos ou serviços. (FERNANDES H. V., 2005)

### 2.2.1 Seis Sigma

Esta metodologia rígida e disciplinada tem a finalidade de encontrar variações em todos os processos e etapas críticas de forma obter melhorias continuas nos índices da companhia, desta forma aprimorando a satisfação do cliente e conquista de sua fidelização. Ela se desenvolve através de implementações organizacionais planejadas em processos de manufatura, ou serviços e tem por objetivo o alcance de no máximo 3,4 defeitos por milhão de oportunidades (DPMO). (MANI & Pádua, 2016)

Sua ferramenta de aplicação é o DMAIC, e o significado da sigla é exatamente:

- Definir;
- Medir;
- Analisar;
- Implementar;
- Controlar.

A simbologia ( $\sigma$ ) Sigma é oriunda do alfabeto grego e é utilizada para apresentar o desvio padrão dos resultados obtidos, este índice sigma todas as vezes que é demonstrado

nos resultados mostra o quão estável e controlado o mesmo se encontra, ou seja é o termômetro de desempenho do processo. Este índice quanto maior for seu valor representa o quão melhor é o seu desempenho alcançado, isto é a capacidade de atender os requisitos pré-estabelecidos. Com isso, o setor de SGQ, ou seja, Sistema de Gestão da Qualidade, tem como objetivo tornar e ou manter sempre o sistema produtivo eficaz e estável, ao alcançar o ponto de estabilidade do processo inicia-se uma nova trajetória de busca da eficiência e por consequência a produtividade mencionada anteriormente.

Conforme (MANI & Pádua, 2016) o grau de qualidade com Seis Sigma demonstra um desempenho de 99,99966% em atendimentos de requisitos ou conformidades ou 3,4 partes por milhão de não conformidades.

As etapas do DMAIC são bem simples e eficazes, porém, devem ser seguidas à risca para obtenção do sucesso do projeto, com isso é necessário estar bem claro o objetivo de cada uma delas. Como mostra a tabela 1 a seguir:

Tabela 1 - Etapas e atribuições do método DMAIC

<b>Etapas</b>	<b>Atribuições</b>
Definição ( <i>Define</i> )	Identificar qual processo será estudado, quais são seus limites de abrangência, seu cliente e o que é defeito para o produto deste processo.
Medição ( <i>Measure</i> )	Elaboração do mapa de processo, identificando todos os sub-processos e etapas do processo chave anteriormente definidas.
Análise ( <i>Analyse</i> )	Selecionar as etapas de desempenho inferior e cuja melhoria promoverá um maior retorno econômico.
Melhoria ( <i>Improve</i> )	Utilizando-se de ferramentas como o projeto de experimentos e técnicas de otimização, são estabelecidos limites ótimos de tolerância para as variáveis de entrada, minimizando a variabilidade das variáveis de saída a que se referem.
Controle ( <i>Control</i> )	Realiza-se uma forma de controle estatístico sobre as variáveis de entrada de forma que permaneçam dentro dos limites operacionais especificados na etapa anterior. Além disso, é efetuado um plano de controle estabelecendo as variáveis de entrada a serem controladas, forma de controle e medição, frequência de coleta de dados e os limites ótimos de trabalho.

As melhoras mais significativas com o método Seis Sigma são: eliminação de desperdícios, melhoria no desempenho dos indicadores de qualidade, extinção ou ao menos redução de atividades que não agreguem valor durante os processos. Todos estes benefícios geram redução de custos e por consequência o aumento expressivo do lucro da empresa, tendo em vista que as falhas custam muito caro para empresa, não somente pelo desperdício dos insumos utilizados no produto ao qual será descartado (se tornará SCRAP), além da mão obra nele aplicado, tempo gasto em sua fabricação, descontentamento do cliente quando recebe um produto não conforme (as vezes que a falha não é detectada durante o processo de fabricação), perda de competitividade causada pelo índice de falha elevado.

A realidade das empresas atualmente não é de um nível Seis Sigma, porém este sim é o objetivo em futuro próximo, atual realidade das empresas mais atuantes na área de qualidade, como por exemplo as montadoras de veículos, hoje operam em um nível Sigma ( $\sigma$ ) de aproximadamente três, uma vez que também é importante se basear no gráfico de Custos da Qualidade, conforme a figura 2.

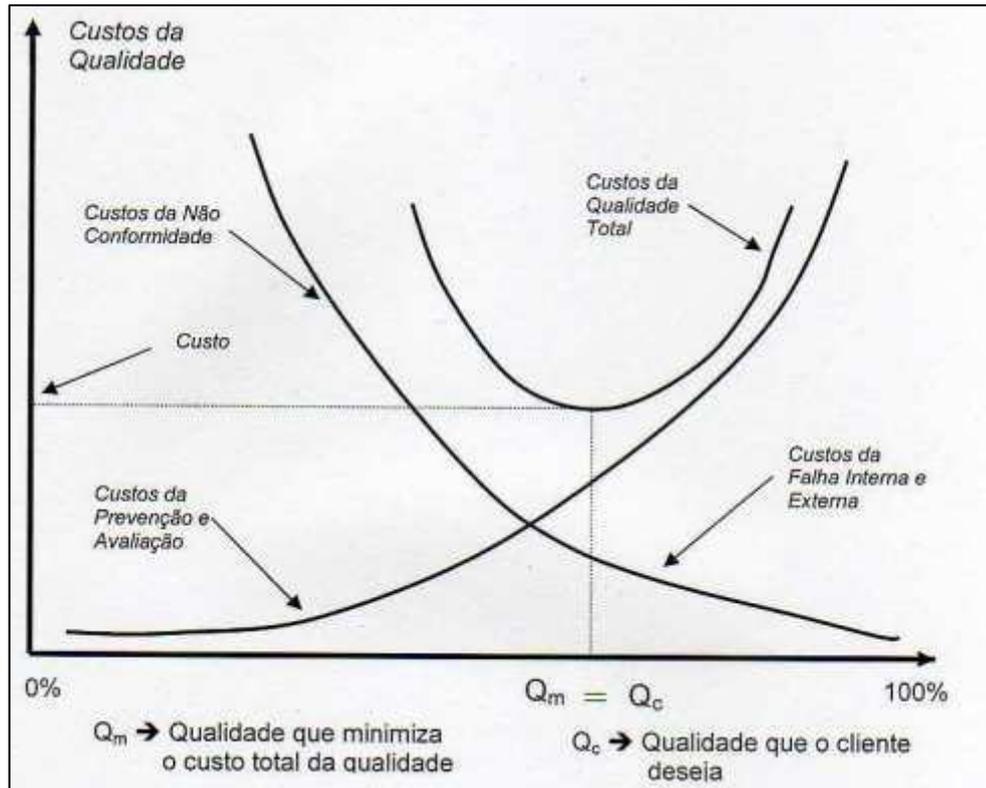


Figura 2 - Variação do custo total da qualidade com seus custos componentes. Fonte: (Filho H. R., 2015).

Com este gráfico conseguimos visualizar melhor a situação, o ponto ideal para atuação é sempre na intersecção entre as curvas de investimento e de custos, pois, conforme é possível observar na figura no dado momento após esta intersecção são necessários investimentos muito altos para ganhos muito pouco expressivos, logo o mais usual e aconselhável a ser realizado a partir deste ponto é o controle destas falhas uma vez que o índice já se apresenta muito baixo, logo não viável a disponibilização de tantos recursos para um baixo retorno. Em contrapartida também é possível verificar que o não investimento de recursos na Qualidade (início da curva) é extremamente caro tendo em vista as despesas com o alto índice de falhas acarretadas neste sistema.

### 2.2.2 Lean Manufacturing

Segundo (MANI & Pádua, 2016), o termo *Lean Manufacturing* é apresentado pelo *Lean Institute Brasil* (22/06/2009) também como: *Lean Production*, *Lean Thinking*, Manufatura enxuta ou Sistema Toyota de Produção, surgiu de estudos do Massachusetts Institute of Technology (MIT) no Japão após a Segunda Guerra Mundial, pioneiramente introduzida pelo Taiichi Ohno, engenheiro chefe da Toyota.

A ideia fundamental desta filosofia é tornar o mais enxuto possível a organização e os processos, e desta forma eliminar todos e quaisquer desperdícios, e ao final somente teremos processos que agreguem realmente valor no produto final, é bem verdade que existem processos aos quais não conseguimos eliminar, nestes casos devemos ao menos minimiza-los, como por exemplo o transporte de materiais produtivos internos em uma fábrica, não é possível eliminá-lo principalmente em fábricas com grandes portes, porém podemos reduzi-los uma vez que for bem desenvolvido o layout de alimentação de materiais próximos aos pontos de uso no processo, assim como a retirada dos produtos acabados.

Ainda nesta filosofia são abordados todos os desperdícios possíveis e algumas ferramentas que podemos utilizar para resolvê-los. Abaixo segue a tabela 2 que ilustra os desperdícios:

Tabela 2 - Os 7 desperdícios conforme metodologia Lean.

Desperdício	Definição	Exemplos
Defeitos	Não conformidade no produto ou processo.	Eixo mecânico produzido com medidas dimensionais fora do especificado.
Superprodução	Fabricação de uma peça ou execução de algum serviço acima da demanda necessária.	Montagem do conjunto roda e pneu em uma montadora de veículos acima da quantidade demandada por um período.
Superprocessamento	Execução de tarefas desnecessárias em um processo, ou seja, execução de tarefas que não agregam valores ao produto.	Verificações de conformidades redundantes em processos de montagem.

Tempo de espera	Tempo ocioso seja: operacional (mão de obra), de equipamento e ou de materiais.	Uma linha de produção desbalanceada gera um tempo de espera ao operador da estação subsequente a operação crítica ou “gargalo” ao final de todos ciclos produtivos.
Movimentação	Deslocamento desnecessário por parte do operador.	Layout incorreto de uma manufatura faz com que ciclicamente o operador tenha que se deslocar para alimentar o processo com peças necessárias para suas atividades.
Transporte desnecessário	Transporte de materiais ou produtos que não agreguem valor.	Layout incorreto do sistema de abastecimento na manufatura pode acarretar no transporte cíclico para alimentação da cadeia produtiva.
Estoque	Armazenamento acima do necessário (estoque mínimo de risco) de peças produtivas ou não produtivas.	Inventário superestimados para peças produtivas que visam valores de produção muito acima do praticado.

Fonte: (MANI & Pádua, 2016)

Uma vez conhecendo todas os desperdícios se torna mais fácil as ações a serem tomadas para corrigir os problemas e também a prevenção dos mesmos no futuro, a base deles é a mesma o pensamento enxuto, e os princípios conforme (MANI & Pádua, 2016) são: especificar o valor (aquilo que o cliente valoriza), identificar o fluxo de valor, criar fluxos contínuos, ter uma produção puxada e buscar a perfeição. Frente a estes princípios o *Lean* ainda indica ferramentas para colocar em práticas estes princípios são elas: Mapeamento do fluxo de valor, *Kaizen*, *Kanban*, Padronização e o 5 S.

As aplicações de todas estas ferramentas com êxito contribuem para uma melhora gradativa tanto no âmbito da qualidade quanto aos custos e na produtividade, levando isto em consideração todas as empresas hoje estão aplicando estas ferramentas com o intuito de se tornarem competitivas num mercado tão acirrado e exigente como o do cenário atual. A

metodologia Lean também tem a finalidade de tornar as empresas mais integradas e flexíveis de modo se adaptarem com maior facilidade as constantes mudanças buscando sempre melhorias nos processos.

### 2.2.2.1 Mapeamento do fluxo de valor

Esta é uma ferramenta oriunda da doutrina Lean que tem por finalidade representar (por meio gráfico) todos os processos de um produto ou serviço. Nesta representação objetiva-se evidenciar o fluxo de valor da cadeia e desta forma apontar processos aos quais não agreguem valor ao produto final e que também possa ser dispensável, pois certas vezes operações que não geram valor ao produto não podem ser eliminados pois são essenciais ao processo, como por exemplo o transporte interno de matérias dentro de uma fábrica, ele não pode ser eliminado pois sem ele seria impossível alimentar a cadeia produtiva, porém podemos ameniza-lo com ferramentas já informadas antes como o estudo de *Layout*.

Este tipo de mapeamento pode ser aplicado tanto a valores quanto a informações.

Abaixo seguem algumas simbologias da ferramenta e um exemplo de mapeamento do fluxo de valor, nas figura 3, 4, 5 e 6.

## Ícones de Materiais

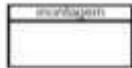
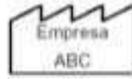
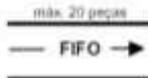
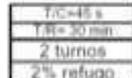
	Processo de Produção.
	Contato Externo: Fornecedores e Clientes.
	Dispositivo para limitar quantidades e garantir o fluxo entre processos.
	Caixa de dados: T/C = tempo do
	Movimento de Produtos Acabados
	Produção Empurrada.
	Entrega por caminhão (Frequência)
	Estoque
	Supermercado.
	Retirada/Puxada de material

Figura 3 - Ícones de Materiais. Fonte: (Grima \_ UFSC, 2016)

## Ícones de Informação

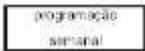
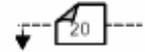
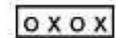
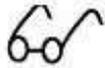
	Fluxo de Informação manual.
	Fluxo de Informação Eletrônica.
	Informação
	Kanban de Produção
	Kanban de Transporte/Retirada
	Nivelamento de Carga
	Programação da Produção "vá ver"

Figura 4 - Ícones de Informação Fonte: (Grima \_ UFSC, 2016)

### Ícones Gerais

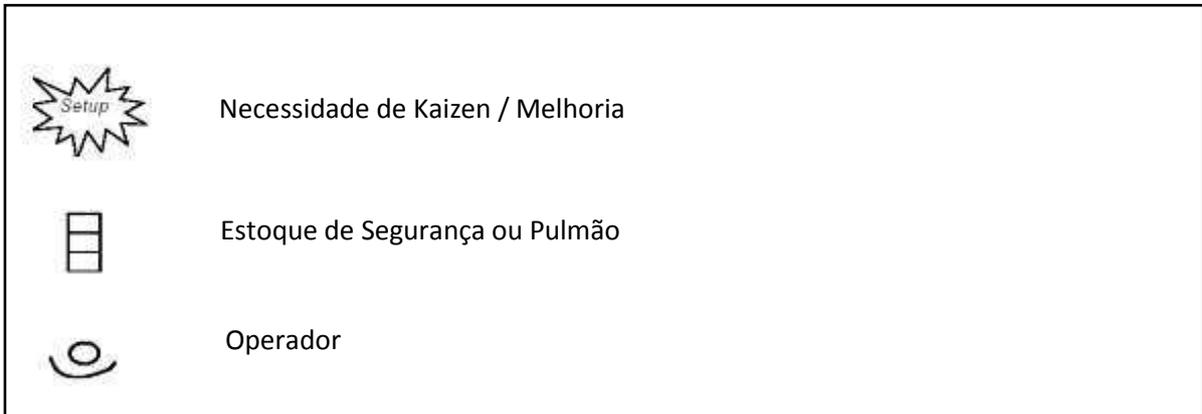


Figura 5 - Ícones Gerais Fonte: (Grima \_ UFSC, 2016)

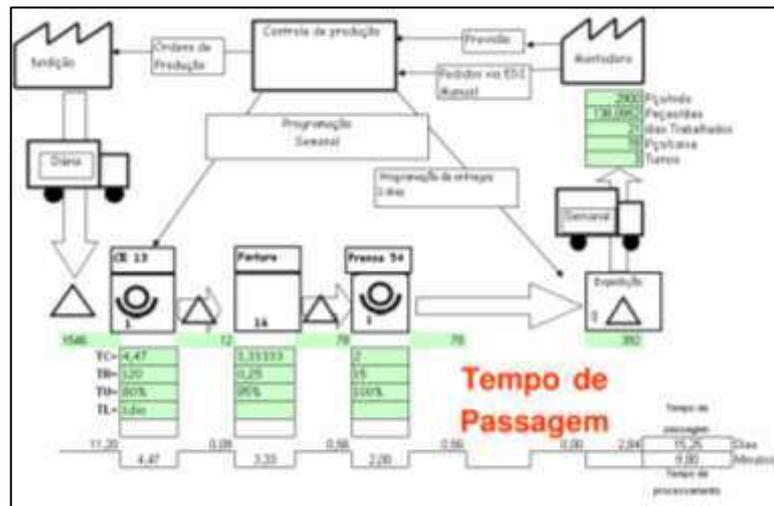


Figura 6 - Mapeamento de Fluxo – Estado atual (exemplo) Fonte: (Grima \_ UFSC, 2016)

### 2.2.2.2 Kaizen

Esta ferramenta do *Lean* é embasada na melhoria contínua de processos e tem como ideia fundamental que pequenas mudanças acumuladas durante um certo tempo proporcionam grandes resultados. Ela foi desenvolvida no Japão por *Masaaki Imai* com o seu livro *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success em 1986* (KAIZEN INSTITUTE, 2016).

Ela prega a importância do empenho de todos envolvidos com pequenas mudanças, logo são necessários baixos investimentos de recursos para sua funcionalidade, o que torna a ferramenta muito atrativa para as empresas. A palavra *Kaizen* é oriunda da língua japonesa conforme a ilustração abaixo é seu significado é “Mudança para melhor”, conforme figura 7.



Figura 7 - Sigla KAIZEN. Fonte: (KAIZEN INSTITUTE, 2016)

### 2.2.2.3 Kanban

Esta ferramenta outra ferramenta do *Lean* a importância da sinalização de processos para um melhor controle, esta sinalização pode ser realizada através de cartões, luzes, caixas ou até mesmo locais com demarcações. Esta é extremamente utilizada para controles de produção, estoque, manutenções (preventivas, preditivas, dentre outras) e outras áreas que possa ser aplicada. Ela também foi iniciada no Japão dentro da Toyota e foi aperfeiçoada em 1940 por *Taiichi Ohno* e *Sakichi Toyoda* conhecida juntamente com outras ferramentas como o Sistema Toyota de Produção.

Ela também é conhecida como uma das variações do sistema *Just in Time* que o material correto na quantidade certa no tempo certo, desta forma reduzindo estoques desnecessários.

Abaixo seguem umas ilustrações (figuras 8 a 12) de um exemplo de aplicação de um controle *Kanban*, neste caso o sistema controla os *status* dos processos de manutenções corretivas de equipamentos de uma prestadora de serviços de manutenção interno a uma montadora automobilística.

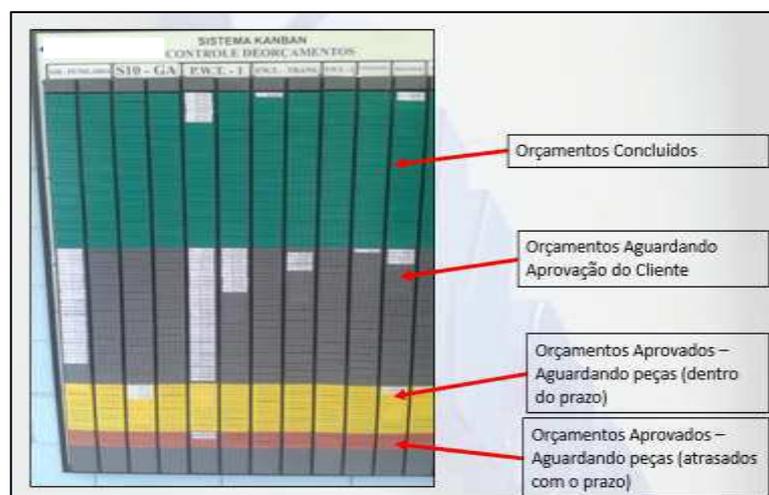


Figura 8 - Exemplo aplicação quadro Kanban – foto 1. Fonte: (M.SHIMIZU, 2014)



**Etiqueta**

S10-FUN	CMP7AP1601
C.CUSTO	S10 - FUNDIARIA
MARCA	ATLAS COPCO
MODELO	LTY202R16-10
TIPO DE MAQUINA	APERTADEIRA P/M
PRAZO DE ENTREGA	45 DIAS
COD DE MAQUINA	112120275
CHAMADO TECNICO	437521
ORÇAMENTO	50946
ORDEN DE SERVIÇO	
OS MAXIMO	3333 99 94
ENVIADO AO CLIENTE	13/04/15
APROVADO	
CONCLUÍDO	
RF:	
OBSERVAÇÃO:	

Informações Impressas na etiqueta, são as informações de identificação do equipamento (dados fixos)

Informações variáveis do reparo (Orçamento, Chamado Técnico, NF peças, etc). Marcadas a lápis, pois podem ser reutilizadas nos próximos reparos.

Figura 12- Exemplo aplicação quadro Kanban – foto 5. Fonte: (M.SHIMIZU , 2014)

#### 2.2.2.4 Padronização

A padronização de processos tem por objetivo normatizar os procedimentos de operação, e desta forma melhorar os índices estatísticos de reprodutibilidade, compatibilidade, e sendo assim aprimorando a qualidade do produto final, além de tornar as operações mais seguras e com maior produtividade. (Campos, 1994)

Para padronizar processos principalmente produtivos as empresas vêm desenvolvendo documentos para viabilizar esta ação, tais como: instruções de trabalho, trabalho padronizado, manual de operação, dentre outros.

A padronização visa realizar a operação necessária com o menor tempo possível, de forma mais segura possível e respeitando a padrões de aprovação de produtos conforme as especificações de engenharia. Logo são realizados vários estudos buscando a melhor forma de realizar a atividade após a concretização do estudo, é disseminado a toda a equipe de trabalho a forma padronizada que todos devem operar, esta disseminação é realizada através de treinamentos, e estes devem ser sempre atualizados quando algo for alterado buscando uma melhoria na operação. E caso necessário realizar frequentemente uma reciclagem dos

treinamentos afim de verificar se os procedimentos estão realmente sendo executados conforme foram desenvolvidos.

#### 2.2.2.5. 5 S

Esta última ferramenta do *Lean* foi desenvolvida e disseminada no Japão em maio de 1950 pelo professor *Kaoro Ishikawa*, ela tinha como objetivo eliminar os desperdícios e prover forças ao Japão que em função da guerra que havia ocorrido se encontrava totalmente destruído e sem quaisquer recursos principalmente os naturais. (Trivellato, 2010)

A função original do programa estava embasada em algumas crenças passadas de pai para filho entre as famílias, esta era uma obrigação de todos os pais prover a educação dos filhos por estas diretrizes. Estas diretrizes deveriam ser compartilhadas a todos os familiares e colocada em prática da infância até a fase adulta.

As diretrizes eram as seguintes:

- Higiene;
- Segurança;
- Bem-estar;
- Sensatez;
- Respeito ao próximo.

Com o auxílio da globalização esta ferramenta se disseminou pelo mundo tudo inclusive no ocidente onde atualmente é aplicada em muitas empresas, com o objetivo de eliminar desperdícios e aprimorar o nível de qualidade de seus produtos.

No fim da década de 60, o estilo japonês de administração passou a ser adotado por Organizações no mundo inteiro, juntamente com as técnicas do TQC (*Total Quality Control*), que chegaram ao Brasil no início dos anos 80, com o nome de Qualidade Total. (Portal da Educação S/A, 2014).

Abaixo a figura 13 ilustra as cinco diretrizes e suas palavras na língua nativa de desenvolvimento e abaixo suas devidas traduções.



Figura 13 - 5 S's. Fonte: (Portal da Educação S/A, 2014)

- *Seiri*: utilização;
- *Seiton*: organização;
- *Seiso*: limpeza;
- *Seiketsu*: conservação;
- *Shitsuke*: disciplina.

A aplicação apesar de parecer simples pois suas etapas de execução possuem baixa complexidade, ela exige muito comprometimento e empenho em todos os participantes do projeto, assim como os usuários locais do projeto. Ele também possui vasta aplicação para melhoria no âmbito de segurança, principalmente em oficinas, linhas de produção, laboratórios entre outros. A seguir as duas ilustrações (figuras 14 e 15) apresentação o antes e depois da aplicação da ferramenta.



Figura 14 - Sala de croação antes do 5 S. Fonte: (BORGES, OLIVEIRA, & OLIVEIRA, 2013)



Figura 15 - Sala de croação pós implementação do 5 S. Fonte: (BORGES, OLIVEIRA, & OLIVEIRA, 2013)

Comparando as figuras podemos verificar que todos os itens que não possuíam real necessidade de estarem locados na sala foram eliminados, e desta forma os materiais que são realmente utilizados conseguem ser organizados de forma serem localizados facilmente, outro fator verificado é a segurança do ambiente de trabalho, após a organização não existem mais materiais no piso o que acarretava em riscos de acidentes aos usuários locais.

Após a implementação é fundamental a conscientização para a manutenção da ferramenta, assim como nomear responsáveis por verificar por intermédio de *Check lists* a organização e limpeza com uma certa frequência.

### 1.2.3 Desdobramento do Lean Seis Sigma

Como mencionando em sua introdução esta metodologia aborda a integração de duas metodologias extremamente eficazes, esta união tem por objetivo a melhoria cíclica de desempenho e por consequência o aumento dos lucros da companhia, isto se deve a satisfação do cliente, melhoria da qualidade, redução nos custos, aumento da produtividade e redução de *Lead Time*.

Sua implementação deve ser muito criterioso e ser aplicada de forma eficiente para que os resultados esperados sejam alcançados. Outro fator de extrema importância é que todos os objetivos aplicados ao projeto devem estar convergindo com os objetivos estratégicos da companhia, pois se este requisito não for cumprido o projeto apresentará somente resultados imediatos ou seja a curto prazo, porém a longo prazo não será tratado com a devida importância e cairá no esquecimento perdendo assim todos os resultados obtidos durante a caminhada.

Segundo (FERNANDES H. V., 2005), o processo de implantação do *Lean Seis Sigma* dentro de uma organização deve seguir sete etapas, as quais são descritas abaixo:

1. Definir a infraestrutura e o plano de implementação.
2. Promover um evento de lançamento que representa um marco para iniciar o engajamento dos líderes da organização.
3. Como consequência do lançamento do programa, os líderes chave da organização devem definir os primeiros agentes do processo, como os *Deployment Managers*, *Master Black Belts* e os primeiros *Black Belts*.
4. Como resultado de uma análise das estratégias das unidades de negócios, devem ser selecionados os primeiros projetos Lean Seis Sigma.

5. Os *Master Black Belts* e *Black Belts* devem receber treinamento intensivo. Normalmente são treinamentos de quatro a seis semanas com intervalos, onde os participantes já devem começar a trabalhar nas atividades de projetos.
6. No decorrer das atividades de treinamento, os líderes continuaram participando de treinamentos fechamento de etapas de projetos e eventos de comunicação.
7. O processo deve ser definido para começar a gerar benefícios e suportar o investimento realizado, à medida que se desenvolve. Caso já aconteçam ganhos, a partir dos primeiros projetos, o programa fica bastante fortalecido.

A metodologia se desenvolve em cima da plataforma DMAIC conforme já abordado anteriormente.

Dentro do projeto existem algumas posições e nomeações conforme a literatura de (FERNANDES H. V., 2005), que são:

- *Champion*: é o gestor de topo que garante que o projeto está de acordo com as prioridades da empresa e é responsável em orientar os esforços para o determinado objetivo. Ele deve reportar ao diretor geral.
- *Sponsor*: gestor de linha ou processo, cabe a ele monitorar as alterações efetuadas pela equipe. É quem elimina barreiras para a introdução de novos processos ou alteração dos que já existem e assegura o fluxo de informação para os demais elementos ligados ao projeto.
- *Black belt*: são os membros da equipe com experiência e conhecimento de liderança, gestão de equipes e projetos *Lean Seis Sigma*. Em alguns casos dedicam-se somente para projetos. Eles lideram a equipe e fornecem a formação necessária para os projetos. Há também o *Master Black Belt*, que possui vasta experiência e conhecimento da metodologia.
- *Green belt*: É o responsável por liderar equipes na condução de projetos funcionais.
- *Yellow belt*: supervisiona a utilização das ferramentas na rotina da empresa e executa projetos mais focados e de desenvolvimento mais rápido.

*White belt*: executa operações de rotina da empresa que irão garantir a manutenção dos resultados obtidos no processo.

## 2.3 Serviços de Metrologia

Definição: serviço de natureza laboratorial, abrangidos pela Metrologia Científica e Industrial e pela Metrologia Legal, que considera investigação por meio de análises, determinação de uma ou mais características da amostra conforme procedimento especificado, além do conjunto de operações que estabelecem a relação entre os valores indicados por um instrumento de medição e os valores das incertezas de medição correspondentes aos padrões utilizados (SEBRAE, 2016).

Este tipo de serviço é de fundamental importância no ramo industrial pois somente com equipamentos calibrados e aferidos é possível desenvolver um sistema estável e consequentemente capaz.

A metrologia pode ser aplicada em diversas grandezas, tais como: temperatura, corrente elétrica, velocidade, pressão, força, torque, dentre outras. Cada grandeza possui sua escala de medida conforme regulamentação do SI (Sistema internacional de medidas), conforme as tabelas: 3, 4, 5 e 6.

Tabela 3 - Unidades do Sistema Internacional de Unidades

Nome	Símbolo	Tipo de Unidade	Descrição
Metro	m	Comprimento	<i>Comprimento do trajeto percorrido pela luz, no vácuo, durante 1/299792458 segundo.</i>
Quilograma	kg	Massa	<i>Corresponde à massa do protótipo internacional constituído por um cilindro de platina e 10% de irídio, depositado na BIPM, em Sévres, Paris.</i>
Segundo	s	Tempo	<i>Duração de 9192631770 períodos da radiação entre dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo e césio 133, em repouso, à temperatura de 0K</i>
Ampère	A	Corrente elétrica	<i>Intensidade de corrente constante que, mantida em dois condutores paralelos, retilíneos, de comprimento infinito, de seção circular desprezível e colocados a uma distância de um metro um do outro, no vácuo, produz força igual a <math>2 \cdot 10^{-7}</math> newtons por metro de comprimento.</i>
Kelvin	K	Temperatura termodinâmica	<i>É a fração 1/273, 16 da temperatura termodinâmica no ponto triplice da água.</i>
Mol	mol	Quantidade de Matéria	<i>Quantidade de matéria de um sistema contendo a mesma quantidade de entidades elementares que contém 0,012 kg de carbono 12.</i>
Candela	cd	Intensidade Luminosa	<i>Intensidade luminosa em dada direção, de uma fonte que emite um raio monocromático de frequência igual a <math>540 \cdot 10^{12}</math> Hz e cuja intensidade energética, nessa direção, é de 1/683 watt por esterradiano.</i>

Fonte: (FERNANDES S. S., 2012)

Tabela 4 - Unidades derivadas

GRANDEZA	[UNIDADE SI]	
	NOME	SÍMBOLO
superfície	metro quadrado	m <sup>2</sup>
volume	metro cúbico	m <sup>3</sup>
velocidade	metro por segundo	m/s
aceleração	metro por segundo ao quadrado	m/s <sup>2</sup>
número de ondas	metro elevado à potência menos um (1 por metro)	m <sup>-1</sup>
massa específica	quilograma por metro cúbico	kg/m <sup>3</sup>
volume específico	metro cúbico por quilograma	m <sup>3</sup> /kg
densidade de corrente	ampère por metro quadrado	A/m <sup>2</sup>
campo magnético	ampère por metro	A/m
concentração (de quantidade de matéria)	mol por metro cúbico	mol/m <sup>3</sup>
luminância	candela por metro quadrado	cd/m <sup>2</sup>
índice de refração	(o número) um	1*

Fonte: (FERNANDES S. S., 2012)

Tabela 5 - Unidades derivadas com nomes especiais

GRANDEZA DERIVADA	UNIDADE SI DERIVADA			
	NOME	SÍMBOLO	EXPRESSÃO EM OUTRAS UNIDADES SI	EXPRESSÃO EM UNIDADES SI DE BASE
ângulo plano	radiano <sup>(a)</sup>	rad		$m \cdot m^{-1} = 1^{(b)}$
ângulo sólido	esterradiano <sup>(a)</sup>	sr <sup>(c)</sup>		$m^2 \cdot m^{-2} = 1^{(b)}$
freqüência	hertz	Hz		$s^{-1}$
força	newton	N		$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
pressão, esforço	pascal	Pa	$N/m^2$	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
energia, trabalho, quantidade de calor	joule	J	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
potência, fluxo de energia	watt	W	$J/s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
quantidade de eletricidade, carga elétrica	coulomb	C		$s \cdot A$
diferença de potencial elétrico, força eletromotriz	volt	V	$W/A$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
capacidade elétrica	farad	F	$C/V$	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
resistência elétrica	ohm	$\Omega$	$V/A$	$m^2 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
condutância elétrica	siemens	S	$A/V$	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
fluxo de indução magnética	weber	Wb	$V \cdot s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
indução magnética	tesla	T	$Wb/m^2$	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
indutância	henry	H	$Wb/A$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-1} \cdot A^{-2}$
temperatura Celsius	grau Celsius <sup>(d)</sup>	$^{\circ}C$		K
fluxo luminoso	lúmen	lm	$cd \cdot sr^{(e)}$	$m^2 \cdot m^{-2} \cdot cd = cd$
iluminamento	lux	lx	$lm/m^2$	$m^2 \cdot m^{-4} \cdot cd = m^{-2} \cdot cd$
atividade (de um radionucleico)	becquerel	Bq		$s^{-1}$
dose absorvida, energia específica, (comunicada), kerma	gray	Gy	$J/kg$	$m^2 \cdot s^{-2}$
equivalente de dose, equivalente de dose ambiente, equivalente de dose direcional, equivalente de dose individual, dose equivalente num órgão	sievert	Sv	$J/kg$	$m^2 \cdot s^{-2}$

Fonte: (FERNANDES S. S., 2012)

Tabela 6 - Unidades do SI com nomes especiais e símbolos particulares.

GRANDEZA	UNIDADE SI DERIVADA		
	NOME	SÍMBOLO	EXPRESSÃO EM UNIDADES SI DE BASE
viscosidade dinâmica	pascal segundo	Pa . s	$m^{-1} . kg . s^{-1}$
momento de uma força	newton metro	N . m	$m^2 . kg . s^{-2}$
tensão superficial	newton por metro	N / m	$kg . s^{-2}$
velocidade angular	radiano por segundo	rad / s	$m . m^{-1} . s^{-1} = s^{-1}$
aceleração angular	radiano por segundo quadrado	rad / s <sup>2</sup>	$m . m^{-1} . s^{-2} = s^{-2}$
fluxo térmico superficial, iluminamento energético	watt por metro quadrado	W / m <sup>2</sup>	$kg . s^{-3}$
capacidade térmica, entropia	joule por kelvin	J / K	$m^2 . kg . s^{-2} . K^{-1}$
capacidade térmica específica, entropia específica	joule por quilograma kelvin	J / (kg . K)	$m^2 . s^{-2} . K^{-1}$
energia mássica	joule por quilograma	J / kg	$m^2 . s^{-2}$
condutividade térmica	watt por metro kelvin	W / (m . K)	$m . kg . s^{-4} . K^{-1}$
densidade de energia	joule por metro cúbico	J / m <sup>3</sup>	$m^{-1} . kg . s^{-2}$
campo elétrico	volt por metro	V / m	$m . kg . s^{-3} . A^{-1}$
densidade de carga (elétrica)	coulomb por metro cúbico	C / m <sup>3</sup>	$m^{-3} . s . A$
densidade de fluxo elétrico	coulomb por metro quadrado	C / m <sup>2</sup>	$m^{-2} . s . A$
permissividade	farad por metro	F / m	$m^{-3} . kg^{-1} . s^4 . A^2$
permeabilidade	henry por metro	H / m	$m . kg . s^{-2} . A^{-2}$
energia molar	joule por mol	J / mol	$m^2 . kg . s^{-2} . mol^{-1}$
entropia molar, capacidade térmica molar	joule por mol kelvin	J / (mol . K)	$m^2 . kg . s^{-2} . K^{-1} . mol^{-1}$
exposição (raio X e $\gamma$ )	coulomb por quilograma	C / kg	$kg^{-1} . s . A$
taxa de dose absorvida	gray por segundo	Gy / s	$m^2 . s^{-2}$
intensidade energética	watt por esterradiano	W / sr	$m^4 . m^{-2} . kg . s^{-3} = m^2 . kg . s^{-3}$
luminância energética	watt por metro quadrado esterradiano	W / (m <sup>2</sup> . sr)	$m^2 . m^{-2} . kg . s^{-3} = kg . s^{-3}$

Fonte: (FERNANDES S. S., 2012)

### 2.3.1 Torque

Sua definição é o produto de uma força pela distância perpendicular a partir do ponto de aplicação da força até o eixo de rotação. Ela pode ser encontrada também pela definição de Momento de Força. (Souza, 2010)

$$\text{Logo: } T = F \times r$$

Onde: T = torque (Nm)

F = força (Newtons – N)

r = distância perpendicular (em metros – m)

Conforme o Inmetro a sigla para identificação de torque no Brasil é o Nm, e ele representa a força de união aplicada com relação a distância do braço de aplicação da força (conforme mencionado anteriormente).

Abaixo temos um exemplo prático que pode representar esta grandeza, na figura 16.

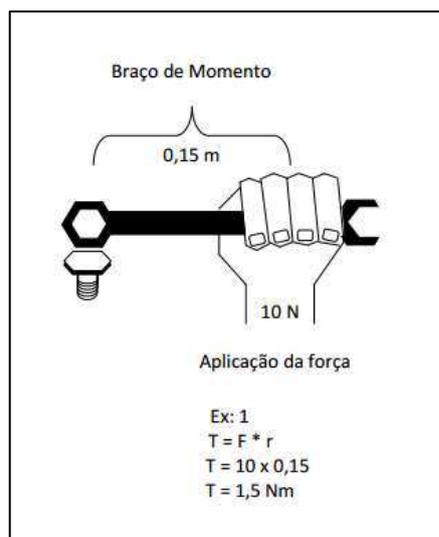


Figura 16 - Definição de Torque \_Exemplo de aplicação. Fonte (Souza, 2010)

Atualmente as montagens por aparafusamento vem sendo utilizadas demasiadamente, pois conseguem manter as fixações ao longo do tempo mesmo em situações adversas como (temperatura, vibração, entre outros). Para a aplicação do torque em montagens com parafusos e ou porcas são necessários vários estudos de engenharia para o correto dimensionamento de todos os itens como: parafusos (levando em conta ponto de ruptura, cisalhamento, carga a ser suportada, entre outros), assim como o das porcas, caso necessário de outros dispositivos para melhoria da montagem, tais como: arruelas de pressão, arruelas lisas, sistemas de travamento mecânico (porcas abauladas), travamento químico (colas) e características do material a ser fixado (junta).

### **2.3.1.1 Serviço de Metrologia na área de torque.**

Todas as operações produtivas que fabricam produtos que necessitam de manutenção é necessário realizar as montagens por intermédio de aparafusamento, ou seja este mercado é muito vasto neles destacam-se: as montadoras de auto veículos, montadora de motocicletas, linha de eletrônicos, montadoras de veículos de grande porte (caminhões, ônibus e tratores), eletrodomésticos (linha branca), dentre outros. (M.SHIMIZU , 2014)

Todos estes clientes têm anseios de possuírem processos eficazes e estáveis, e para alcançar este objetivo é necessário não somente padronizar as tarefas dos operadores, como também aferir tanto seus equipamentos produtivos quanto os seus equipamentos de inspeção/verificação.

## 2.4 Equipamentos responsáveis pela operação de aparafusamento

Os equipamentos utilizados para realizar montagens de aparafusamento podem ser classificados em: apertadeiras, torquímetros, parafusadeiras, chaves de impacto, chaves de torque e fusos de aperto. (Atlas Copco Brasil Ltda, 2014)

Estes equipamentos variam entre si conforme a aplicação, para desenvolver um equipamento para uma dada operação deve ser levado em conta muitas coisas, como:

- Valor de torque a ser aplicado (capacidade nominal do equipamento);
- Velocidade de operação, qual a velocidade de aperto necessária para atender o *takt time* do processo;
- Nível de ruído que pode ser gerado com o equipamento;
- Peso do equipamento máximo admitido pela operação, (ergonomia do equipamento);
- Consumo de alimentação;
- Custo de Manutenção;
- Investimento inicial;
- Estrutura fabril;
- Rastreabilidade;
- Dentre outros.

### 2.4.1 Apertadeiras

Um dos equipamentos mais utilizados são as conhecidas apertadeiras, elas variam conforme sua capacidade nominal de torque, tipo de alimentação (eletrônica, Pneumática e hidropneumática). (ASAI industrial, 2016)

O sistema de funcionamento das apertadeiras está dividido basicamente da seguinte forma: entrada da alimentação, motor, redução mecânica (ou planetária), sistema de parada e saída. Ela é sempre acionada por um gatilho, o que faz com que o equipamento entre em funcionamento, com isso não se faz necessária a tração por parte do operador.

A figura 17 pode ilustrar melhor o seu princípio de funcionamento.



Figura 17 - Esquema de funcionamento das apertadeiras. Fonte: (ASAI industrial, 2016)

A entrada da alimentação pode variar de dependendo do tipo de energia a qual o equipamento opera, na figura anterior é apresentado uma apertadeira com alimentação elétrica com bateria (peça preta e vermelha localizada na região inferior da máquina).

Após temos o motor responsável pelo movimento da máquina ele que irá determinar a velocidade de aperto do equipamento.

Em seguida temos o sistema de redução mecânica, que tem por finalidade multiplicar a capacidade de torque a ser aplicado, para isso ela reduz a velocidade de funcionamento recebida pelo motor de modo proporcionar um ganho elevado de torque.

Sistema de parada, ele é responsável pela parada do equipamento ao momento que o mesmo atinge o torque ajustado ou programado (no caso de máquinas eletrônicas com painel controlador), na figura apresentada anteriormente a máquina trabalha em um sistema de parada com desarme ou *Shut-off*.

E para finalizar temos a saída, ele informa o estilo da máquina que está sendo utilizada, a figura anterior apresentava uma máquina angular (devido a saída ser em formato de ângulo) ela pode ser também: Reta e pistola, conforme as figuras 18 e 19.



Figura 18 - Apertadeira Eletrônica tipo Pistola. Fonte: (M. SHIMIZU, 2016)



Figura 19 - Apertadeira Pneumática reta. Fonte: (Atlas Copco Brasil Ltda, 2014)

A escolha do tipo de alimentação influencia diretamente na aplicação assim como todos os recursos que cada tipo de equipamento possui, como apresenta a tabela a seguir.

Tabela 7 - Comparativo entre as apertadeiras.

Tipo Alimentação	Peso	Velocidade	Investimento Inicial (aquisição)	Custo de Manutenção	Ergonomia	Nível de Ruído	Programação e ajustes de velocidade	Varição com relação ao erro de indicação. (I.E.)	Máquina Rastriável
Pneumática	Baixo	Média	Baixo	Baixo	Ruim	Médio	Não	0 a 20 % do valor de torque nominal ajustado.	Não
Hidropneumática	Alto	Alta	Baixo	Baixo	Ruim	Alto	Não	0 a 30 % do valor de torque nominal ajustado.	Não
Eletrônica	Médio	Média	Alto	Alto	Boa	Baixo	Sim	0 a 5% do valor de torque nominal ajustado.	Sim
Elétrica (a bateria sem o painel controlador).	Médio	Baixa	Baixo	Baixo	Boa	Baixo	Não	0 a 20 % do valor de torque nominal ajustado.	Não

Fonte: (M.SHIMIZU , 2014)

Tendo esta tabela em vista as empresas desenvolvem procedimentos de calibração e aferição (metrologia) de acordo com as características do equipamento, exemplo uma apertadeira hidráulica que possui um erro de indicação especificado pelo fabricante entre 0 a 30% não se faz viável disponibilizar recursos para calibração da mesma uma vez que ela não proporciona muita precisão, nestes casos e realizado somente uma aferição frequente no equipamento e caso necessário a intervenção é ajustado novamente o torque da mesma, já os apertadeiras eletrônicas apresentam um erro de indicação bem baixo, ou seja são mais capazes,

logo a mesma é sempre aplicada em operações mais críticas no processo e que exigem capacidade, rastreabilidade dentre outros recursos, para que este equipamento realmente esteja operando dentro de suas especificações se faz necessária a calibração frequente do equipamento de forma atestar com maior certeza seu desempenho visto que as mesmas foram aplicadas em operações críticas do processo.

#### 2.4.2 Torquímetros e Chaves de torque

Além da aferição dinâmica de torque das máquinas (calibração) os setores de Gestão da qualidade normalmente trabalham em paralelo a checagem de torque estática por amostragem, são coletadas amostras de leituras de montagens diariamente de apertos pelo intermédio de torquímetros ou chaves de torque. (ASAI industrial, 2016)

A palavra estática é aplicada pois a verificação é realizada através de parafusos e porcas já apertados e o verificador precisa mover novamente o parafuso no sentido de aperto, uma vez movimentado é conhecido o ponto de ruptura da inercia e conseqüentemente o torque estático aplicado na montagem.

Dentre os torquímetros são divididos em: analógicos, digitais, de estalo e de vareta. E cada tipo possui sua especificação e aplicação.

O primeiro tipo Analógico normalmente é utilizado para verificação de torque de processo, com ele é possível apontar qual o torque aplicado na montagem, porém ele apresenta erros de paralaxe (erro de interpretação de leituras) e também apresenta um erro de indicação um pouco superior ao digital. Abaixo a ilustração 20 apresenta o equipamento.



Figura 20 - Torquímetro Analógico. Fonte: (M. SHIMIZU, 2016)

Após mencionamos o torquímetro ou chave de torque digital (figura 21), ela apresenta a mesma função do analógico, porém elimina os erros de paralaxe e seu erro de indicação é bem menor, apresenta melhor resolução, conseqüentemente seu custo de investimento também é maior.

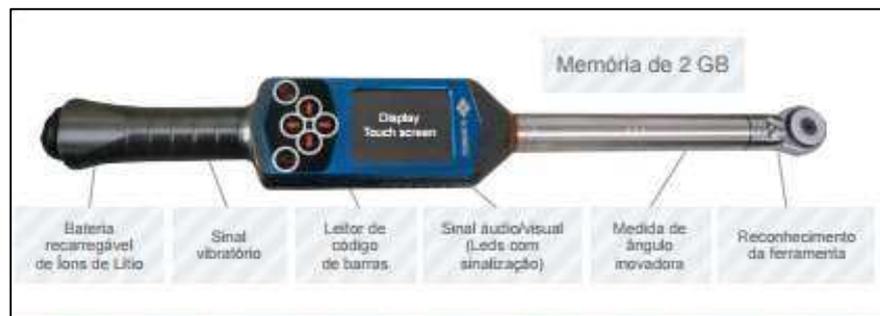


Figura 21 - Chave de torque / Torquímetro digital. Fonte: (M. SHIMIZU, 2016)

Após temos o torquímetro de estalo, este normalmente é aplicado para contenções de problemas produtivos, este tipo de torquímetro tem a finalidade de apresentar o torque aplicado, porém tem a finalidade de aplicar efetivamente o torque no processo, sua operação se desenvolve através da aplicação de força por parte do operador, e no momento que o torque ajustado é atingido o torquímetro gera um estalo e alivia a tração aplicada. Abaixo a figura 22 ilustra este tipo de equipamento.



Figura 22 - Torquímetro de estalo. Fonte: (M. SHIMIZU , 2016)

E para finalizar temos o torquímetro de vareta, ele é utilizado para apresentação do torque residual seu funcionamento e bastante semelhante ao analógico, que difere somente na forma de apresentação dos dados, enquanto um possui o indicador em formato de relógio o outro indica através da envergadura da vareta indicadora, a indicação ocorre no momento ao qual o operador inicia a aplicação de força no torquímetro com o intuito de romper a inercia do parafuso já apertado (conforme mencionado no texto anteriormente) a figura 23 ilustra o torquímetro.



Figura 23 - Torquímetro de Vareta. Fonte: (M. SHIMIZU , 2016)

### 2.4.3 Chaves de Impacto

Esses equipamentos são muito utilizados em duas funções basicamente: processos de desmontagem e ou processos de montagem que não necessitem de controle de torque, ou seja, a especificação de engenharia não estabelece limites de aceitação. (ASAI industrial, 2016)

Este tipo de equipamento pode ser de alimentação pneumática, elétrica (por intermédio de bateria) e elétrica (por alimentação via tomada).

Elas possuem velocidades de aperto extremamente altas, porém, por não possuírem sistema de parada e tão pouca regulagem de torque sua capacidade é mínima, não é um equipamento estável. Seu custo de investimento inicial também é baixo, assim como o custo de manutenção. Este tipo de equipamento é muito encontrado em oficinas mecânicas pelo fato do seu valor de aquisição ser baixo assim como o custo de manutenção, porém algumas vezes pode ser utilizado incorretamente, pois na oficina mecânica os apertos realizados na montagem de peças deveriam seguir os torques pré-estabelecidos pelo fabricante em cada operação, e com este tipo de equipamento este tipo de atividade é impossível, uma vez que o mesmo não possui controle algum sobre o torque final aplicado. Sendo assim sobre este equipamento não se faz necessário nem calibração nem aferição. Abaixo segue a ilustração 24 referente ao equipamento.



Figura 24 - Chave de Impacto. Fonte: (M. SHIMIZU, 2016)

#### 2.4.4 Fusos de aperto

Semelhante as apertadeiras os fusos de aperto podem ser com alimentação pneumática ou elétrica. A diferença entre a apertadeira e o fuso de aperto é que o fuso não possui alavanca de acionamento, logo ele acionado e pilotado por um comando pneumático (no caso do fuso pneumático) ou por um painel controlador mais um acionamento externo. Estes tipos de máquina na maioria das vezes ficam enclausuradas e operam de forma múltipla, ou seja, com mais de um fuso operando paralelamente, elas funcionam de forma automática sem a necessidade de intervenção do operador. Seu erro de indicação e capacidade são muito bons semelhantes as apertadeiras eletrônicas, logo faz-se necessária sua calibração e aferição periodicamente. Abaixo segue a ilustração 25, estação automática de aperto contendo dez fusos eletrônicos. (M. SHIMIZU , 2016)

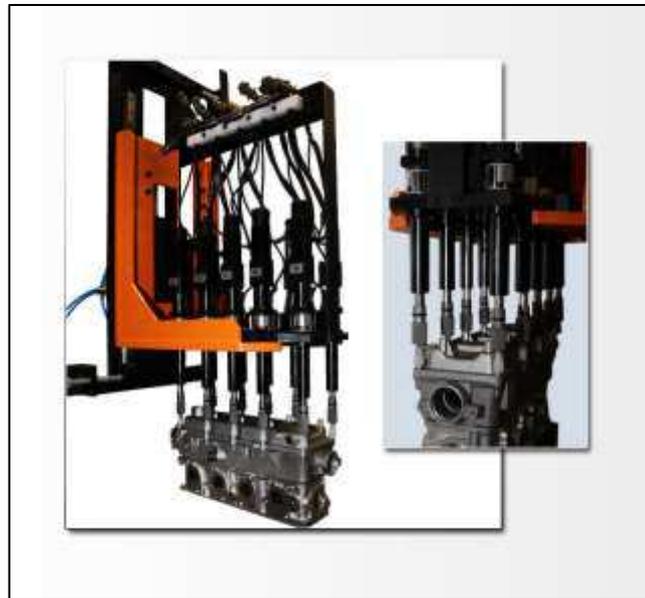


Figura 25 - Estação automática de aperto com fusos eletrônicos Fonte: (M. SHIMIZU , 2016)

#### 2.4.5 Procedimentos e normas de calibração em equipamentos na área de torque

Os procedimentos de calibração normalmente são desenvolvidos de acordo com a necessidade de cada empresa, porém ainda existem alguns procedimentos padronizados tal como a norma ISO 5393, ela foi desenvolvida para provar a capacidade a eficiência de máquina pneumática novas, porém em algumas empresas ela é utilizada para aferir e calibrar os equipamentos, neste procedimento são realizados cem leituras de amostragem, sendo: vinte cinco leituras em vinte por cento da capacidade nominal do equipamento com simulador de juntas flexível (junta à qual é necessária a rotação mínima de setecentos e vinte graus a partir do encosto até o torque final), após vinte e cinco leituras em vinte por cento da capacidade nominal do equipamento com simulador de juntas rígida (junta à qual é necessária a rotação de trinta graus a partir do encosto até o torque final), a diante vinte cinco leituras em oitenta por cento da capacidade do equipamento em junta flexível e para finalizar mais vinte e cinco leituras em oitenta por cento da capacidade nominal do equipamento em junta rígida. Este tipo de procedimento torna os equipamentos calibrados aptos a operação em qualquer local (dentro das especificações de vinte a oitenta por cento de sua capacidade), desta forma todos os equipamentos reservas podem estar disponíveis para vários pontos de utilização. (M. SHIMIZU , 2016)

Os procedimentos mais encontrados são os que abrangem somente o ponto de utilização atual do equipamento, ou seja, é realizada a calibração de torque somente no ponto de utilização, conforme a especificação de processo desenvolvida pela engenharia, neste procedimento são realizadas somente vinte e cinco leituras no ponto de operação, porém todas as vezes que for necessária a substituição do equipamento é necessária sua calibração.

Os índices de aceitação ou aprovação do equipamento também são sempre definidos pelo cliente, que normalmente se baseiam nos índices de capacidade: CM e CMK, além do erro relativo de indicação do equipamento (E.I.) e a Incerteza de Medição (I.M.).

Onde os índices de capacidade de máquina estão embasados por:

$$Cm = \frac{T_{m\acute{a}x} - T_{m\acute{i}n}}{6 \times s}$$

Onde:

Cm = Capabilidade de Máquina

Tmáx = Torque Máximo Admissível

Tmin = Torque Mínimo Admissível

s = Desvio Padrão dos resultados

$$Cmk = \text{Min} \left[ \frac{T_{m\acute{a}x} - T_m}{3 \times s}, \frac{T_m - T_{m\acute{i}n}}{3 \times s} \right]$$

Onde:

Cmk = Capabilidade de Máquina expandida

Tmáx = Torque Máximo Admissível

Tmin = Torque Mínimo Admissível

Tm = Torque Médio

s = Desvio Padrão dos resultados

Levando em consideração um nível sigma ( $\sigma$ ) 4 que é atualmente o mais utilizado pelas montadoras de veículos o Cm deve ser de no mínimo 1,67 e o Cmk 1,33. (M. SHIMIZU , 2016)

Já o índice de erro relativo de indicação é desenvolvido e sustentado pela seguinte formula:

$$E.I. = \frac{I_t - T_a}{I_t} \times 100$$

Onde:

E.I. = Erro relativo de indicação;

It = Média das leituras Indicadas;

Ta = Média das leituras com base no padrão.

Para a incerteza a mesma é embasada na soma quadrática de todas as incertezas envolvidas no processo que são: Incerteza do padrão em uso durante as coletas, resolução do padrão, resolução do mensurado e o erro máximo de indicação no ponto, ao final é obtida a incerteza combinada que o seu produto pelo fator  $k$  (conforme tabela “T” *student*) nos proporciona o valor final da incerteza.

As calibrações dos equipamentos devem sempre respeitar a frequência definida pelo cliente, pois as mesmas que garantiram a eficiências dos equipamentos, além de serem passíveis de não conformidades em auditorias uma vez que os procedimentos mencionem a frequência de calibração dos equipamentos.

Para a execução das calibrações devem ser utilizados padrões para as medições de torque que estejam devidamente calibrados e em período de validade, além de respeitar a sua faixa de aplicação (dentro da capacidade nominal e acima de vinte por cento de sua capacidade para menor incerteza nos resultados). Abaixo a figura 26 ilustra um processo de calibração de uma apertadeira manual eletrônica.



Figura 26 - Procedimento de calibração de Apertadeira. Fonte: (M. SHIMIZU , 2016)

Para a execução deste procedimento também é fundamental a capacitação dos executantes, ou seja, o profissional que executará a calibração deve estar devidamente treinado e possuir a experiência mínima para a execução da tarefa, de modo que suas ações não interfiram nos resultados finais do processo. Para isso é necessário além do treinamento inicial de capacitação, realizar capacitações de reciclagem periódicas conforme o planejamento da empresa executante. (M. SHIMIZU , 2016)

Outro fator que o mercado de metrologia vem exigindo de seus fornecedores é com relação as suas certificações, o mínimo exigido pelo mercado atualmente são as certificações: NBR ISO 9001 (certificação da qualidade) esta garante a eficiência do sistema de gestão da qualidade da empresa, ou seja, o cumprimento dos requisitos por ela estabelecida (manual da qualidade), além da certificação técnica adquirida junta ao órgão regulador técnico (Inmetro). Para receber o reconhecimento das certificações a empresa deve se adequar a todas as normas estabelecida em cada uma delas e após na primeira certificação abordada (NBR ISO 9001) deve contratar uma empresa certificada e reconhecida para realizar a auditoria de certificação, caso aprovado a cada dois anos a mesma deverá passar novamente pelo processo de auditoria porém desta vez a carácter de manutenção de certificação, já para a segunda certificação abordada (certificação técnica) a empresa deverá contatar o próprio órgão regulador e solicitar sua acreditação e o mesmo designará auditores para este processo, esta acreditação também possui processos de auditorias a cada dois anos para manutenção do certificado.

Com a certificação técnica, se faz necessário a calibração do padrão referência em órgão regulador, no caso da metrologia em torque o padrão é referência é a bancada de peso morto e seus respectivos pesos, está deverá ser calibrado externamente em órgão regulatório, e após esta operação é possível calibrar e aferir os demais padrões (transdutores, aferidores, torquímetros, etc.) em efeito de cascata. A seguir temos a ilustração 27 de um processo de calibração de um transdutor de torque em uma bancada de peso morto.



Figura 27 - Processo de calibração de padrões. Fonte: (M. SHIMIZU , 2016)

## 2.5 Gestão de Cadeias de Suprimentos

Conforme a grande competitividade no atual cenário do mercado global e a grande exigência dos clientes se iniciou ou então um aprofundado estudo no que diz respeito a todos os recursos ou suprimentos necessários as empresas em seus processos, com isso difundiu-se o conceito de Gestão de cadeia de suprimentos.

Segundo (SIMCHI-LEVI, KAMINSKY, & SIMCHI-LEVI, 2000) a definição de gestão de cadeias de suprimentos é a seguinte: A gestão de cadeias de suprimentos é um conjunto de abordagens utilizadas para integrar eficientemente fornecedores, fabricantes, depósitos, e armazéns, de forma que a mercadoria seja produzida e distribuída na quantidade certa, para a localização certa e no tempo certo, de forma a minimizar os custos globais do sistema ao mesmo tempo em que atinge o nível de serviço desejado.

Neste conceito é possível afirmar algumas coisas como: a gestão da cadeia de suprimentos considera toda as estruturas que agregam valor e desta forma impactam nos custos direto do produto ou serviço a ser fornecido. Ele relaciona tanto a estrutura do fornecedor quanto a do cliente mencionando também o transporte entre depósitos, armazéns internos, centros de distribuição até o a entrega final. Esta análise também abrange o transporte dos

fornecedores dos fornecedores, pois estas empresas podem impactar diretamente no desempenho final tanto da empresa prestadora de serviços quanto ao fabricante do produto acabado. A figura 28 ilustra o assunto.

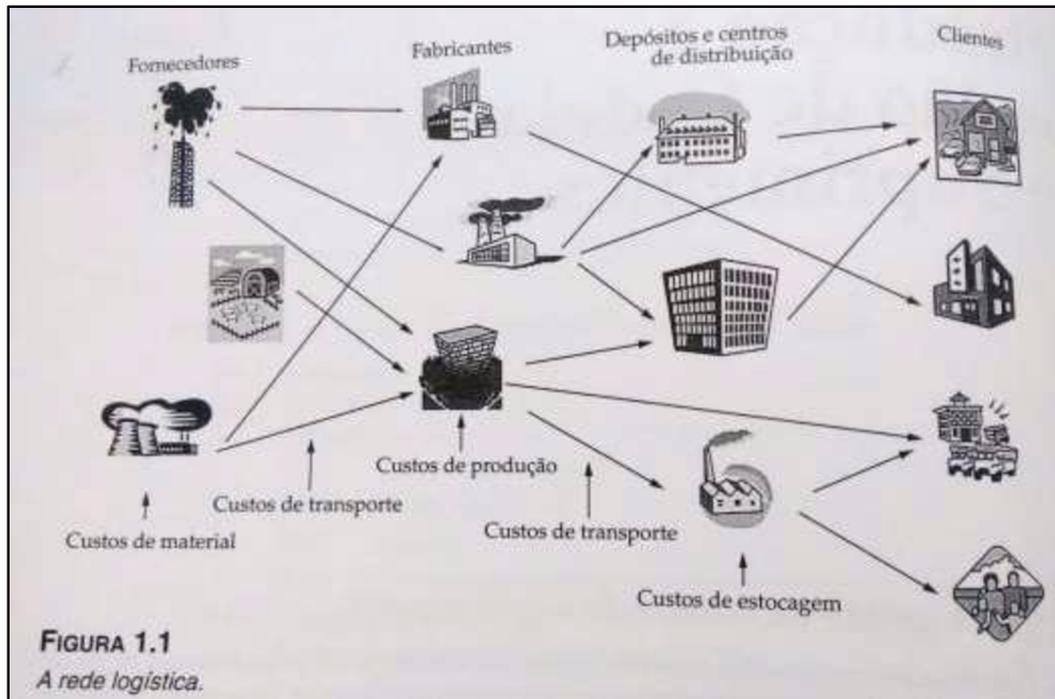


Figura 28 - A rede logística. Fonte: (SIMCHI-LEVI, KAMINSKY, & SIMCHI-LEVI, 2000)

Outro ponto relevante a ser abordado é com relação a esta gestão é a busca incansável na eficiência e eficácia dos custos de todo o sistema. Para alcançar este objetivo devemos focar em algumas tarefas que são:

- Redução nos custos de transporte - através de engenharia de rotas, correto layout de estocagem de cargas, gerenciamento de frotas, manutenção preventiva na frota, dentre outros;
- Redução de estoques – Atuar de forma *just-in-time*, porém com estoques de segurança que atendam possíveis imprevistos de forma não impactar em atrasos nos processos. Um dos sistemas de controle eficazes que pode ser utilizado é o KANBAN ferramenta do Lean Manufacturing que será abordado a diante;
- Integração muito próxima entre fornecedores, fabricantes, depósitos e armazéns.

O último ponto abordado a integração, normalmente é um dos mais complicados a serem desenvolvidos uma vez que os interesses das partes envolvidas nem sempre vão de encontro,

logo é necessário e primordial para a saúde do sistema que aja bom senso de todos os lados e flexibilidade, afim de encontrar um denominador comum, o que atualmente chamamos de parceira, logo, este termo vem até mudando os conceitos e tratativas dos fornecedores para reais parceiros, esta mudança de mentalidade pode fazer toda diferença para o sucesso. O ponto de equilíbrio deve ser respeitado, de forma todos os lados obterem lucro e conseqüentemente uma vida financeira saudável. Com relação a integração outra grande dificuldade se deve a dinâmica da cadeia de suprimentos, nela podemos observar este fator através das variações de demanda do cliente final (fornecedores devem estar preparados para os dois lados tanto aumentos expressivos de produção quanto a sua redução), variações de capacidade dos fornecedores, ofertas de novos produtos no mercado o que gera a necessidade da constante evolução tanto de qualidade como personalização de produtos.

### 3. Metodologia

A monografia foi desenvolvida com a utilização de vários brainstormings, algumas pesquisas com o cliente (VOIC) estas pesquisas foram realizadas de modo pessoal em campo através de vendedores e consultores técnicos esta etapa de pesquisas também foi dividida em duas fases sendo a primeira com aberta (qualitativa) e a segunda fechada (quantitativa), matriz de causa e efeito, avaliações de DPMO e desenvolvido um projeto Green belt, conforme a dissertação descrita abaixo.

Uma empresa prestadora de serviços de metrologia na área de torque vinha se deparando com rotineiros problemas apontados pelos seus clientes, tendo isto em vista o gestor da empresa reuniu alguns membros de sua equipe sendo: coordenadores de postos técnicos de atendimentos, vendedores técnicos, supervisor do laboratório de metrologia, responsável pelo TI, e o responsável pelo setor financeiro. Após foi apresentado o problema para toda a equipe e cobrado a mesma quanto a um planejamento e metas para a resolução destes problemas.

Através desta equipe multidisciplinar foram realizados alguns brainstormings afim de primeiramente traçar realmente quais os problemas existentes e que deveriam ser atacados, com isso a primeira etapa do projeto foi escutar a Voz o cliente. Esta coleta de informações se deu através de pesquisas pessoais diretas abertas com os clientes em campo, as mesmas foram desenvolvidas pelos vendedores e coordenadores técnicos de campo.

#### 3.1 Revisão da literatura

Esta monografia foi desenvolvida através de algumas literaturas e trabalhos executados nos temas relacionados a qualidade e metrologia.

Primeiramente na área de qualidade foram realizadas consultas no material: trabalho de conclusão de curso: APLICAÇÃO DAS SETE FERRAMENTAS BASICAS DA

QUALIDADE NO CICLO PDCA PARA MELHORIA CONTINUA: ESTUDO DE CASO NUMA EMPRESA DE AUTO PEÇAS. (Trivellato, 2010) trabalho que relata com profundidade todas as sete ferramentas básicas da qualidade além de aplicações práticas.

Passando por outra obra muito rica na área de qualidade, um artigo LEAN SEIS SIGMA (MANI & Pádua, 2016) que aborda com simplicidade e objetividade no assunto.

Após foram utilizados alguns conhecimentos da obra: ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DO PILAR CONTROLE DA QUALIDADE DA METODOLOGIA WORLD CLASS MANUFACTURING (WCM) EM UMA EMPRESA DO SETOR AUTOMOTIVO NO SUL DE MINAS GERAIS (BORGES, OLIVEIRA, & OLIVEIRA, 2013) ela trata de um artigo com estudo de caso de implementação do WCM em uma empresa fabril, nele são abordados os passos, as dificuldades do projeto, além das melhorias alcançadas ao seu final e inúmeras ilustrações de aplicação. Ele também referencia inúmeros ganhos (numéricos) com relação a custo e melhorias de desempenho em qualidade e segurança do trabalho.

Para complementar também foi utilizado o conhecimento da obra: EFICIÊNCIA, EFICÁCIA E PRODUTIVIDADE DE ESTRATÉGIAS: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO DO SETOR FONOGRAFICO BRASILEIRO (Mei Li Heman, 2016) esta obra apesar de abordar um assunto um pouco distante da área de engenharia sua introdução aborda com maestria alguns conceitos de eficiência, eficácia, produtividade dentre outros, que foram de grande proveito ao desenvolvimento desta monografia.

Além é claro de algumas obras nacionais dos autores: Corrêa\_ QUALIDADE TOTAL... DA VISÃO À SISTEMIZAÇÃO (Corrêa, 1993) , Falconi\_ GERENCIAMENTO DA ROTINA DO TRABALHO DO DIA-A-DIA (Campos, 1994) e Cerqueira \_ ISO 9000, NO AMBIENTE DA QUALIDADE TOTAL (Cerqueira, 1994).

E algumas outras obras internacionais como: GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS/LOGÍSTICA EMPRESARIAL (SIMCHI-LEVI, KAMINSKY, & SIMCHI-LEVI, 2000) esta por sua vez explana com exímio conhecimento todos os processos logísticos, assim como seus desperdícios, métodos de melhoria e estudos, dentre outros. Nesta obra o tema de suprimentos e logística são abordados por completo desde a movimentação interna de insumos e materiais até a entrega ao cliente final da cadeia.

### 3.2 Proposição

Nesta obra o intuito principal foi desenvolver através de todo o embasamento bibliográfico uma metodologia para aprimorar o nível de atendimento ao cliente da empresa de prestação de serviços de metrologia, assim como o seu nível de satisfação.

Uma vez que uma das principais reclamações apontada pelo cliente foi com relação aos prazos de entrega dos serviços foram então apontadas as ações principalmente para as áreas de estudo de melhoria de logística e redução de desperdícios (financeiros e tempo).

#### 4. Resultados

Através desta primeira pesquisa obtivemos os seguintes resultados, conforme a tabela 8:

Tabela 8 - Pesquisa de campo Voz do cliente aberta (qualitativa).

Pontos de Insatisfação do cliente com o serviço prestado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Demora para a conclusão do processo desde a contratação do serviço até a execução do mesmo e envio dos certificados.</li> <li>➤ Atendimento pós-vendas de baixa qualidade e lento.</li> <li>➤ Extravio de certificados emitidos.</li> <li>➤ Formato de impressão do certificado (tamanho do papel).</li> </ul>
Pontos de satisfação do cliente com o serviço prestado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Know-how</i> e atendimento da equipe técnica;</li> <li>➤ Identificação de equipamentos calibrados e rastreados após processo de calibração;</li> <li>➤ Preço de contratação.</li> </ul>
Pontos que agregam muito valor no serviço prestado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Agilidade durante todo o serviço prestado.</li> <li>➤ Confiança nos resultados do serviço prestado;</li> <li>➤ Pós-vendas rápido e eficiente;</li> <li>➤ <i>Know-how</i> da equipe técnica.</li> <li>➤ Cordialidade de atendimento.</li> <li>➤ Preço de contratação;</li> <li>➤ Segurança do trabalho a ser executado, principalmente nos casos ao qual o mesmo for desenvolvido <i>IN LOCO</i> da contratante;</li> <li>➤ Praticidade no arquivamento e manipulação dos certificados;</li> <li>➤ Identificação clara e duradoura dos equipamentos calibrados.</li> </ul>
Pontos que não agregam valor no serviço prestado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Extrema qualidade na impressão do certificado;</li> <li>➤ Qualidade do papel utilizado na impressão.</li> </ul>

Frente aos resultados que foram obtidos foram realizados mais algumas reuniões afim de refinar todos os pontos abordados e após foram realizadas pesquisas de Voz do Cliente, porém desta vez com resultados fechados, ou seja, com o intuito de quantificar o nível de satisfação do cliente em cada ponto mencionado anteriormente, foi solicitado a eles responder com uma nota de zero a dez a cada quesito sendo a nota dez a satisfação máxima e zero insatisfação máxima e chegamos aos seguintes resultados médios, tabela 9:

Tabela 9 - Voz do cliente fechada (quantitativa).

Item Avaliado	Avaliação dos serviços executados pela própria empresa.	Avaliação dos serviços executados pela empresa concorrente.
Tempo de conclusão dos serviços.	6,1	8
Atendimento de pós-vendas.	7,2	7,5
Know-how da equipe de técnica.	9,1	7
Cordialidade de atendimento.	9,2	8
Preço de contratação.	9,3	6
Segurança durante a realização dos trabalhos.	9	9
Praticidade e acessibilidade dos certificados emitidos.	6,9	7,8
Identificação clara e durável dos equipamentos calibrados.	9,7	8,1
Avaliação geral do serviço prestado.	7,3	8,2

Com estes resultados, iniciamos o projeto *Green belt* focando nas prováveis e possíveis causas para o descontentamento do cliente conforme pesquisa.

Em virtude dos resultados apresentado o foco principal será com relação ao tempo de execução de todo o processo.

Primeiramente foi batizado o projeto com o nome: “*REDUÇÃO DO LEAD TIME PARA EMISSÃO DOS CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO*”.

Após foram também dimensionados alguns quesitos do projeto, que foram:

- Green Belts: Analista de T.I. e um dos coordenadores de atendimento de campo;
- Champion do projeto: Gerente do laboratório de metrologia;
- Dono do Processo: Gerente do Laboratorio de Metrologia.
- Previsão de Fechamento do Projeto: 31 de dezembro de 2016.

A próxima etapa do projeto foi iniciada com as definições do projeto que foram:

- Tipo do projeto: Satisfação do cliente.
- Resumo dos Indicadores: Tabela visualizada acima a pior avaliação do cliente se deu com relação ao tempo de conclusão do serviço e com o agravante do concorrente possuir uma boa avaliação no quesito, paralelamente será necessária também tentar trabalhar com relação ao item praticidade e acessibilidade do certificado.
- Desdobramento do problema: conforme tabela mostrada anteriormente, o cliente apresentava sinais de descontentamento pelo meio de reclamações desta forma foram realizadas pesquisas de campo que apontaram para o tempo de execução dos serviços: atualmente estava girando em torno de vinte dias desde a conclusão do serviço até a entrega do certificado de calibração, além da falta de acessibilidade do certificado e praticidade (qualitativo medido através do nível de avaliação do cliente).
- VOZ DO CLIENTE: Longo tempo para a conclusão dos serviços desde a contratação do serviço até a chegada do certificado de calibração, além da dificuldade em manipulação e arquivamento dos certificados.
- DEFINIÇÃO CTC (Requisito do Cliente): Demora para a conclusão do processo de calibração e conseqüentemente demora na liberação das aprovações de qualidade nos equipamentos produtivos.

- DEFINIÇÃO DO DEFEITO para Y (Métrica): Demora no processo como um todo, falta de fluxo de execução de trabalhos e logística inapropriada para as entregas dos certificados.
- COPQ (CUSTO DA FALTA DE QUALIDADE): Perda de mercado, insatisfação do cliente, perda de competitividade em novos contratos devido a impressão danificada apresentada ao mercado.
- DEFINIÇÃO DO PROBLEMA, ESCOPO E OBJETIVO: O problema verificado principal é a falta de eficiência do processo com um todo principalmente nos requisitos de logística de entregas e tempo de execução do processo. Com isso o escopo deste projeto é desenvolver uma nova sistemática de atuação de forma eliminar desperdícios e reduzir prazos. O objetivo do projeto é reduzir o atual prazo médio do processo de vinte e cinco dias, para sete dias a partir da conclusão dos serviços até a entrega do certificado.

➤ Mapeamento do Processo

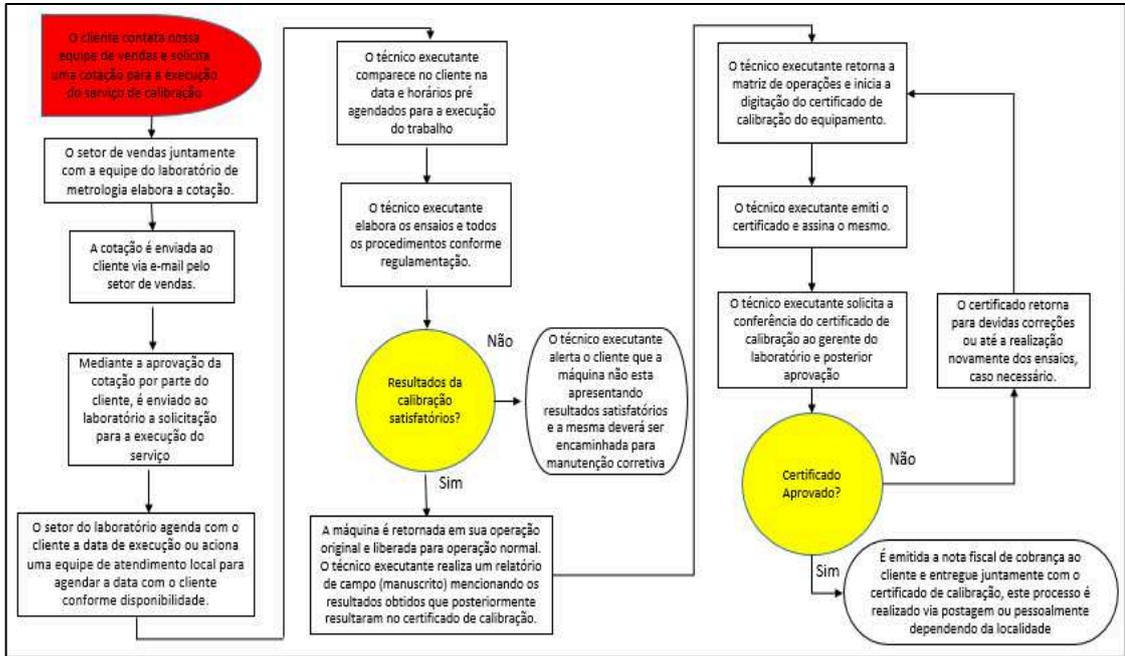


Figura 29 - Mapeamento do processo de fornecimento do serviço de calibração de equipamentos.

➤ Diagrama de Causas e efeitos:

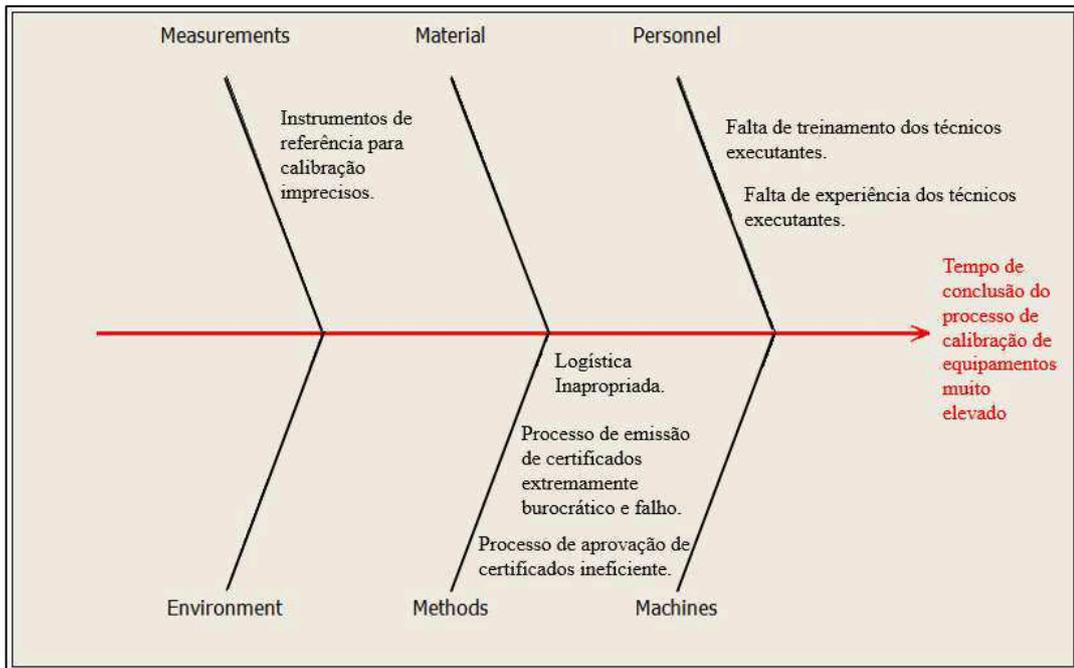


Figura 30 - Diagrama de Causa e efeito.

Após levantadas as possíveis causas figura 30, foi realizado uma matriz de causa e efeito mencionando todas as possíveis causas de forma mais específica e abrangente, conforme a tabela 10 (matriz) abaixo:

Tabela 10 - Matriz de Causa e Efeito

## Matriz de Causa e Efeito

- 9 - Alto impacto
- 3 - Médio impacto
- 1 - Baixo impacto

Impacto		9		
		1	2	
Possíveis Causas				Total
1	Erro no processo de medição devido a imprecisão do equipamento.	1		9
2	Erro na leitura da medição devido à falta de treinamento do executante.	1		9
3	Erro na leitura da medição devido à falta de experiência do executante.	1		9
4	Erro no preenchimento do relatório de calibração.	3		27
5	Procedimento de execução da calibração confuso.	1		9
6	Atraso na entrega do certificado de calibração.	9		81
7	Atraso na emissão e entrega das notas fiscais de cobrança.	3		27
8	Atraso na elaboração do certificado de calibração.	9		81
9	Erro na elaboração do certificado de calibração.	9		81
10	Atraso na aprovação do certificado de calibração.	9		81
11	Atraso na emissão do certificado de calibração.	9		81
12	Falta de acessibilidade do certificado de calibração.	9		81
13	Falta de praticidade no arquivamento dos certificados de calibração.	9		81
<b>Total</b>		71		477

Com esta matriz então foi traçado o gráfico 31 para apontarmos os problemas que poderiam estar impactando com maior força no nível de satisfação do cliente.

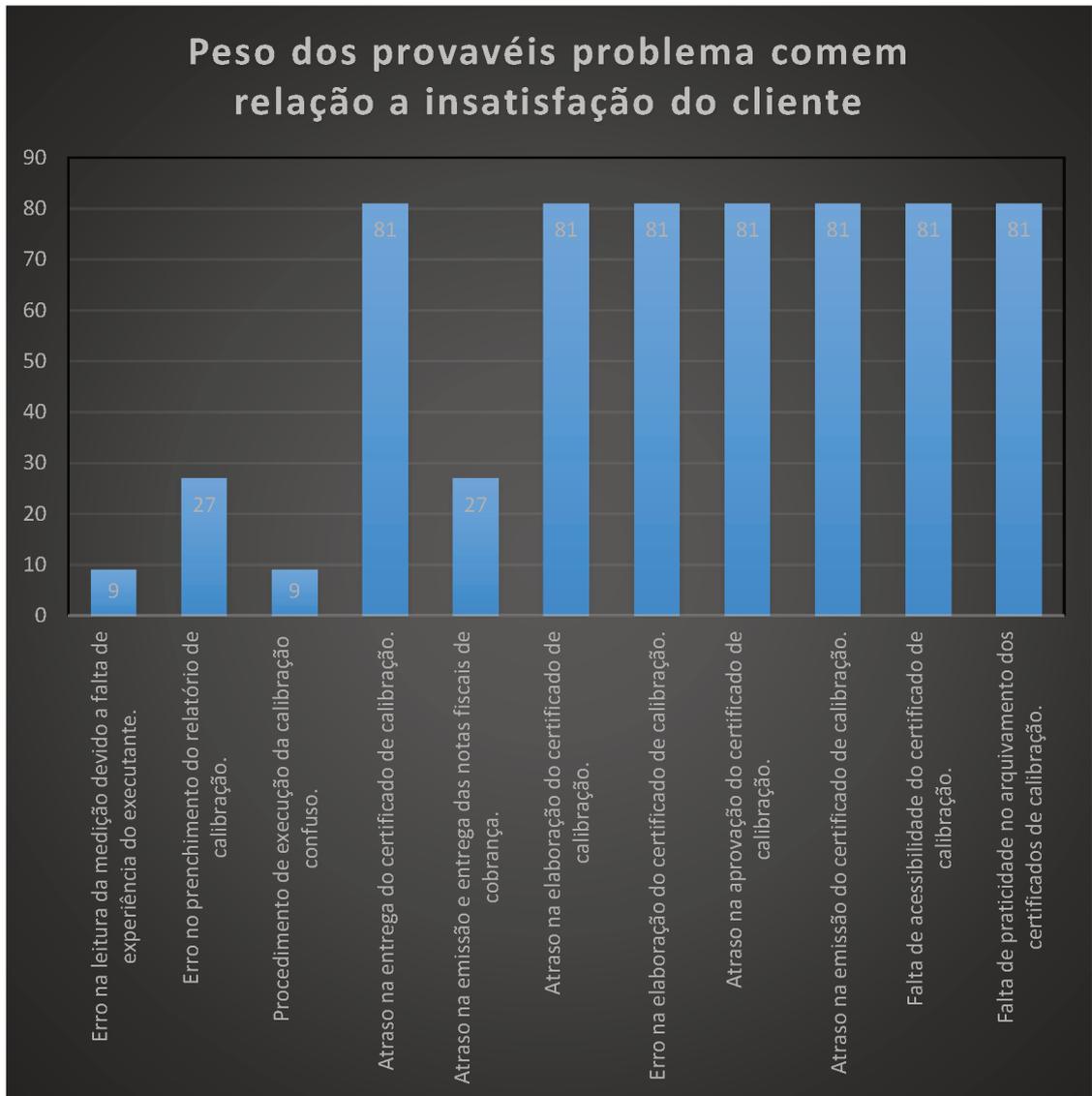


Figura 31 - Gráfico: Peso dos prováveis problemas em relação a insatisfação do cliente.

Conforme o gráfico podemos verificar que os itens que tem maior peso na insatisfação do cliente são: Atraso na entrega do certificado de calibração, atraso na elaboração do certificado de calibração, erro na elaboração do certificado de calibração, atraso na aprovação do certificado de calibração, atraso na emissão do certificado de calibração, falta de acessibilidade do certificado de calibração e falta de praticidade no arquivamento dos certificados de calibração. Estas foram adotadas como as variáveis críticas do processo.

Sumarizando o processo:

MSA (tabela 11): Todos os processos que levaram um tempo superior a dez dias entre a conclusão do processo de calibração e a entrega do certificado de calibração (período de avaliação foi entre janeiro de 2015 a dezembro de 2015).

Tabela 11 - DPMO antes da implementação.

<b>Amostragem</b>	7380	Unidades
<b>Oportunidades de Erro</b>	1	Oportunidades
<b>Unidades com Erro</b>	6890	Unidades
<b>Total de oportunidades</b>	7380	Erros
<b>Rendimento</b>	6,640	%
<b>Rejeição</b>	93,360	%
<b>DPU</b>	0,93360	
<b>DPO</b>	0,93360	
<b>DPMO</b>	933604,33604	
<b>Nível Sigma</b>	-0,00319	Curto Prazo
	-1,50319	Longo Prazo

Com isso obtivemos os seguintes resultados de *capability* do processo.

- $DPMO = 933604,33604$
- $Process\ Capability = -1,50319\ Sigma$

Frente ao alto índice de atraso e conseqüentemente um nível de sigma extremamente ruim (-1,50319) foi traçado um plano de contenção para remediar o problema e alavancar uma melhoria pontual no processo, foi traçado uma planilha de 5W2H como ilustra a tabela 12 para a contenção dos problemas levantados.

Tabela 12 - 5W2H

GESTÃO DE MELHORIA DE PROCESSOS						
PROJETO: <b>REDUÇÃO DO LEAD TIME PARA EMISSÃO DOS CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO</b>			DATA: 01/02/2016		FOLHA: 1/1	
O QUE FAZER (ATIVIDADE)	POR QUE FAZER (O QUE JUSTIFICA A AÇÃO)	QUEM VAI EXECUTAR	ONDE SERÁ FEITO	QUANDO SERÁ FEITO (DATAS)	QUANTO SERÁ FEITO (METAS)	COMO FAZER (ORIENTAÇÕES COMPLEMENTARES)
WHAT	WHY	WHO	WHERE	WHEN	HOW MUCH	HOW
Nº	DESCRIÇÃO					
1	Verificar os processos de calibração que estão aguardando digitação, dentro de um prazo superior a dez dias após sua conclusão.	O assistente administrativo do laboratório de metrologia.	Laboratório de metrologia	03/02/2016	A meta é concluir todos estes processos até o final do mês de fevereiro.	Através do levantamento dos documentos que estão pendentes no laboratório. Para esta tarefa será disponibilizado uma mão de obra a mais para o setor.
2	Verificar os processos de calibração que estão aguardando aprovação, dentro de um prazo superior a dez dias após sua conclusão.	O coordenador do laboratório de metrologia.	Laboratório de metrologia	03/02/2016	A meta é concluir todos estes processos até o final do mês de fevereiro.	Através do levantamento dos documentos que estão pendentes no laboratório. Para esta tarefa será autorizado o pagamento de horas extras ao coordenador caso não for possível a conclusão durante o horário normal de trabalho.
3	Verificar os processos de calibração que estão aguardando entrega, dentro de um prazo superior a dez dias após sua conclusão.	O coordenador do laboratório de metrologia.	Laboratório de metrologia	03/02/2016	A meta é concluir todos estes processos até o final do mês de fevereiro.	Através do levantamento dos documentos que estão pendentes no laboratório. Para esta tarefa será autorizado o pagamento de horas extras ao coordenador caso não for possível a conclusão durante o horário normal de trabalho.
4	Concluir as operações relacionadas acima e acompanhar as entregas dos certificados ao cliente final.	O coordenador do laboratório de metrologia.	Laboratório de metrologia	05/02/2016	A meta é concluir todos estes processos até o final do mês de fevereiro.	Através do levantamento dos documentos que estão pendentes no laboratório. Para esta tarefa será autorizado o pagamento de horas extras ao coordenador caso não for possível a conclusão durante o horário normal de trabalho.

Adiante com o projeto foi iniciado a fase de analisar as variáveis críticas do processo, aquelas que haviam sido apontadas anteriormente no gráfico da figura 31. Foi realizado então a tabela 13, mencionando todas estas variáveis e para cada uma variável foi apontado sua causa raiz e ação corretiva.

Tabela 13 - Fase analisar variáveis críticas.

Variáveis Críticas	Causa Raiz	Ação Corretiva
Atraso na entrega do certificado de calibração.	Tempo de logística de entrega variável conforme localização do cliente.	Digitalização de todo o processo e envio dos certificados através de acesso em um portal (internet).
Atraso na elaboração do certificado de calibração.	Falta de mão de obra para digitalização dos dados levantados no relatório de calibração.	Digitalização de todo o processo e digitalização dos dados diretamente pelo executante no ato da calibração.

Erro na elaboração do certificado de calibração.	Tempo de resposta para correção muito alto, uma vez que a verificação somente é realizada após os processos de elaboração do certificado e emissão. Somente no processo de aprovação o erro é diagnosticado.	Digitalização de todo o processo e após a digitalização dos dados pelo executante o software já informará os resultados estatísticos da calibração adiantando assim possíveis correções.
Atraso na aprovação do certificado de calibração.	Processo extremamente burocrático e demanda muito tempo do avaliador, o que acarreta em atrasos durante o processo.	Digitalização de todo o processo e aprovação digital dos certificados através de acesso em um portal (internet).
Atraso na emissão do certificado de calibração.	Devido ao atraso no processo de aprovação a emissão final sofre um tempo maior de atraso.	Digitalização de todo o processo e emissão/envio dos certificados através de acesso em um portal (internet).
Falta de acessibilidade do certificado de calibração	Documentos impressos em grandes quantidades tornam o processo de acesso dos certificados e manuseio de informações dificultoso.	Digitalização de todo o processo e disponibilização de todos os certificados do cliente pelo portal (internet), assim como ferramentas de busca e filtros de certificados.
Falta de praticidade no arquivamento dos certificados de calibração	Documentos impressos em grandes quantidades tornam o processo de arquivamento de certificados e manuseio de informações dificultoso e demandam espaço físico para arquivamento.	Digitalização de todo o processo e disponibilização de todos os certificados do cliente pelo portal (internet), todos os arquivos ficaram arquivados pelo período de dez anos no portal.

Durante esta fase analisar foi verificado que todas as ações corretivas para as variáveis convergiam para a necessidade de digitalização de todo o processo de calibração desde a inserção de dados obtidos pelo executante até a entrega final do certificado de calibração.

#### 4.1 Implementação

Logo foram apresentados a direção todos os dados processados no projeto e ilustrado a necessidade de desenvolvimento do software para execução e gerenciamento de todo o processo, com a aprovação da direção da empresa foi realizado a contratação de uma empresa terceirizada de TI responsável pelo desenvolvimento do software esta etapa levou cerca de quarenta dias e no início do mês de abril de dois mil e dezesseis foram iniciados os processos de implementação deste novo software, durante esta etapa foram treinados sessenta e oito técnicos executantes, oito coordenadores de postos, doze auxiliares administrativos, e cinquenta e dois clientes que recebem o produto final. Esta etapa foi concluída no final do mês de abril de dois mil e dezesseis.

Passada a fase de treinamentos foram iniciados os cadastros dos técnicos executantes e clientes e definidos *Login's* (usuários) com atribuições habilitadas conforme sua função, foram iniciados também os cadastros dos padrões de medição e equipamentos a serem calibrados no portal para posterior emissões dos certificados, no início da implementação do projeto ainda apresentaram alguns problemas como: falta de disponibilidade de internet aos executantes em campo, falta de experiência dos usuários na utilização do site tanto dos técnicos executantes como o do cliente final e resistência a mudança de alguns clientes e alguns técnicos executantes do processo.

Com este portal o técnico executante, via internet inserirá os valores coletados no ensaio da calibração logo após a conclusão das medidas, após o conferente responsável deverá conferir o certificado pelo próprio portal (todos os certificados e status do mesmo estarão disponíveis no site), após esta etapa o auxiliar administrativo do laboratório de medidas emiti o certificado digital e disponibiliza ao cliente.

O processo de utilização do portal foi desenvolvido para tornar tanto o processo de elaboração do relatório quanto ao de acesso das informações sejam rápidos e práticos. Abaixo foram inseridas algumas ilustrações que apresentam o funcionamento do portal (Figuras 32 a 42).



Figura 32 - Login do Portal. (Executante)

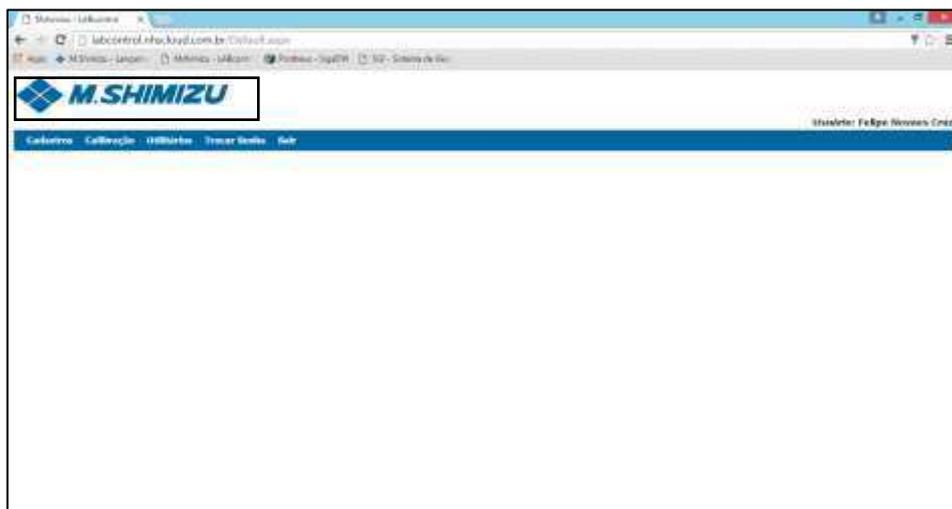


Figura 33 - Página Inicial do portal (Executante).

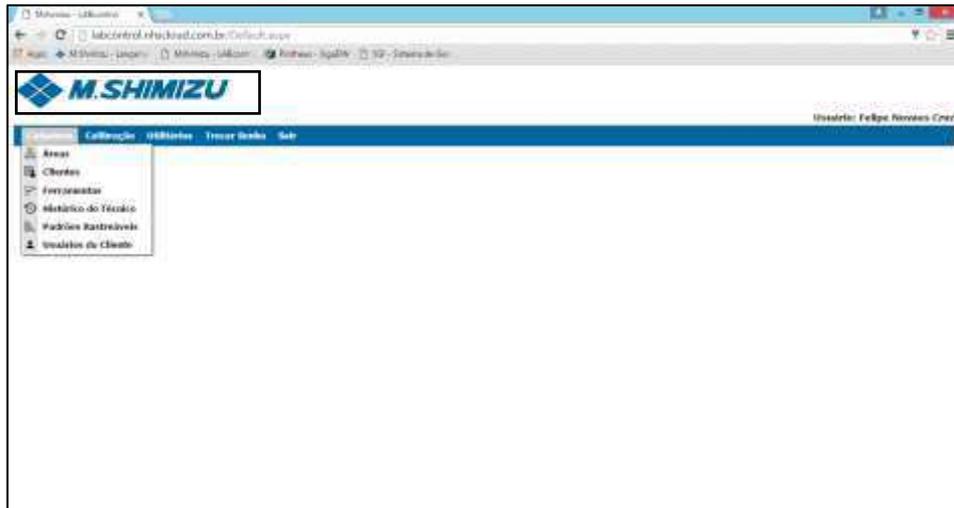


Figura 34 - Aba de cadastros do portal. (Executante)

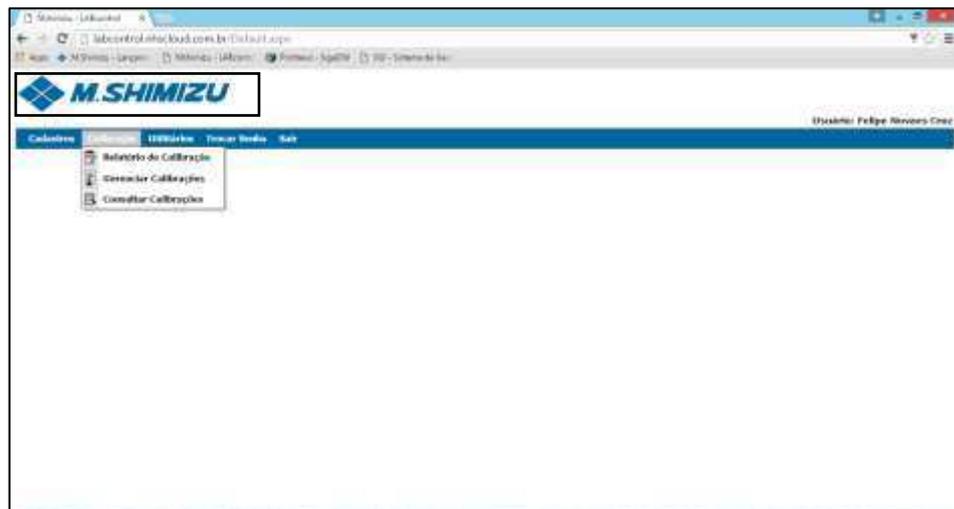


Figura 35 - Aba de calibrações do portal. (Executante)

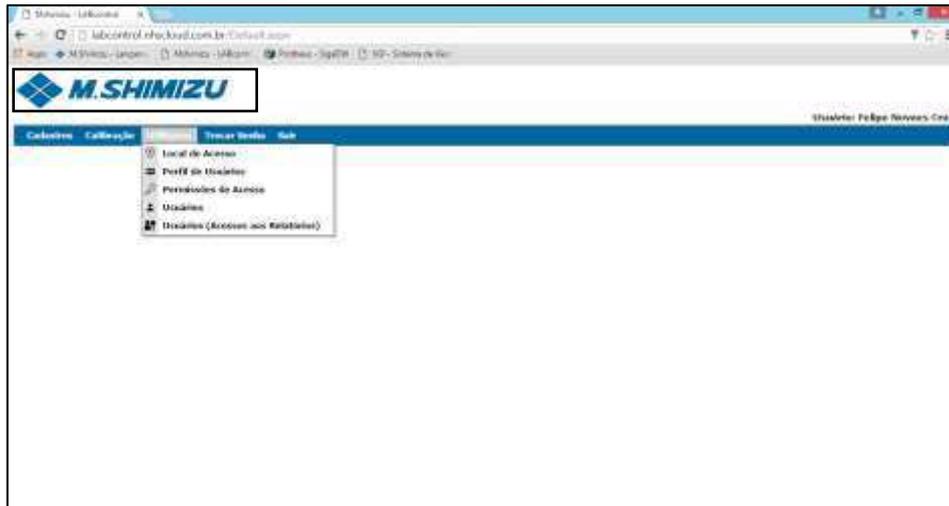


Figura 36 - Aba de utilitários do portal. (Executante)

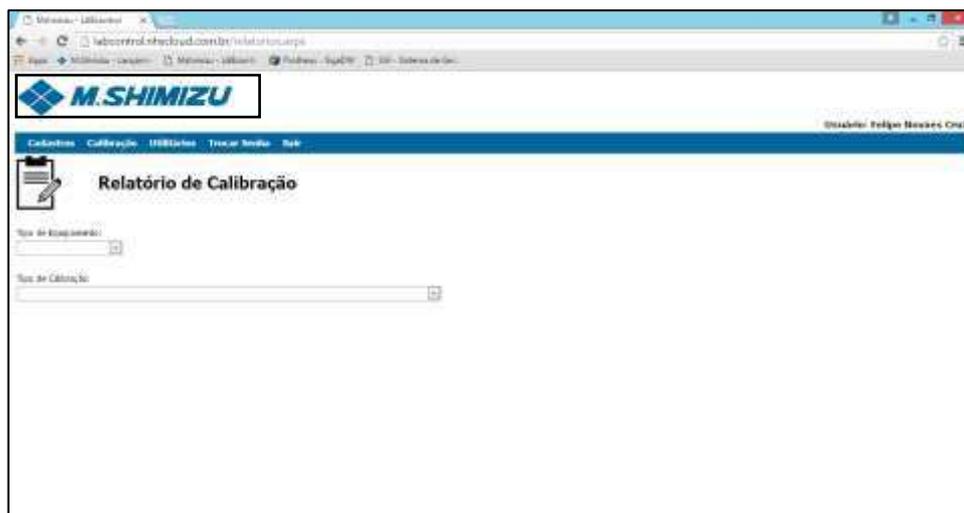


Figura 37 - Campo de seleção para o preenchimento do relatório de calibração do portal. (Executante)

The screenshot shows a web browser window with the URL `labcontrol.mshcloud.com.br/calibracao/1.aspx`. The page header includes the M. SHIMIZU logo and the user name 'Usuário: Felipe Noroias Cruz'. The main content area is titled 'RELATÓRIO DE CALIBRAÇÃO - PARAFUSADEIRAS / APERTADEIRA ELÉTRICAS / ELETRÔNICAS - CONF. ET-26 Rev 05 (ISO 5393) Torque - 25 Leituras'. Below the title, there are two sections: 'CARACTERÍSTICAS' and 'DADOS COLETADOS PARA TORQUE'. Each section contains a list of fields with corresponding input boxes and dropdown menus.

**CARACTERÍSTICAS**

- Tipo de Certificado: [ ]
- Tipo de Exatidão: [ ]
- Informação: [ ]
- Solvente: [ ]
- Unidade de Calibração: [ ]
- Número da OGI: [ ]
- Data da Calibração: [ ]
- Equipamento Calibrado: [ ]
- Força: [ ]
- Verificação de Escala: [ ]
- Tempo Ambiente (TC): [ ]
- Umidade Relativa (%): [ ]
- Umidade de Medição: [ ]
- Comprimento Cabo (mm): [ ]

**DADOS COLETADOS PARA TORQUE**

- Torques Aplicados: [ ]
- Tempo de Calibração: [ ]

Figura 38 - Campo de seleção para o preenchimento do relatório de calibração do portal. (Executante)

The screenshot shows a web browser window with the URL `labcontrol.mshcloud.com.br/consultar/calibracao.aspx`. The page header includes the M. SHIMIZU logo and the user name 'Usuário: Felipe Noroias Cruz'. The main content area is titled 'CONSULTAR CALIBRAÇÕES' and displays a table of calibration records.

Nº. Certificado	Tip. de Calibração	Tip. de Certificado	Cliente	Permanente	Ul. Calibração	Ul. OGI	Controlado	Destino	Catálogo	Download do Certificado
SH0004-18	AP - TORQUE - 100 LETURAS	RBC	GH SXC	500-2388	04/01/2016	07/01/2016 04:02:18	✓	✓	✗	📄
SH0007-18	AP - TORQUE - 100 LETURAS	RBC	GH SXC	500-2395	04/01/2016	05/01/2016 04:44:58	✓	✓	✗	📄
SH0008-18	AP - TORQUE - 25 LETURAS	RBC	GH SXC	500-2352	03/01/2016	06/01/2016 09:28:49	✓	✓	✗	📄
SH0070-18	AP - TORQUE - 25 LETURAS	RBC	GH SXC	500-2352	03/01/2016	06/01/2016 09:34:03	✓	✓	✗	📄
SH0087-18	AP - TORQUE - 25 LETURAS	RBC	GH SXC	500-2528	08/01/2016	07/01/2016 08:03:20	✓	✓	✗	📄
SH0099-18	AP - TORQUE - 25 LETURAS	RBC	GH SXC	500-2485	08/01/2016	07/01/2016 08:50:43	✓	✓	✗	📄
SH0182-18	AP - TORQUE - 25 LETURAS	RBC	GH SXC	500-2413	07/01/2016	08/01/2016 04:40:08	✓	✓	✗	📄
SH0185-18	AP - TORQUE - 100 LETURAS	RBC	GH SXC	500-2464	07/01/2016	08/01/2016 05:08:14	✓	✓	✗	📄
SH0186-18	AP - TORQUE - 100 LETURAS	RBC	GH SXC	500-2394	08/01/2016	08/01/2016 25:50:05	✓	✓	✗	📄
SH0232-18	AP - TORQUE - 100 LETURAS	RBC	GH SXC	500-2404	08/01/2016	11/01/2016 04:36:38	✓	✓	✗	📄
SH0237-18	AP - TORQUE - 100 LETURAS	RBC	GH SXC	500-2462	11/01/2016	12/01/2016 05:26:38	✓	✓	✗	📄
SH0239-18	AP - TORQUE - 100 LETURAS	RBC	GH SXC	500-2472	11/01/2016	12/01/2016 05:50:18	✓	✓	✗	📄
SH0282-18	AP - TORQUE - 100 LETURAS	RBC	GH SXC	500-2328	12/01/2016	12/01/2016 08:57:54	✓	✓	✗	📄
SH0287-18	AP - TORQUE - 100 LETURAS	RBC	GH SXC	500-2403	12/01/2016	12/01/2016 08:14:32	✓	✓	✗	📄
SH0292-18	AP - TORQUE - 100 LETURAS	RBC	GH SXC	500-2472	12/01/2016	14/01/2016 09:58:05	✓	✓	✗	📄
SH0294-18	AP - TORQUE - 100 LETURAS	RBC	GH SXC	500-2382	12/01/2016	14/01/2016 09:35:32	✓	✓	✗	📄

Figura 39 - Campo de consultas dos certificados de calibrações elaborados no portal. (Executante)



Figura 40 – Certificado baixado via download diretamente do portal em formato Pdf. (Executante)



Figura 41- Login do Portal. (Cliente)

Nº. Certificado	Área	DL. Calibração	Fabricante	Modelo	Nº. Série	Padrão	Certificado Baseado	Download de Certificado
SH04203-18	S10 GA	11/07/2018	M. SHIMIZU	Freezers <sup>®</sup> TA15	MSH.0015.07.1.0005	S10-1845	<input type="checkbox"/>	
SH04201-18	S10 GA	11/07/2018	M. SHIMIZU	Freezers <sup>®</sup> TA100	MSH.0100.07.1.0218	GAD-215345	<input type="checkbox"/>	
SH04202-18	S10 GA	11/07/2018	M. SHIMIZU	Freezers <sup>®</sup> TA100	MSH.0100.07.1.0124	S10-1847	<input type="checkbox"/>	
SH04200-18	S10 GA	11/07/2018	M. SHIMIZU	Freezers <sup>®</sup> TA300	MSH.0300.07.1.0009	S10-1850	<input type="checkbox"/>	
SH04162-18	S10 GA	08/07/2018	BOSCH	0600701618	18889025	S10-1864	<input type="checkbox"/>	
SH04159-18	S10 GA	08/07/2018	BOSCH	0600701618	687000007	GAC-L201	<input type="checkbox"/>	
SH04143-18	S10 GA	08/07/2018	ATLAS COPCO	ETVST0110013	F4881136	S10-1852	<input type="checkbox"/>	
SH04129-18	S10 GA	07/07/2018	ATLAS COPCO	ETVST08350108	05981349	S10-1826	<input type="checkbox"/>	
SH03758-18	S10 GA	22/06/2018	ATLAS COPCO	ETVST0113013	F4472762	S10-1483	<input type="checkbox"/>	
SH03754-18	S10 GA	22/06/2018	ATLAS COPCO	ETVST03320108	05981183	S10-1831	<input type="checkbox"/>	
SH03752-18	S10 GA	20/06/2018	ATLAS COPCO	ETVST06370138	05524663	S10-1833	<input type="checkbox"/>	
SH03656-18	S10 GA	18/06/2018	ATLAS COPCO	ETVST10137018	C4851246	S10-1473	<input type="checkbox"/>	
SH03655-18	S10 GA	18/06/2018	ATLAS COPCO	EP08761-2R-12-112	F3801040	S10-1388	<input type="checkbox"/>	
SH03643-18	S10 GA	14/06/2018	ATLAS COPCO	ETVST0110013	F1748023	S10-1825	<input type="checkbox"/>	
SH02876-18	INSTRUMENTOS DE PLÁSTICO	11/08/2018	STANLEY	6323A15-29	012915024	S10	<input type="checkbox"/>	

Figura 42 Campo de consultas dos certificados de calibrações elaborados no portal. (Cliente)

#### 4.2 Controle do Processo

Após o sucesso na fase de implementação, é de grande importância o controle do processo de modo que as ações implementadas continuem apresentando resultados satisfatórios, com isso, através do próprio portal criado (“LabControl”) o gerente do laboratório tem o acesso e deve monitorar as datas de execuções dos processos, assim como as datas de emissões dos certificados e sempre auditando e realizando os devidos *follow-ups* necessários nos processos que apresentaram desvio ou estão próximos a se desviarem.

Este controle foi adicionado nas atribuições do cargo do Gerente do laboratório Metrologia e também evidenciado no manual da qualidade da empresa.

Como medida de controle foi também desenvolvido um servidor *backup* do sistema, afim de solucionar futuros problemas com o mau funcionamento ou quebra do servidor principal o que acarretaria na parada por completo de todos os processos, conforme ocorreu durante a implementação piloto.

Após um curto espaço de tempo já foi possível verificar uma melhora expressiva com relação ao Lead Time do processo, e com isso abaixo a tabela 14 de DPMO afirma o ocorrido:

Tabela 14 - DPMO após implementação.

<b>Amostragem</b>	2646	Unidades
<b>Oportunidades de Erro</b>	1	Oportunidades
<b>Unidades com Erro</b>	12	Unidades
<b>Total de oportunidades</b>	2646	Erros
<b>Rendimento</b>	99,546	%
<b>Rejeição</b>	0,454	%
<b>DPU</b>	0,00454	
<b>DPO</b>	0,00454	
<b>DPMO</b>	4535,14739	
<b>Nível Sigma</b>	4,10939	Curto Prazo
	2,60939	Longo Prazo

Logo é possível afirmar que o processo anteriormente com certeza era incapaz e não controlado pois apresentava enormes discrepâncias em seus prazos principalmente, quando a logística do cliente era mais dificultosa, com por exemplo na região Nordeste do Brasil a qual o fornecedor logístico solicitava de quatro a seis dias uteis para a entrega do mesmo após postagem, ou então, quando ocorria algum erro de digitação do relatório e o mesmo somente era diagnosticado na verificação final pelo conferente (gerente do laboratório de metrologia) nestes casos o processo retornava para o executante e caso fosse necessário realizar os ensaios novamente o prazo de entrega do certificado se estendia em até sete dias.

Após a implementação, a taxa de rejeição nos prazos que levaram um tempo superior a dez dias entre a conclusão do processo de calibração e a entrega do certificado de calibração (período de avaliação foi entre final de abril de 2016 a setembro de 2016) ficou com um valor de 0,454%, uma vez que esta taxa era de 93,36% podemos afirmar o quão melhor se tornou o processo.

É necessário mencionar também que durante este curto prazo de tempo de avaliação após implementação ocorreram doze casos de não cumprimento do prazo de dez dias estipulado conforme o objetivo, estes ocorreram durante uma semana a qual houve um problema interno no servidor da rede de internet do laboratório que culminou nestes atrasos, logo é possível afirmar que estes atraso ocorreu por um problema pontual e o mesmo não deve se repetir em um futuro próximo, porém o mesmo será acompanhado frequentemente e caso voltar ocorrer deverão ser tomadas as devidas medidas corretivas e preventivas para a eliminação ou ao menos redução e controle do problema.

Outro ponto que foi possível aprimorar no processo foi com relação aos custos, após a implementação do projeto foram eliminadas algumas tarefas do antigo processo e por consequência alguns recursos não precisaram mais utilizados conforme a tabela 15 abaixo que apresenta as atividades eliminadas e os recursos dispensados.

Tabela 15 - Recursos Dispensados.

<b>Tarefas eliminadas</b>	<b>Recursos Dispensados</b>
Impressão dos certificados de calibração	Folha timbrada para a impressão do certificado.
	Cartucho de Impressora colorido e preto e branco.
	Etiqueta com logo do Inmetro.
	Envelopes para embalagem dos certificados.
Impressão dos arquivos dos certificados de calibração	Papel sulfite.
	Cartucho de Impressora colorido e preto e branco
Postagem dos Certificados de calibração.	Taxas de Postagem com fornecedores logísticos (tanto para envio de conferências no caso de postos de atendimentos, quanto para sua devolução após conferência).
	Combustível e depreciação de veículos em caso de entrega de certificados de calibração pela própria empresa contratada.

Todos estes recursos dispensados acarretaram em uma redução de custos do processo em cerca de quinze por cento, ainda não foi alcançado o objetivo inicial que além da redução do tempo previa a redução de custos em vinte e cinco por cento, isto se deve há alguns clientes ainda solicitarem uma cópia impressa do certificado.

Outro fator a ser apontado nos resultados é o aumento do *Market share* do segmento oriundo de novos clientes conquistados em virtude do novo processo que foi adotado foi muito bem recebido pelo mercado, o que também alavancou uma melhora no faturamento do setor de metrologia da empresa mesmo em um ano de recessões do mercado.

Contudo, a taxa de *pay-back* do projeto conforme as projeções, será de aproximadamente oito meses, o que foi apresentado a diretoria da empresa e visto como um resultado positivo.

### 4.3 Discussão

Ao final do trabalho foi possível realmente confirmar as verdadeiras causas do alto Lead time do processo de confecção, emissão e entrega dos certificados de calibrações. Conforme mencionado na obra a operação anteriormente possuía um sistema de confecção e emissão de certificado não eficaz e burocrática, desta forma a operação rotineiramente não atendia os prazos de entrega, isto devido há alguns motivos, os mais corriqueiros eram: erros na digitação do certificado, indisponibilidade do auxiliar administrativo para digitalizar o certificado de calibração e o prazo de entrega do certificado fornecido pelo fornecedor logístico muito elevado (nos casos de clientes com grandes distâncias da filial da empresa contratada).

O projeto se embasou nos princípios básicos do DMAIC, ferramentas LEAN e projetos Green Belt. E através destas metodologias foi possível alcançar os resultados traçados principalmente com relação aos prazos.

Ao princípio do projeto existia uma ideia principal que a causa raiz do não cumprimento dos prazos era fundamentalmente relacionado ao prazo logístico de entrega dos certificados e que o mesmo somente ocorria para clientes locados em grandes distâncias da filial da empresa,

porém esta ideia não era totalmente correta, uma vez que foi verificado que o problema também ocorria com clientes próximos a empresa contratada, em virtude dos problemas sistêmicos do processo conforme mencionado no trabalho.

O projeto seguiu a diretriz de digitalizar o máximo possível do processo, porem respeitando todas as normas regulatórias de metrologia relacionadas a emissão e conferência de certificados de calibração, outro ponto foi que com o projeto fosse possível reduzir os gastos fixos do departamento responsável em trinta por cento, ao final o mesmo não ainda alcançado devido a alguns investimentos que houveram ser executados, como: aquisição de modems com internet 3G e disponibilização aos executantes de campo, e outro fator que deve ser mencionado também é que alguns clientes ainda solicitam a entrega impressa do certificado, este segundo item em um futuro próximo muito provavelmente será eliminado uma vez que o arquivo digital pode e deve ser utilizado como uma evidencia de conformidade não havendo necessidade de uma cópia impressa do documento.

Para novos projetos ainda é possível aprimorar ainda mais o portal (“Labcontrol”) de forma o mesmo abranger também alguns outros controles como: validade de treinamentos dos executantes, validade dos certificados de calibrações dos padrões utilizados, dentre outros. Outro ponto também que pode ser acrescentado é implementar um canal direto com os clientes cadastrados de forma que o cliente possa contratar serviços de calibrações de equipamentos através do próprio portal, dentre outros. Com todas estas melhorias o processo se tornará ainda mais prático e dinâmico, este que conforme as pesquisas mencionadas no início do trabalho é um dos itens apontados pelo cliente como que agrega valor ao produto ou serviço final.

Outro objetivo alcançado, foi com relação a satisfação do cliente, a implementação do projeto gerou uma melhora de trinta por cento no índice de satisfação do cliente, sendo que o objetivo inicial era de vinte e cinco por cento.

## 5. Conclusão

Com a conclusão do projeto é possível afirmar que o mesmo foi de grande valia a companhia uma vez que ele atendeu aos objetivos traçados em sua abertura quase totalitários avaliando os resultados a curto prazo.

O prazo de conclusão do processo de calibração médio atualmente está em torno de 05 dias que é a metade do prazo estipulado no objetivo traçado, lembrando que anteriormente a implementação do projeto este prazo médio era de 20 dias (ou seja uma redução em 75%), foi possível ainda realizar eliminações de desperdícios e desta forma foi alcançado uma redução de cerca de 15% nos custos fixos do departamento, um pouco abaixo ainda do objetivo traçado, porém, o mesmo ainda deve ser alcançado num futuro próximo se o projeto for seguido corretamente e bem controlado.

Outro fator que não havia sido previsto ou planejado no início do projeto foi a ampliação do *Market Share*, com a implementação do portal (“Labcontrol”). O mesmo foi muito bem aceito no mercado e desta forma os clientes iniciaram a disseminar esta informação aos seus contatos, o que gerou uma propaganda indireta de nosso produto. Por consequência conseguimos ampliar o faturamento do setor de metrologia da empresa.

Levando em consideração o pouco tempo de avaliação uma vez que o processo de implementação foi finalizado no final do mês de abril, porém já foi possível diagnosticar uma forte melhora com relação ao quesito prazos. Conforme o comparativo das duas tabelas de DPMO (tabela 16).

Tabela 16 - Comparativo de DPMO (antes e depois da implementação).

Antes			Depois		
Amostragem	7380	Unidades	2046	Unidades	
Oportunidades de Erro	1	Oportunidades	1	Oportunidades	
Unidades com Erro	6890	Unidades	12	Unidades	
Total de oportunidades	7380	Erros	2046	Erros	
Rendimento	6,540	%	99,546	%	
Rejeição	93,360	%	0,454	%	
DPU	0,93360		0,00454		
DPO	0,93360		0,00454		
DPMO	933604,33604		4535,14739		
Nível Sigma	-0,00319	Curto Prazo	4,10939	Curto Prazo	
	-1,50319	Longo Prazo		2,60939	Longo Prazo

## 6. Referências Bibliográficas

ASAI industrial. (2016). *ASAI industrial - ferramentas*. Fonte: ASAI industrial:

<http://www.asaindustrial.com.br/ferramentas-angulares.html>

Atlas Copco Brasil Ltda. (2014). *Atlas Copco - Brasil*. Fonte: Atlas Copco - Brasil:

<http://www.atlascopco.com.br/brbr/products/ferramentas-de-montagem/>

Ballou, R. H. (2004). *GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS/LOGÍSTICA EMPRESARIAL*. Porto

Alegre: Bookman.

BORGES, R. C., OLIVEIRA, E. H., & OLIVEIRA, A. S. (01 de Fevereiro de 2013). ESTUDO DA

IMPLANTAÇÃO DO PILAR CONTROLE DA QUALIDADE DA METODOLOGIA WORLD CLASS

MANUFACTURING (WCM) EM UMA EMPRESA DO SETOR AUTOMOTIVO NO SUL DE MINAS

GERAIS. *SIMPOI 2013*, pp. 01-06.

Campos, V. F. (1994). *Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia*. Belo Horizonte: Editora de

Desenvolvimento Gerencial.

Cerqueira, J. P. (1994). *ISO 9000, no Ambiente da Qualidade Total*. Rio de Janeiro: Imagem.

Corrêa, P. A. (1993). *QUALIDADE TOTAL ... DA VISÃO À SISTEMIZAÇÃO*. RIO DE JANEIRO: IMAGEM.

Dos Santos, C. A., & Pinto, E. (Agosto de 2012). *Linkedin Corporation -*

*slideshare.net/Ricardara/explicao-sobre-torque-e-metodos-de-aperto*. Fonte: LinkedIn

Corporation: <http://pt.slideshare.net/Ricardara/explicao-sobre-torque-e-metodos-de-aperto>

FERNANDES, H. V. (2005). *Lean Six Sigma: Estudo do Potencial de Implantação na Xérox - Unidade*

*Industrial Nordeste. Lean Six Sigma: Estudo do Potencial de Implantação na Xérox - Unidade*

*Industrial Nordeste. Dissertação: (Mestrado)*. Salvador, Bahia, Brasil.

FERNANDES, S. S. (Fevereiro de 2012). ATIVIDADES INVESTIGATIVAS ENVOLVENDO SISTEMA

MÉTRICO - GUIAS DE ORIENTAÇÃO PARA O PROFESSOR. *INVESTIGATIVAS ENVOLVENDO*

*SISTEMA MÉTRICO - GUIAS DE ORIENTAÇÃO PARA O PROFESSOR*. Rio de Janeiro, Rio de

Janeiro, Brasil: UFRJ.

Filho, B. V. (1991). *OS CAMINHOS DA QUALIDADE E DA PRODUTIVIDADE*. São Paulo: Edgrar Blucher

Ltda.

Filho, H. R. (24 de Junho de 2015). *QUALIDADEONLINE'S BLOG*. Fonte: QUALIDADEONLINE'S BLOG:

<https://qualidadeonline.wordpress.com/2015/06/page/2/>

Fontanelle, M. (06 de Junho de 2016). *Apostilas - Joinville.IFSC*. Fonte: Site de propriedade IFSC:

<http://www.joinville.ifsc.edu.br/~matheus.fontanelle/Metrologia/Apostila%20Metrologia%20Completa.pdf>

0Completa.pdf

Garvin, D. A. (1988). *Managing Quality- The Strategic And Competitive Edge* . Nova Iorque: The Free

Press.

Grima \_ UFSC. (2016). *UFSC*. Fonte: Grima - UFSC:

[http://www.grima.ufsc.br/im/transparencias/Apend\\_MFV1.pdf](http://www.grima.ufsc.br/im/transparencias/Apend_MFV1.pdf)

KAIZEN INSTITUTE. (29 de Agosto de 2016). *GEMBAKAIZEN \_ KAIZEN INSTITUTE*. Fonte:

GEMBAZAIZEN: <https://pt.kaizen.com/quem-somos/significado-de-kaizen.html>

M. SHIMIZU - Elétrica e Pneumática. (2016). *M. SHIMIZU - Elétrica e Pneumática - Ferramentas*.

Fonte: M. SHIMIZU - Elétrica e Pneumática:

[http://www.mshimizu.com.br/produtos\\_cat.php?id=126&Apertadeira-eleto-eletronica](http://www.mshimizu.com.br/produtos_cat.php?id=126&Apertadeira-eleto-eletronica)

M.SHIMIZU . (01 de Fevereiro de 2014). Apresentação de PMC's - 2016. *Apresentação de PMC's -*

*2016 (Controles de Orçamentos via sistema KANBAN)*. São PAulo, São Paulo, Brasil.

MANI, G. M., & Pádua, F. S. (06 de Junho de 2016). *LEAN SEIS SIGMA*. Fonte: Site pertencente a

FATECTQ \_ Artigos Interface tecnologia: -

<http://www.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/arquivos/volume5/artigo10.pdf>

Mei Li Heman, A. d. (06 de Junho de 2016). *EFICIÊNCIA, EFICÁCIA E PRODUTIVIDADE DE*

*ESTRATÉGIAS: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO DO SETOR FONOGRAFICO BRASILEIRO* . Fonte:

Site Mackenzie \_ Artigos Jovens pesquisadores:

<http://www.mackenzie.br/dhtm/seer/index.php/jovenspesquisadores/article/download/1079/520>.

Portal da Educação S/A. (20 de Março de 2014). *Portal da Educação/administração/Artigos*. Fonte:

Portal da Educação S/A:

<http://www.portaleducacao.com.br/administracao/artigos/55167/origem-do-programa-5s-s>

SEBRAE. (2016). *Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Minas Gerais*. Fonte:

[www.sebrae.com.br](http://www.sebrae.com.br):

<http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/MG/Sebrae%20de%20A%20a%20Z/Ficha%20T%C3%A9cnica%20do%20Produto%20-%20Qualidade%20-%20Avalia%C3%A7%C3%A3o%20da%20Conformidade%20-%20Servi%C3%A7os%20Metrol%C3%B3gicos.pdf>

SIMCHI-LEVI, D., KAMINSKY, P., & SIMCHI-LEVI, E. (2000). *Cadeia de Suprimentos Projeto e Gestão*.

*Conceitos, estratégias e estudo de caso*. Porto Alegre: Bookman.

Souza, S. d. (Maio de 2010). *Sandrodesouza.files.wordpress.com*. Fonte: Word Press:

<https://sandrodesouza.files.wordpress.com/2010/05/torque-e-alavanca.pdf>

Trivellato, A. A. (2010). *APLICAÇÃO DAS SETE FERRAMENTAS BASICAS DA QUALIDADE NO CICLO*

*PDCA PARA MELHORIA CONTINUA: ESTUDO DE CASO NUMA EMPRESA DE AUTO PEÇAS*.

*EFICIÊNCIA, EFICÁCIA E PRODUTIVIDADE DE ESTRATÉGIAS: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO DO SETOR FONOGRÁFICO BRASILEIRO . São Carlos, São Paulo, Brasil.*