

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

WALTER CHIGUERU AMANO

**PROPOSTA DE MELHORIA NO DEPARTAMENTO DE MÉTODOS E PROCESSOS
UTILIZANDO O CICLO *DMAIC***

Botucatu - SP
Junho - 2014

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL

WALTER CHIGUERU AMANO

PROPOSTA DE MELHORIA NO DEPARTAMENTO DE MÉTODOS E PROCESSOS
UTILIZANDO O CICLO *DMAIC*

Orientador: Prof. Esp. André Delecrodi Neves

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à FATEC – Faculdade de Tecnologia de Botucatu, para obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Produção Industrial.

Botucatu - SP
Junho - 2014

Aos meus pais pela dedicação, trabalho e paciência na educação dos filhos. Agradeço pelos exemplos que me deram. Também dedico este estudo aos meus irmãos, em especial ao Satoru, pelo apoio e companheirismo no dia a dia, que me impulsionou para a concretização deste sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores do curso de Produção Industrial da Fatec Botucatu, pela dedicação com que auxiliaram nos estudos. Sou muito grato também ao meu orientador André Delecrodi Neves pelo direcionamento, incentivo e motivação na realização deste estudo.

Aos meus colegas de turma e funcionários da Fatec Botucatu meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo propor aperfeiçoamento no processo de implementação de melhorias do departamento de métodos e processos de uma indústria de fabricação de peças em resina de poliéster reforçada com fibra de vidro situada na cidade de Botucatu, utilizando o ciclo *DMAIC*. Foi realizado um estudo de caso nesse que possui a melhoria de processos como um dos processos existentes no departamento, e que encontra como alguns de seus problemas a falta de padronizações, falta de uma estruturação bem definida e falta de indicadores para acompanhamento de desempenho. Através do ciclo *DMAIC* (*Defini, Measure, Analise, Improve, Control*) estruturando todo o estudo foi possível levantar as necessidades dos clientes como base para fundamentação da proposta do trabalho, onde em cada etapa do ciclo foram utilizadas as ferramentas da Manufatura Enxuta como: *SIPOC* e fluxograma para se mapear o processo atual, folha de verificação e gráfico sequencial para a coleta de dados, diagrama de Ishikawa para se encontrar as variáveis que influenciam nos indicadores, Matriz *GUT* para priorizar essa variáveis, 5 porquês e *Brainstorm* para se encontrar as possíveis soluções para a causa dessas variações, a Matriz REI para se priorizar as soluções potenciais e a ferramenta *5W2H* para criar plano de implementação dessas soluções. O estudo de caso obteve sucesso em seu objetivo pois propôs diversas melhorias qualitativas no processo, auxiliando a sua gestão e evidenciando diversas necessidades, antes inexistentes, para o aprimoramento do processo.

PALAVRA-CHAVE: *DMAIC*. Manufatura Enxuta. Melhoria.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Aumento dos lucros na produção em Massa e na produção Enxuta	8
Figura 2 - Divisão dos Princípios da Toyota em quatro categorias.....	10
Figura 3 - Ciclo <i>DMAIC</i>	11
Figura 4 - <i>SIPOC</i>	20
Figura 5 - Símbolos de um fluxograma	22
Figura 6 - Exemplo de Fluxograma.....	23
Figura 7 - Diagrama de Ishikawa	25
Figura 8 - Formulário A3	26
Figura 9 - 5 Poquês.....	26
Figura 10 - Organograma da Empresa.....	31
Figura 11 - Organograma da Área.....	31
Figura 12 - Fluxograma atual do processo de melhorias.....	37
Figura 13 - Resumo esquemático - Fase DEFINIR.....	40
Figura 14 - Gráfico sequencial do indicador - Formulários com erros	42
Figura 15 - Resumo esquemático - Fase MEDIR.....	43
Figura 16 - Formulário <i>Kaizen</i> A3	44
Figura 17 - Diagrama de Ishikawa - Trabalho Padrão.....	45
Figura 18 - Variáveis que impactam nos indicadores.....	46
Figura 19 - Resumo esquemático - Fase ANALISAR	47
Figura 20 - Resumo esquemático - Fase MELHORAR	51
Figura 21 - Resumo esquemático - Fase CONTROLAR	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Folha de verificação	24
Tabela 2 - Matriz GUT	27
Tabela 3 - Matriz GUT - Trabalho Padrão	46
Tabela 4 - Matriz REI - Trabalho Padrão	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais características da manufatura tradicional e da <i>Lean Manufacturing</i>	7
Quadro 2 - O modelo <i>DMAIC</i>	12
Quadro 3 - Voz do Cliente.....	14
Quadro 4 - Fase Medir.....	15
Quadro 5 - Quantificação do Problema	27
Quadro 6 – Processo, Subprocesso e atividades.....	34
Quadro 7 - Relação Voz do cliente e Voz do processo	35
Quadro 8 - <i>SIPOC</i> do processo de melhorias	36
Quadro 9 - <i>CTQ's</i>	38
Quadro 10 - Relação <i>CTQ</i> e Indicadores.....	38
Quadro 11 - Métricas dos indicadores.....	39
Quadro 12 - Folha de verificação - Formulários com erros	41
Quadro 13 - Plano de coleta de dados	42
Quadro 14 - Ordem de Priorização de variáveis.....	47
Quadro 15 - <i>Brainstorm</i> - Trabalho Padrão.....	48
Quadro 16 - Plano de ação - Trabalho Padrão.....	50
Quadro 17 - Plano de monitoramento.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CTQ - Crítico para a qualidade (“*Critical To Quality*”)

DMAIC - Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar (“*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*”)

DMP - Departamento de Métodos e Processos

LM - Manufatura Enxuta (“*Lean Manufacturing*”)

MIT - Instituto de Tecnologia de Massachusetts (“*Massachusetts Institute of Technology*”)

SIPOC - Fornecedores, Entrada, Processo, Saída, Cliente (“*Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers*”)

VOC - Voz do Cliente (“*Voice of the Customer*”)

VOP - Voz do Processo (“*Voice of the Process*”)

EHS - Meio ambiente, Saúde e Segurança (*Environmental, Health and Safety*)

H/H - Hora Homem

ERP - Sistemas Integrados de Gestão Empresaria (“*Enterprise Resource Planning*”)

5W2H - O que (etapas), Por que (justificativa), Onde (local), Quando (tempo), Por quem (responsabilidade), Como (método), Quanto (custo) - (*What, Why, Where, When, Who, How, How much*).

GUT - Gravidade, Urgência, Tendência

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
1.1 Objetivo	5
1.2 Justificativa e relevância do tema	5
2 REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1 Produção Enxuta	6
2.1.1 Princípios da Produção Enxuta.....	9
2.2 O modelo <i>DMAIC</i>	10
2.2.1 Etapa Definir (<i>Define</i>).....	12
2.2.2 Etapa Medir (<i>Measure</i>)	14
2.2.3 Etapa Analisar (<i>Analyze</i>).....	16
2.2.4 Etapa Melhorar (<i>Improve</i>)	17
2.2.5 Etapa Controlar (<i>Control</i>)	18
2.3 Mapeamento de processo	19
2.3.1 <i>SIPOC - Suppliers-Inputs-Process-Outputs-Customers</i>	19
2.3.2 Fluxograma	21
2.4 Folha de verificação.....	24
2.5 Diagrama de Ishikawa	24
2.6 Formulário A3	25
2.7 5 Porquês	26
2.8 Matriz GUT.....	27
3 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 Material	28
3.2 Métodos	28
3.3 Estudo de caso.....	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 Início do ciclo <i>DMAIC</i> , fase Definir	34
4.2 Fase Medir.....	40
4.3 Fase Analisar.....	43
4.4 Fase Melhorar	47
4.5 Fase Controlar	51
4.5 Finalização do estudo de caso.....	52
5 CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS	56
APÊNDICE DE MÉTRICAS DE INDICADORES	59
Apêndice A - Métricas do Indicador Experiência do Técnico de Processo.....	59
Apêndice B - Métricas do Indicador Trabalho Padrão	61
Apêndice C - Métricas do Indicador Disponibilidade de Dados	63
Apêndice D - Métricas do Indicador Resultados	65
Apêndice E - Métricas do Indicador Disponibilidade de Hora/Homem	67
Apêndice F - Métricas do Indicador Política em <i>EHS</i>	69

1 INTRODUÇÃO

O crescimento constante da competição de mercado, pressões econômicas e da concorrência, e principalmente, devido aos clientes cada vez mais exigentes em relação a custo, qualidade e prazo, acaba por influenciar as empresas a reestruturar-se para manterem-se competitivas. Atualmente não só é importante saber administrar bem o patrimônio da empresa, mas também seus custos. A partir deste cenário mundial, pode se chegar à conclusão que a necessidade de constante mudança, atualização e a redução de custos e consequente aumento da capacidade produtiva dentro da organização atual é muito importante para sua manutenção no mercado.

A *Lean Manufacturing*, ou também conhecida como Manufatura Enxuta, vem a atender de forma muito efetiva estas necessidades do mercado, pois tem como estratégia de negócios aumentar a satisfação dos clientes através da melhor utilização dos recursos. Com o foco na real necessidade dos clientes (internos ou externos), a análise e melhoria do fluxo de valor dos processos ou operações, desde as matérias-primas até os produtos acabados, é possível atender a estas exigências.

Dentre as inúmeras ferramentas existentes que fazem parte do *Lean Manufacturing*, os processos de melhorias contínuas são importantes na identificação de oportunidades para eliminar desperdícios e melhorar a produtividade e a qualidade dos processos, através de aperfeiçoamentos incrementais a cada vez que são realizados.

O ciclo *DMAIC* fazendo parte deste conceito de melhoria contínua procura aumentar a satisfação dos clientes através da melhor utilização dos recursos. Procurando sempre atender de forma consistente as necessidades dos clientes, com os custos mais baixos, através da

identificação dos melhores fluxos, fontes de variações nos processos e consequente redução ou até eliminação dessas variabilidades

DMAIC, que é um acrônimo em inglês, onde cada letra representa uma fase dentro do processo de análise de um problema ou melhoria: *Define* (definir), *Measure* (medir), *Analyse* (analisar), *Improve* (melhorar) e *Control* (controlar), estas etapas ajudam a desenvolver projetos na redução de custo, melhoria em processos produtivos e administrativos, gerenciamento de processos, possibilitando o consequente aumento da produtividade.

1.1 Objetivo

Propor aperfeiçoamento no processo de implementação de melhorias do departamento de métodos e processos de uma indústria de fabricação de peças em resina de poliéster, reforçadas com fibra de vidro, estruturada pela ferramenta *DMAIC*.

1.2 Justificativa e relevância do tema

Atualmente a dinâmica do mercado mundial em relação a velocidade de fabricação, qualidade e custo vem evoluindo de forma cada vez mais rápida, fazendo com que as empresas que consigam acompanhar este ritmo, tenham um diferencial e se destaque das demais.

A metodologia *Lean Manufacture* que tem como conceito básico a identificação, diminuição ou até a eliminação do desperdício, adota a melhoria continua como instrumento para se identificar de forma clara e rápida estes pontos críticos.

A utilização da ferramenta *DMAIC* auxiliando a busca da melhoria continua de forma estruturada permite a melhoria dentro da empresa, procurando atender sempre as necessidades dos clientes. Se tratando de um ciclo, permite que a cada rodada seja refinado as melhorias, tornando cada vez mais eficaz e extremamente dinâmico.

A motivação principal da utilização da ferramenta *DMAIC* no departamento de métodos e processos, que possui como uma de suas operações a melhoria dentro do sistema produtivo, foi de poder otimizar a forma de atender as necessidades dos clientes, padronizar as tarefas e criar o fluxo de informações de forma clara e objetiva, possibilitando uma maior quantidade de melhorias e uma melhor qualidade de seus resultados.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção Enxuta

O Termo Produção enxuta ou *Lean Manufacturing* foi a forma de designar a metodologia encontrada no Japão, por Womack, Jones e Roos, em seu livro “A máquina que mudou o mundo”, que já era conhecida como Sistema Toyota de Produção (LANDMANN et al., 2009). Todas estas formas de denominações para a produção Enxuta sendo então sinônimos para a mesma metodologia.

Os Princípios da Produção enxuta ganharam maior destaque após serem divulgado os resultados da *MIT (Massachusetts Institute of Technology)* sobre um projeto de pesquisa que avaliou as práticas gerenciais e os programas de melhorias adotados por empresas líderes de mercado na cadeia de produção automotiva e constatou que a adoção destes princípios em muito contribuiu para reforçar lhes a competitividade (WOMACK; JONES; ROOS, 2001 citado por SILVA et al., 2011).

De acordo com Silva et al. (2011) o principal objetivo da produção Enxuta é buscar a redução do tempo entre o pedido e a entrega, através da eliminação do desperdício, promovendo a identificação do que agrega valor e do que não agrega valor ao produto, através da perspectiva do cliente. Os autores também listam as principais características e elementos da produção Enxuta que a difere dos paradigmas da produção tradicional, conforme se observa no Quadro 1.

Quadro 1 - Principais características da manufatura tradicional e da *Lean Manufacturing*

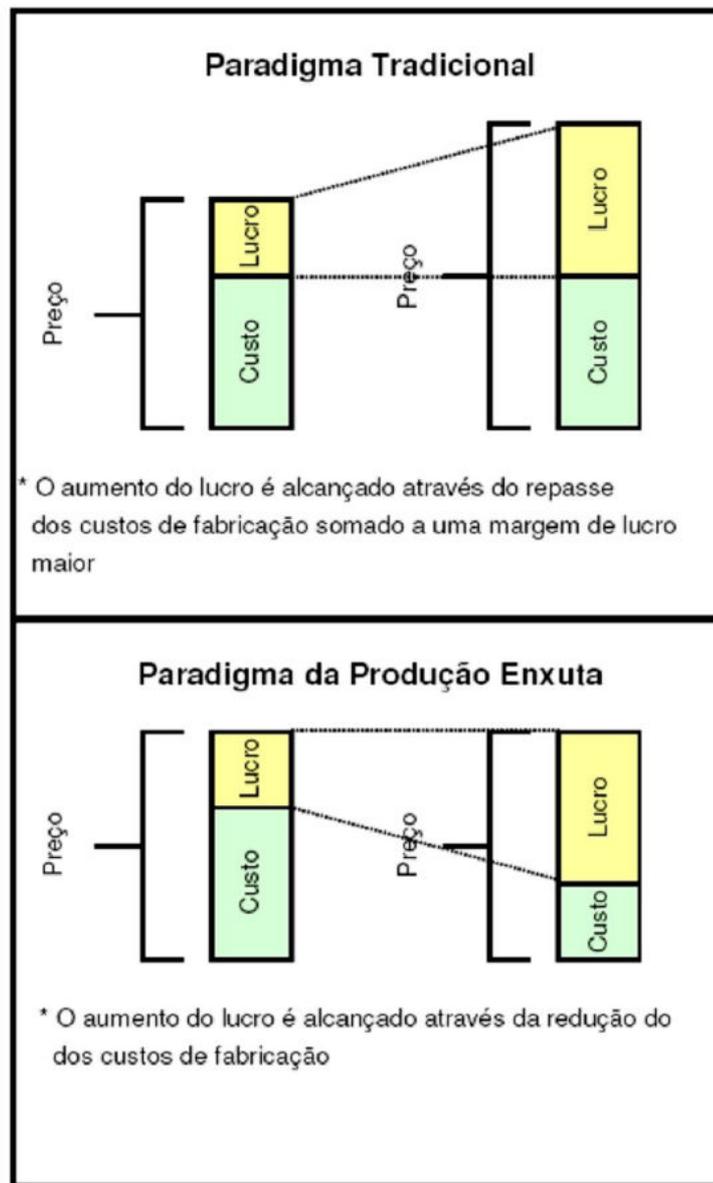
	Característica	Manufatura Tradicional	<i>Lean Manufacturing</i>
Planejamento e controle das operações	Objetivo gerencial	Busca da eficiência pela maximização do uso dos recursos e aumento da produção	Busca da eficácia e eficiência com foco na criação de valor redução de desperdício
	Gestão de estoques	Manutenção de estoques suficientes para proteger a produção	Redução de estoques para evidenciar os problemas da produção
	Acionamento da produção	Produção empurrada (<i>push</i>) por ordem de produção e previsões de demanda	Produção puxada (<i>pull</i>) pela demanda e entrega <i>Just-in-Time</i> (JIT)
Configuração físico do sistema produtivo	Arranjo Físico	Limitado a arranjo do tipo linear (por produto) ou funcional (por processo)	Agrupamento de produtos por famílias para implantação de células de manufatura
	Tipo de equipamento	Equipamento com baixa flexibilidade devido a tempos de <i>setup</i> longos	Equipamentos com alta flexibilidade que incorporam sistemas de troca rápida (TR)
	Fluxo de material	<i>Lead time</i> longo por falta de conexão entre as etapas do processo	Manufatura de fluxo contínuo (MFC) com <i>Lead time</i> curto
	Tamanho do lote	Lotes grandes dimensionados pelo modelo do lote econômico	Lotes pequenos e <i>one piece flow</i>
Processo de melhoria	Procedimentos de trabalho	Variação e ineficiência devido a falta de atualização de procedimentos e falta de aderência de padrões	Aderência aos procedimentos melhorados e formalizados como trabalho padrão
	Controle de qualidade	Inspeção no embarque controle sob a responsabilidade departamento de controle de qualidade	Inspeção na fonte, cultura de qualidade total (TQM), aplicação de <i>poka yoke</i> em sistema a prova de erro
	Gestão da manutenção	Predominantemente corretiva, responsabilidade dos técnicos de manutenção	Promoção da manutenção produtiva total (MPT)
	Visão do processo de melhoria	Foco na eficiência de recursos limita a abrangência dos resultados	Visão sistêmica das necessidades de melhorias pelo mapeamento de fluxo de valor (MFV)

Fonte: Adaptado de SILVA et al. (2011)

A produção Enxuta combina a eficiência de produção proveniente da produção em massa com a eficiência de custo, qualidade, flexibilidade e tempo, diminuindo *lead times*, tamanho de lotes, estoques intermediários e de produtos acabados, aumentando a variedade de produtos, identificando as fontes de desperdícios existentes no sistema produtivo e criando ferramentas para combatê-los (ARAUJO,2004; NAZARENO,2003 citado por PAVAN, 2008)

Através destas ferramenta e metodologias a produção Enxuta conseguiu uma consequente diminuição dos custos de fabricação, convertendo-se em maior lucratividade das empresas japonesas, ao contrário do paradigma das empresas ocidentais que buscavam o aumento da lucratividade pelo aumento dos preços, esquematizado na Figura 1 (STEFANELLI, 2007 citado por PAVAN, 2008).

Figura 1 – Aumento dos lucros na produção em Massa e na produção Enxuta



Fonte: PAVAN (2008)

Pavan (2008) ressalta algumas considerações pertinentes as implantações Enxutas:

- Para sucesso e sustentabilidade das implantações é necessário o completo envolvimento e apoio da alta administração;
- As medidas de desempenho devem ser claras, objetivas e voltadas ao incentivo dos funcionários com as estratégias da empresa e dos princípios enxutos;
- A estrutura da organização deve reduzir as áreas especialistas de apoio;
- A organização do trabalho deve favorecer e priorizar a flexibilidade do trabalhador, a comunicação fácil entre as áreas e o trabalho em equipe;

- Elaboração de mapas de fluxos de materiais e informações, tanto na manufatura quanto nos escritórios, eliminando de forma contínua e sistemática as atividades que não agregam valor;
- Na gestão de manufatura e escritório devem ser criadas células seguindo-se o fluxo natural dos materiais.

Nazareno (2003 citado por PAVAN, 2008) salienta a importância do comprometimento e utilização da metodologia enxuta de forma sistêmica e não somente de utilização de ferramentas de forma isolada para conceber, desenvolver, implementar, monitorar e sustentar a produção enxuta. O autor ainda reforça a ideia da necessidade do alinhamento da forma de gerir juntamente com o objetivo estratégico da empresa e transformação enxuta.

2.1.1 Princípios da Produção Enxuta

Diversos autores citam Womack e Jones (1998) sobre o pensamento enxuto, na forma de cinco princípios que conduzem a um sistema de melhoria contínua (COUTINHO, 2011; FUMAGALI JUNIOR, 2012; PAVAN, 2008; TORRES, 2011), definidos por:

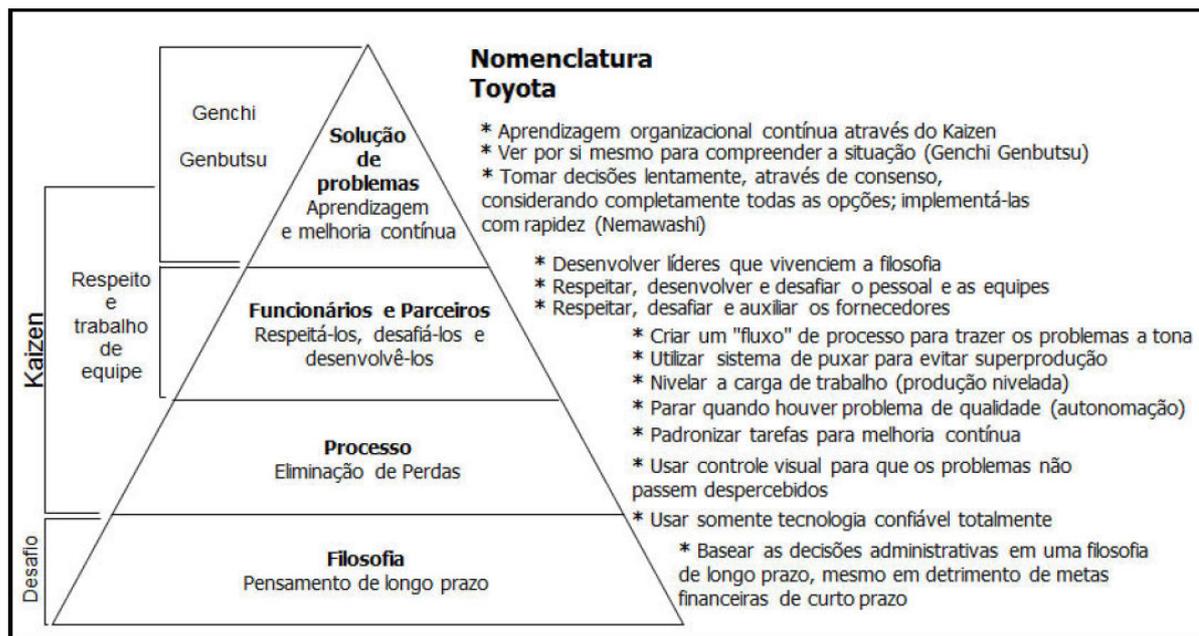
- Valor – Só pode ser definido pelo cliente final, que atenda às necessidades específicas, a um preço específico, em um momento específico;
- Fluxo de valor – Conjunto de todas ações necessárias para levar um produto específico a passar pelas três tarefas gerenciais críticas : a tarefa de solução de problemas que vai da concepção até o lançamento do produto, passando pelo projeto detalhado e pela engenharia, a tarefa de gerenciamento da informação, que vai do recebimento do pedido até a entrega, seguindo um detalhado cronograma, e a tarefa de transformação física, que vai do recebimento da matéria-prima ao produto acabado nas mãos do cliente;
- Fluxo – Identificado de forma precisa o valor e eliminando as atividades que não agregam valor, é o momento de se fazer fluir as atividades que agregam valor, sem interrupções, criando um fluxo contínuo, mesmo para lotes pequenos;
- Produção puxada – Significa que um processo inicial não deve produzir um bem ou serviço sem que o cliente de um processo posterior o solicite. Deixando que o cliente puxe o que precisa no momento certo, permitindo que o

produto seja puxado quando necessário, sendo o cliente tanto o cliente final como o cliente interno.

- Busca pela perfeição – A busca pela perfeição é fazer com que os quatro princípios anteriores interajam em um processo contínuo na eliminação de desperdício, podendo ocorrer por meio de melhorias contínuas;

Já Liker (2005 citado por FUMAGALI JUNIOR, 2012) afirma que o modelo de pensamento enxuto possui uma visão que beneficia a evolução contínua de todo processo produtivo, seja ele diretamente relacionado à produção ou a um processo que dá sustentação à sua melhoria e evolução. O autor defende a estruturação deste novo pensamento enxuto dividindo-o 14 princípios e 4 categorias, conforme Figura 2, conhecido como 4 p's: (*Philosophy* – Filosofia, *Process* – Processo, *Peoples & Partners* – Pessoas e Parceiros, *Problem Solving* – Solução de problemas).

Figura 2 - Divisão dos Princípios da Toyota em quatro categorias



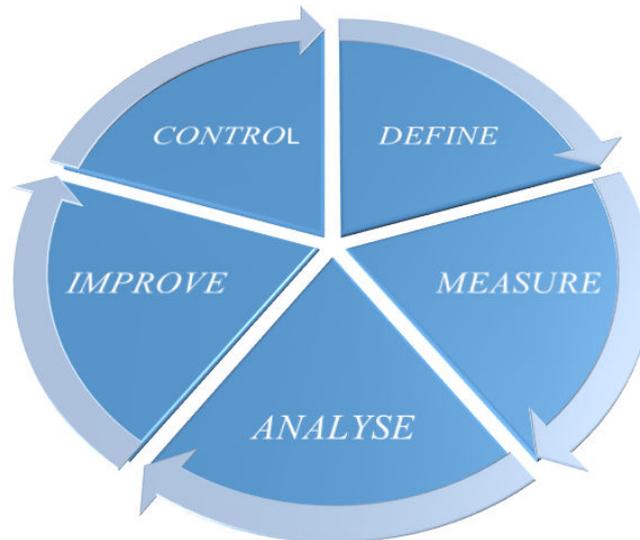
Fonte: FUMAGALI JUNIOR (2012)

2.2 O modelo DMAIC

Segundo Arduino (2013) a metodologia disciplinada do DMAIC permite a solução de problemas seguindo uma sequência lógica ordenada e eficaz no gerenciamento dos projetos, onde cada letra desta sigla nos informa o que tem que ser feito: (**D** - *Define*) definir, (**M** -

Measure) medir, (*A - Analyze*) analisar, (*I - Improve*) melhorar e (*C - Control*), conforme Figura 3.

Figura 3 - Ciclo DMAIC



Fonte: Adaptado de COUTINHO (2011)

A forma de abordagem estruturada e rigorosa do ciclo *DMAIC* ainda sim permite que esta ferramenta seja flexível para que as melhorias aconteçam e se mantenham (COUTINHO, 2011).

Balaben (2004) informa que o *DMAIC* se utiliza de diversas ferramentas de forma integrada as 5 fases do ciclo, focado nos problemas reais que interferem no desempenho atual e permite uma manutenção da melhoria a longo prazo.

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), o ciclo *DMAIC* inicia-se com a delimitação do problema para ajudar a definir o escopo da melhoria dentro do processo. O próximo estágio trata de validar o problema através de dados concretos, verificando que o problema tratado vale a pena ser solucionado. O estágio de análise é quando são criadas as hipóteses de causas raízes, analisadas e já se verificam as causas principais a serem abordadas. A fonte do problema sendo identificada, é iniciado o processo de melhoria, para se atenuar ou até eliminar o problema. São testadas as melhorias, coletados os resultados, e padronizados as alterações de melhores resultados. O aprimoramento deve ser monitorado e controlado para que se sustente. A partir deste momento deve se iniciar o ciclo novamente, sendo este ponto um dos mais importantes dentro da filosofia de melhoramentos contínuos.

De forma resumida no Quadro 2, Scatolin (2005) informa que a ferramenta *DMAIC* atua identificando, quantificando e minimizando as fontes de variações no processo, assim como sustentando e melhorando o desempenho desse processo após o seu aperfeiçoamento.

Quadro 2 - O modelo *DMAIC*

Passos	Melhoria de processo	Projeto/Reprojeto de Processo
1. Definição	<ul style="list-style-type: none"> - Identifique oportunidade - Defina recursos - Estabeleça métricas - Estabeleça metas 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifique problemas específicos ou amplos - Defina objetivos / Mude a visão - Esclareça o escopo e as exigências do cliente
2. Medição	<ul style="list-style-type: none"> - Valide oportunidade / Metas - Faça o mapa com as variáveis de entrada e saída por fase do processo - Redefina problemas - Meça passos-chave / objetivos 	<ul style="list-style-type: none"> - Meça desempenho em relação às exigências - Colete dados sobre eficiência do processo
3. Análise	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolva hipóteses causais - Identifique causa-raiz, poucas e vitais - Valide hipóteses 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifique melhores práticas - Avalie projeto do processo <ul style="list-style-type: none"> - com ou sem valor agregado - gargalo do processo ou desconexões - caminhos alternativos - Redefina exigências
4. Implementação da melhoria	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolva ideias para remover causa-raiz - Teste soluções - Padronize soluções / meça resultados 	<ul style="list-style-type: none"> - Projete novo processo <ul style="list-style-type: none"> - Desafie suposições - Aplique criatividade - princípios de fluxo de trabalho - Implemente novos processos
5. Controle	<ul style="list-style-type: none"> - Estabeleça medidas padrão para manter desempenho - Corrija problemas quando necessário 	<ul style="list-style-type: none"> - Estabeleça medidas e revisões para manter desempenho - Corrija problemas quando necessário

Fonte: Adaptado de SCATOLIN (2005)

Cleto (2011) ainda defende a utilização de um pré-estudo, anterior a etapa *Define*, quando se tem um primeiro contato com o problema, verificam-se as oportunidades, as áreas envolvidas e a equipe que irá participar do projeto.

2.2.1 Etapa Definir (*Define*)

Esta etapa onde será definido o problema, o processo a ser melhorado, os requisitos dos clientes, o foco do trabalho e os indicadores necessários para o projeto (TORRES, 2011).

Em uma definição mais específica segundo Werkema (2012, p.88):

Na etapa *Define* do *DMAIC*, é importante identificar os principais clientes/consumidores do projeto e incorporar informações geradas por

procedimentos utilizados para avaliar as necessidades desses clientes/consumidores. Essas informações são usadas com os seguintes objetivos:

- Garantir que o problema e a meta já definidos estejam realmente relacionados a questões prioritárias para a satisfação dos clientes/consumidores
- Enfatizar a importância de se manter sempre no foco na satisfação dos clientes/consumidores, mesmo que o projeto tenha como objetivo principal a melhoria de resultados que afetem mais diretamente outros beneficiários da empresa.
- Assegurar que não sejam implementadas medidas prejudiciais às relações da empresa com seus clientes/consumidores.

Chowdhury (2001 citado por SCATOLIN, 2005) nos informa que a fase *Define* é a fase inicial quando os dados preliminares são definidos, como: missão, escopo, tempo e marcos iniciais e finais.

Já Silva et al. (2011) nos diz que nesta fase é o momento de definição de forma clara do problema baseado em dados, especificações da meta de desempenho a ser alcançada, e além disso é quando é formado o time de trabalho para o projeto, onde todas estas etapas têm como foco o cliente.

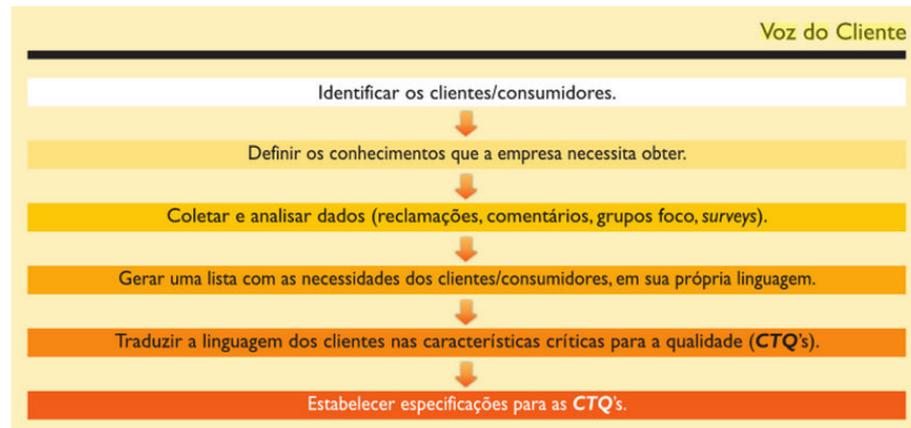
Segundo Balaben (2004) o primeiro objetivo da fase *Define* está em satisfazer as expectativas do cliente nos quesitos qualidade, preço e prazo. A variação dos processos está intimamente ligada a capacidade em se atender essas necessidades e impactam diretamente nos custos da empresa, defeitos, falhas e erros.

Uma definição muito utilizada nesta fase é a da palavra valor, onde Womack et al. (2004 citado por COUTINHO, 2011) nos fala que o valor só pode ser definido pelo cliente através de diálogos com os mesmos. Procurando-se assim definir precisamente valor em termos de produto, capacidade e preço.

Fumagali Junior (2012) também salienta a importância de conhecer o que o cliente considera como valor e quais são as expectativas em relação ao produto fornecido, essa definição permite identificar o fluxo e verificar o que agrega e o que não agrega valor ao produto.

A voz do cliente (*Voice of the customer - VOC*), como de mostrado no Quadro 3, segundo Werkema (2012), é a forma de se extrair do cliente/consumidor as suas necessidades e expectativa em relação ao produto da empresa, através de reclamações, comentários, resultados de grupos-foco e resultados a pesquisas. Esse conjunto de dados serve como base para se identificar as características críticas para a qualidade (*Critical to Quality, CTQs*) dos produtos da empresa e suas respectivas especificações.

Quadro 3 - Voz do Cliente



Fonte: WERKEMA (2012)

Esta fase, como o próprio nome nos diz, serve para definir e delimitar o escopo da melhoria, permitindo-se ter uma base onde são os pontos fundamentais, já preparando o estudo para a próxima etapa, a Medir.

2.2.2 Etapa Medir (*Measure*)

Sabendo-se os pontos críticos para a qualidade, através da etapa anterior, este é o momento onde é verificada a existência de dados históricos para se alimentar os indicadores, e se são válidos.

Para Silva et al. (2011) é nesta etapa que irá ser medido o objeto de estudo, avaliando-se a medida utilizada, também será realizado o mapeamento do processo identificando entradas e saídas. A coleta de dados é realizada para se encontrar as causas raízes, que pode ser direcionada por uma matriz de causa efeito.

Já de acordo com Balaben (2004) e Krähenbühl (2005) (citado por TORRES, 2011) o momento de se identificar as variáveis críticas dos processos e que influenciam os resultados. A coleta de dados e medições servem para se obter uma visão do estado atual do processo e a sua capacidade em atender as especificações dos clientes.

Coutinho (2011) frisa a importância desta etapa em função de toda a ferramenta ser baseada em dados estatísticos, salientando também a importância da confiabilidade dos dados para que seja possível se realizar uma análise consistente e confiável. Esta medição tem dois objetivos principais: coletar dados válidos para se quantificar o problema ou oportunidade e começar a dar os primeiros indícios das causas dos desperdícios. Estas duas últimas definições se aproximando mais das necessidades e aplicações deste estudo

Reforçando a necessidade de se verificar a situação atual do processo, Scatolin (2005) considera que nesta etapa deve ser mapeado o processo depois as variáveis de processos devem ser priorizadas através de uma Matriz de prioridades ou gráfico de Pareto. Neste estudo em questão o mapeamento foi realizado na fase Definir.

Balaben (2004) salienta a importância desta fase afirmando que algo que não se pode medir, não se pode gerenciar. Ele também sugere os seguintes passos, conforme Quadro 4, para a fase Medir:

- Selecionar o que vai se medir, identificar indicadores que esteja relacionado com o processo e que atendam a necessidade dos clientes;
- Desenvolver as definições operacionais dos indicadores e expressar de forma clara as fontes dos dados, quem quando e como irá realizar as tomadas de medidas;
- Preparar um plano de coleta de dados

Quadro 4 - Fase Medir

Objetivo	Atividades Principais	Ferramentas e técnicas potenciais	Resultado Chave
Identificar medições críticas necessárias para avaliar o sucesso no atendimento dos requisitos críticos do cliente e começar a desenvolver uma metodologia para uma coleta eficiente de dados, com a finalidade de medir o desempenho do processo. Entender os elementos do cálculo 6 sigma e estabelecer um sigma do desempenho atual para os processos que a equipe está analisando	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar indicadores de entrada, processo e saída • Desenvolver definição operacional e plano de medição • Plotar e analisar dados • Determinar se existe causa especial • Determinar o desempenho Sigma • Coletar outros dados de desempenho atual 		<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores de entrada, processo e saída • Definições operacionais • Formatos e planos de coleta de dados • Desempenho atual • Atmosfera produtiva da equipe

Fonte: Adaptado de BALABEN (2004)

Uma vez os dados históricos confiáveis já terem sido coletados, pode-se alimentar os indicadores permitindo dar sequência para a próxima etapa, a Analisar, onde os dados serão transformados em informações para análises.

2.2.3 Etapa Analisar (*Analyze*)

Para Coutinho (2011), após a definição do projeto e realizado a medição dos dados das variáveis, inicia-se a etapa analisar, onde é o momento de se analisar os dados coletados e assim permitindo o levantamento das oportunidades e ações de melhoria.

Esta é a etapa de ser criterioso e minucioso em relação as análises, para que se torne possível visualizar as principais fontes de variações dos indicadores.

Balaben (2004) reforça a ideia que nesta etapa o principal objetivo é de se conhecer as relações causais e as fontes de variabilidade e de desempenho insatisfatório de desempenho, visando a sua melhoria. Ele ainda sugere um passo a passo das atividades:

- Estratificar os dados e identificar problemas específicos;
- Definir o problema;
- Identificar os motivos originais, ou causas raízes;
- Criar análise dos motivos originais;
- Validar os motivos originais.

Já Werkema (2004 citado por ARDUINO, 2013) informa a necessidade de observar o processo analisado para se ter um melhor entendimento do fluxo e se realizar verificações de oportunidades de melhorias. Com o auxílio de ferramentas estatísticas realiza-se análises dos dados dos problemas prioritários e suas fontes geradoras com o intuito de se identificar os fatores que provocam variações nos resultados do problema

Scatolin (2005) recomenda o uso da ferramenta Análise do Modo e Efeito das Falhas (*Failure Mode and Effect Analysis, FMEA*), entretanto para Cleto (2011) um conjunto de ações e perguntas podem auxiliar para se encontrar as causas fundamentais dos problemas, são elas:

- a) Desenvolver uma síntese do Estado Atual do processo, baseado na interpretação das medidas realizadas e suas variações;
- b) Quais são os efeitos gerados a partir do desempenho atual do sistema?
- c) Quais as hipóteses de causa-raiz do problema estudado?
- d) Realizar um *brainstorming* para levantar uma lista de causas potenciais;
- e) Coletar e validar as evidências das hipóteses (através de testes, estudos, gráficos, análises, etc.);
- f) Existem informações a respeito de processos semelhantes ao processo atual e soluções potenciais (*Benchmarking*)?
- g) Verificar se ramificações ou variantes do projeto podem afetar (positivamente ou negativamente) outros processos;
- h) Elevar o nível de conhecimento através dos dados coletados e ajustar o foco de análise ou o problema, se necessário;
- i) Desenvolver melhorias identificadas através de *Kaizens* rápidos utilizando PDCA's, conforme Campos (1992);
- j) Definir cenários ou hipóteses a serem desenvolvidas na fase do *Improve*;
- k) Apresentar necessidade de recursos para aprovação;

- l) Revisar o CONTRATO, através de suas metas e objetivos. (CLETO, 2011, p. 216)

Diversos autores são unânimes em relação a importância da análise profunda dos dados coletados que se relacionam como problema em questão, procurando-se a fonte, ou também conhecida causa raiz das variações, porém a divergência entre eles está na forma de se chegar a estas fontes de variações. Estas divergências estão diretamente relacionadas aos tipos de processos, tipos de dados e a necessidade dos clientes (COUTINHO, 2011; BALABEN, 2004; ARDUINO, 2013; SCATOLIN, 2005)

2.2.4 Etapa Melhorar (*Improve*)

Para Balaben (2004) objetivo principal desta etapa é desenvolver mudanças para se remover as causas raízes, testar e implementar novas mudanças avaliar os ganhos mensuráveis e sustentáveis, usando da criatividade para se criar novas formas de se realizar as atividades de forma barata, rápida e usando métodos estatísticos para ser possível a validação da melhoria.

Torres (2011) reforça a ideias de criar soluções criativas para se melhorar o processo com base nas informações das etapas anteriores, avaliando as alternativas e selecionando uma solução. Informa também que é nesta fase que são realizados os planejamentos sobre os planos de ações.

Já Scatolin (2005) nos lembra a necessidade de se priorizar as ações a serem implementadas, com datas e responsáveis.

De acordo com Coutinho (2011) as informações das três etapas anteriores são reunidas e com o auxílio da ferramenta 5W 2H, auxiliando a se criar um plano de ação, e posteriormente é coletado nova amostra de dados das variáveis definidas no projeto, e por fim iniciar a etapa de controle. Ele ainda afirma que nesta fase basicamente são criados dois eventos necessários, a elaboração do planejamento das melhorias e a implementação das mesmas.

Fumagali Junior (2012) e Silva et al. (2011) resumem a etapa Melhorar como sendo a busca por soluções para os problemas, ou reduzir a variação identificadas nas etapas anteriores, implementar as melhorias no processo e onde os resultados dessas mudanças são verificados nas medições.

Criando as possíveis soluções e procurando eliminar as atividades que não agregam valor, priorizando as essas soluções, se faz necessário ainda testar em pequena escala, um

teste piloto para se verificar o impacto dentro do processo, basta apenas criar um plano para implementação das melhorias.

Cleto (2011) sugere uma sequência a ser seguido, separando em duas subfases:

Subfase DECISION (DECISÃO):

- a) Verificar a eficiência da implementação dos *kaizens* rápidos;
- b) Quais as ideias para soluções potenciais?
- c) Avaliar, selecionar e otimizar as melhores soluções;
- d) Avaliar e reduzir os riscos relativos à solução escolhida;
- e) Qual o impacto local e global da solução escolhida?
- f) Submeter as soluções potenciais à aprovação;

Subfase IMPLEMENTATION (IMPLEMENTAÇÃO):

- g) Projetar um piloto, ou seja, um teste prático da solução proposta;
 - h) Ajustar o mapa futuro de acordo com o piloto;
 - i) Elaborar um plano detalhado para implementar a solução de uma maneira ampla (inclusive assegurando recursos);
 - j) Aprovar a proposta de implementação de maneira ampla;
 - k) Confirmar a eficiência da solução de uma maneira ampla;
 - l) Preparar treinamento operacional;
 - m) Modificar parâmetros de qualidade de acordo com as mudanças;
 - n) Identificar e modificar as novas normas, padrões e instruções de trabalho.
- (CLETO, 2011, p. 217)

2.2.5 Etapa Controlar (*Control*)

Para Torres (2011) esta é a fase quando se coloca o plano de implementação em prática, disciplinando, padronizando o novo processo e documentando as mudanças. Salienta também a necessidade de se estabelecer planos de controle baseados em medidas e sistemas de gerenciamento de processos.

Scatolin (2005) reafirma a necessidade de se criar um austero plano de controle para que o processo seja previsível e consistente, para que os ganhos conquistados com as melhorias sejam mantidos. Ele ainda nos exemplifica o plano de controle como sendo um documento formal que estabelece e monitora a capacidade final do processo a longo prazo.

Coutinho (2011) frisa também a importância de ser rigoroso nesta etapa, para que os desperdícios não tenham reincidência.

A avaliação se o objetivo foi alcançado a longo prazo, é realizado nesta fase, onde seus resultados obtidos em larga escala devem ser monitorados para a confirmação da solução do problema de forma permanente (CLETO, 2011).

Em resumo na etapa Controlar é o momento de se estabelecer controles para que não se tenha reincidência dos problemas, verifica-se a nova capacidade e manutenção do processo de melhoria contínua (SILVA et al., 2011).

2.3 Mapeamento de processo

Para se realizar uma mudança organizacional significativa é necessário se conhecer profundamente as atividades que constituem os processos essenciais e os de apoio de uma organização, e este conhecimento é possível através do mapeamento (VILLELA, 2000).

Para Pinho et al. (2007) o mapeamento ajuda a identificar fontes de desperdícios, fornecendo uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura, tornando as decisões mais visíveis para e possibilitando as discussões.

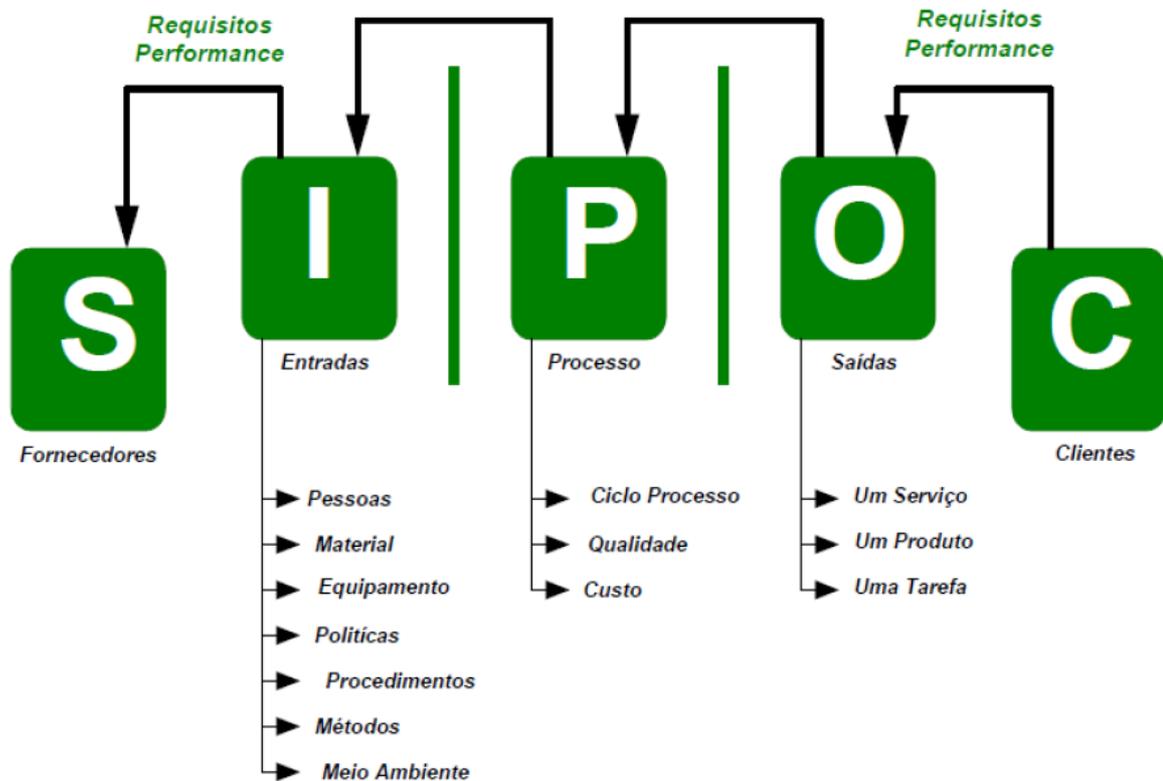
Hunt (1996 citado por VILLELA, 2000) salienta que o mapeamento de processo é uma ferramenta gerencial e de comunicação que procura ajudar a melhorar os processos existentes ou implantar uma estrutura voltada a processos. Ele ainda afirma que sua análise estruturada permite a redução de custos no desenvolvimento de produtos e serviços, redução de falhas de integração de sistemas e melhora o desempenho da organização, e além de ser uma ótima ferramenta para entendimento dos processos atuais, eliminar ou aperfeiçoar os que necessitam de mudança.

Andrade et al. (2012) concorda que o mapeamento de processos exprime de forma satisfatória uma imagem instantânea do funcionamento sistêmico dos processos da empresa, permitindo uma análise modular. Para isso o mapeamento de processos utiliza-se de ferramentas de representação diagramada, por exemplo os Fluxogramas, *SIPOC*, entre outros, podendo ser considerados como um tipo de modelagem através do mapeamento.

2.3.1 *SIPOC - Suppliers-Inputs-Process-Outputs-Customers*

O termo *SIPOC*, igualmente ao *DMAIC* é um acrônimo em inglês das palavras *Suppliers* (Fornecedores), *Input* (Insumos), *Process* (Processo), *Output* (Produto) e *Customers* (Clientes), conforme Figura 4, onde de uma maneira resumida Coutinho (2011) fala que esta ferramenta mostra a relação entre os fornecedores, as entradas, as saídas e os clientes de um processo, indicando também os pré requisitos dos fornecedores e os requisitos dos clientes.

Figura 4 - SIPOC



Fonte: COUTINHO (2011)

Yamanaka (2013) informa que a finalidade do *SIPOC* é detectar os responsáveis por cada subprocesso e qual a contribuição para que o processo seja realizado, e também suas interfaces, que podem existir entre diferentes áreas.

Já Andrade et al. (2012) diz que o objetivo desta ferramenta é de se melhorar a visualização dos processos por todos da empresa envolvido diretamente e Werkema (2012) complementa dizendo que está melhor visualização ajuda a delimitar o escopo do trabalho.

De acordo com Keller (2005 citado por YAMANAKA, 2013) um passo a passo pode auxiliar a construção do diagrama:

- a) Primeiramente são definidos os processos (*process*). Com essa informação são identificados os clientes (*customers*) que recebem as saídas (*outputs*) de cada processo. A partir dessas três definições é possível identificar as entradas (*inputs*) necessárias para a realização de cada processo e o fornecedor (*supplier*) de cada entrada. É importante salientar que as entradas e saídas de cada processo podem ser produtos ou informações e que um processo pode possuir mais de uma entrada e ou saída. (KELLER, 2005 citado por YAMANAKA, 2013).

Essa visualização mais clara dos fluxos permite realizar melhorias e extrair informações tais como:

- As fronteiras, o início e o fim do campo de atuação;

- Esta lista de entradas, saídas, processos, clientes, fornecedores, auxiliam a formar os grupos de trabalho;
- As especificações de entrada e saída atuais ajudam a identificar falhar ou falta de especificações.

Trevisan e Leite (2012) recomendam a utilização da ferramenta em processos prioritários, e quando este estiver devidamente racionalizado, deve-se priorizar outro processo, assim sucessivamente.

Estas recomendações finais sobre o *SIPOC* são extremamente importantes, pois permite o encadeamento de processos bem definidos, facilitando futuras melhorias e certificações.

2.3.2 Fluxograma

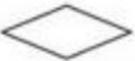
Segundo Campos (1992 citado por PINHO et al., 2007) um fluxograma de processo é fundamental para padronização e entendimento do processo, facilitando a visualização ou identificação de produtos produzidos, clientes e fornecedores internos e externos do processo, das funções, das responsabilidades e dos pontos críticos.

Yamanaka (2013) reforça esta ideia falando que esta ferramenta possibilita a identificação de pessoas ou áreas responsáveis por cada atividade, o macro processo onde cada atividade se encaixa e suas interdependências.

De forma resumida Slack, Chambers e Johnston (2009) informam que o fluxograma se trata de uma ferramenta que permite o registro de ações de algum tipo e pontos de tomadas de decisões que ocorrem no fluxo real.

De acordo com Pinho et al. (2007) o fluxograma mostra o fluxo de informações, pessoas, equipamentos, ou materiais, através das partes do processo. O autor ainda detalha o seu funcionamento como sendo caixas contendo uma breve descrição do processo e com linhas e setas mostrando a sequência de atividades, sendo utilizado usualmente um retângulo e outras formas geométricas, variando pelo tipo de atividade que representa, conforme Figura 5.

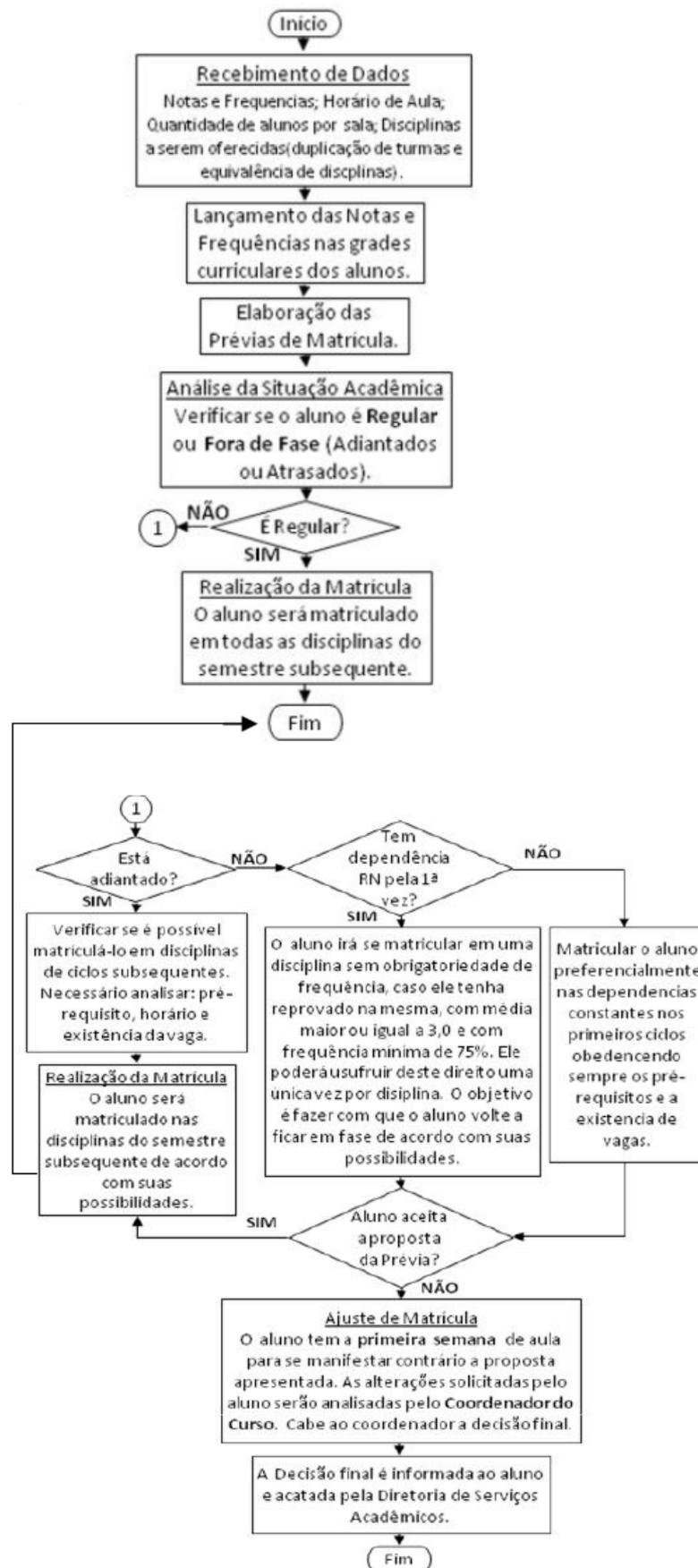
Figura 5 - Símbolos de um fluxograma

	Indica o início ou fim do processo
	Indica cada atividade que precisa ser executada
	Indica um ponto de tomada de decisão
	Indica a direção do fluxo

Fonte: YAMANAKA (2013)

Segundo Pinho et al. (2007) o fluxograma pode ser utilizado em vários níveis da organização, desde o nível estratégico, onde mostra os processos centrais, seus relacionamentos, sem muito detalhamento dando uma visão geral do processo, ou de acordo com Trevisan e Leite (2012) pode também ser utilizado no nível operacional, com detalhes operacionais, com o intuito de auxiliar no treinamento de novos colaboradores e no estabelecimento de um padrão para ser seguido por todos, conforme Figura 6.

Figura 6 - Exemplo de Fluxograma



Fonte: TREVISAN; LEITE (2012)

2.4 Folha de verificação

A folha de verificação é uma planilha onde um conjunto de dados são coletados sistematicamente registrados de forma uniforme e ordenada, permitindo uma visualização rápida dos resultados, conforme Tabela 1. Com isso é possível se acompanhar o comportamento de uma variável a ser controlada (MIGUEL, 2006)

Tabela 1 - Folha de verificação

Folha de verificação		
Assunto :Falhas de Embalagem Final		
Período da coleta de dados : 10 a 20/07/13 - 1º e 2º turnos		
Responsável: Ronaldo Luiz de Lima		
Defeito	Contagem	Soma
1- Embalagem estragada	//////////	10
2- Peso Inferior	///	3
3- Peso Inferior	////////////////////	15
4- Conteúdo danificado	////////	8
5- Rótulo errado	//	2
Soma		38

Fonte: Adaptado de VIEIRA FILHO (2007).

De acordo com Vieira Filho (2007) O levantamento dos dados permite visualizar problemas ou causa de problemas e a sua frequência. A seguir as etapas para elaborar uma folha de verificação:

- Estabelecer de forma bem definida o que será verificado;
- O período de coleta de dados;
- Criar um formulário claro e simples;
- Os dados devem ser confiáveis e consistentes;
- O responsável pela coleta de dados deve conhecer o assunto.

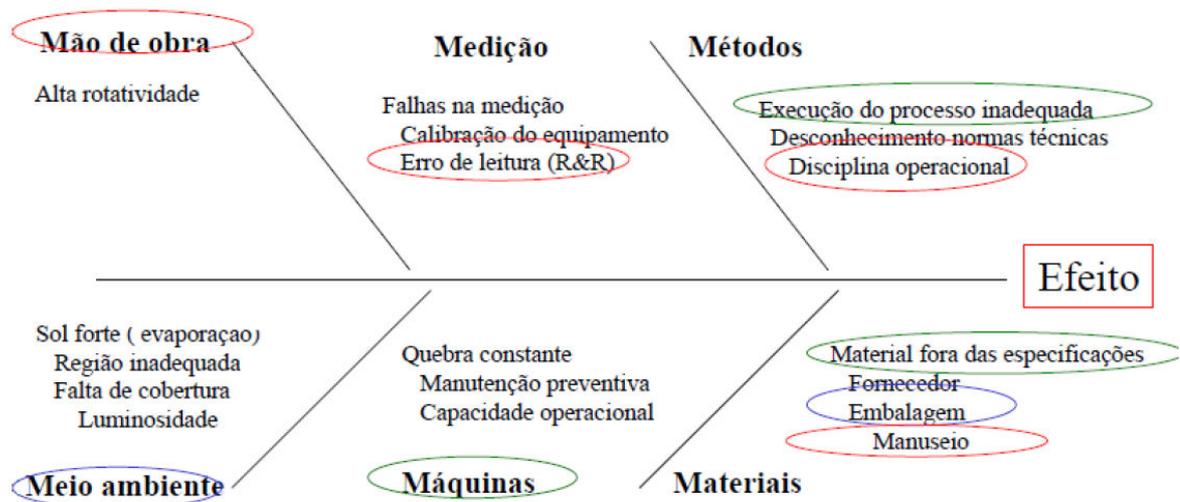
2.5 Diagrama de Ishikawa

Segundo Rotandaro (2008 citado por Arduino, 2013) O diagrama de Ishikawa conhecido também como Diagrama causa efeito ou Diagrama espinha de peixe auxilia apresenta a relação entre o efeito e a causa de um determinado resultado, ele ainda informa

que cada efeito pode ter inúmeras causas que podem ser agrupadas em seis categorias conhecidas como “6 M”.

Coutinho (2011) complementa dizendo que essas categorias são: mão de obra, medição, métodos, meio ambiente, máquinas e materiais. O autor ainda define que a ferramenta é utilizada para encontrar as fontes causadoras de variação do processo, definindo possíveis causadores de um determinado efeito, de acordo como exemplo da Figura 7.

Figura 7 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: COUTINHO (2011)

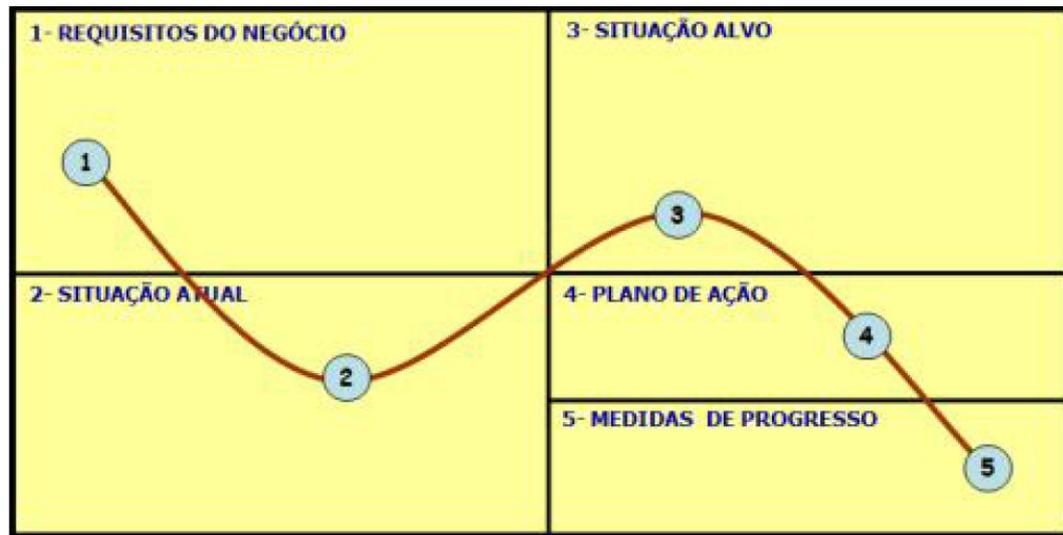
2.6 Formulário A3

De acordo com Fumagali Junior (2012) e Pavan (2008), o Formulário A3, conforme Figura 8, é método simples que auxilia no processo de registro de melhorias, mostrando as atividades e suas sequências para a implementações de melhorias.

Os autores ainda sugerem os campos necessários de um formulário como sendo:

1. A descrição da atividade ou requisito do negócio;
2. A descrição do estado atual, situação atual;
3. A descrição do estado futuro, situação alvo;
4. A descrição dos passos para migrar do estado atual para o estado futuro, também conhecido como plano de ação;
5. Medidas de Progresso ou Monitoramento se o estado futuro foi atingido e se necessário realizar extensões das melhorias.

Figura 8 - Formulário A3



Fonte: PAVAN (2008)

2.7 5 Porquês

Arduino (2013) fala que esta técnica é utilizada para se chegar a causa de problemas e defeitos com o questionamento consecutivo 5 vezes, conforme exemplo Figura 9, sobre o motivo do acontecimento, não sendo necessário se chegar a este número em todas as vezes.

Figura 9 - 5 Poquês

MÃO DE OBRA



Fonte: citado por COUTINHO (2011, p. 49)

Coutinho (2011) salienta a simplicidade da ferramenta e sua efetividade, também sugere o início do questionamento com a pergunta: por que o problema ocorreu?

2.8 Matriz GUT

A matriz GUT é utilizada para se priorizar problemas, permitindo quantificar as causas com sua gravidade, urgência e tendência. Os parâmetros são pontuados de 1 a 5, conforme Quadro 5, e após essa pontuação é multiplicado $G \times U \times T$ para se obter o resultado (GOMES 2006 citado por VASCONCELOS; SOUTO; GOMES, 2009)

Quadro 5 - Quantificação do Problema

VALOR	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente graves	Ação imediata	Piorar rapidamente
4	Muito graves	Alguma urgência	Piorar em pouco tempo
3	Graves	O mais cedo possível	Piorar em médio prazo
2	Pouco Graves	Pode esperar um pouco	Piorar em longo prazo
1	Sem gravidade	Não tem pressa	Não vai piorar

Fonte: VASCONCELOS; SOUTO; GOMES (2009)

Meireles (2001 citado por SYRIO; ALVES, 2009) descreve que a gravidade é a profundidade que os danos podem causar se não atuar sobre o problema; urgência como sendo o prazo até que o problema comece a causar danos; tendência é o desenvolvimento caso não exista uma ação sobre ela, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Matriz GUT

Atrasos e Faltas		G	U	T	Total	Prioridade
Fornecedor A	Produto 1	1	1	1	1	12
	Produto 2	1	1	1	1	13
	Produto 3	1	1	1	1	14
	Produto 4	1	1	1	1	15
	Produto 5	1	1	1	1	16
	Produto 6	1	1	1	1	17
	Produto 7	5	5	5	125	1
	Produto 8	1	5	4	20	10
	Produto 9	3	3	3	27	8
	Produto 10	3	3	3	27	9
	Produto 11	1	1	1	1	11
Fornecedor B	Produto 12	5	5	4	100	2
Fornecedor C	Produto 13	5	5	3	75	5
Fornecedor D	Produto 14	5	5	3	75	3
Fornecedor F	Produto 15	4	5	3	60	6
Fornecedor G	Produto 16	4	4	5	80	4
Fornecedor H	Produto 17	3	4	3	36	7
Fornecedor I	Produto 18	3	3	3	27	10

Fonte: SYRIO; ALVES (2009)

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Foram utilizados neste estudo os seguintes materiais:

- Impressora multifuncional Epson TX 125;
- 01 Notebook Dell (Intel® Core i3-CPU 1.9GHz, HD 1TB, 4 GB de memória RAM);
- Sistema Operacional: Windows 8.1;
- MS Office 8;
- Software Microsoft VISIO 2010;
- 01 Pen Drive 8 GB;
- 26 folhas de verificações;
- 7 tipos de formulários padrão;
- 5 fluxogramas;

3.2 Métodos

O estudo foi realizado com o emprego do ciclo *DMAIC* no departamento de métodos e processos fundamentado sob a filosofia da produção Enxuta. O trabalho realizado foi segmentado em fases, de acordo com a estrutura do ciclo *DMAIC*.

Primeiramente antes do início do ciclo, foi necessário escolher o processo a se aplicar a ferramenta. Esta seleção foi realizada através de entrevistas com o supervisor do departamento e foi decidido a aplicação do ciclo *DMAIC* no processo de implementação de melhorias.

Iniciando o ciclo com a fase Definir, foi identificado os clientes internos diretos do processo de implementação de melhorias e suas necessidades foram extraídas através de entrevistas com os supervisores e monitores das áreas. A partir desse ponto as necessidades coletadas dos clientes foram transformadas em parâmetros técnicos, proporcionando um melhor entendimento ao departamento de processos, e facilitando cumprimento desses parâmetros, essa definição foi realizada através da ferramenta *VOC* e *VOP*. A partir disso foi possível determinar os parâmetros críticos (*CTQ*) a serem controlados para garantir os requisitos técnicos. Paralelamente a isto foi mapeado o processo utilizando-se as ferramentas fluxograma e *SIPOC* com a intenção de se realizar uma imagem do estado atual.

Definido os *CTQ*'s, o próximo passo foi criar indicadores para sinalizar pontos críticos para a qualidade do serviço.

Já na fase Medir, ficou evidenciado a falta confiança nos dados necessários para se alimentar os indicadores, e para acumular estes dados seria necessário um período mínimo de seis meses a partir do momento da identificação da inexistência destes dados, em função disso foi decidido realizar uma simulação dos dados necessários.

Desta forma foram criadas folhas de verificações e gráficos sequenciais para auxiliar o monitoramento e visualização de variações que interferem nos indicadores.

Esta simulação de dados permitiu o preenchimento das folhas de verificações possibilitando se extrair 20 causas especiais que interferem nos indicadores, provocando grandes oscilações no processo. Estas causas especiais são eventos pontuais, que não são inerentes ao processo, como por exemplo quebras de ferramentas, falta de formulários, e outros.

Antes de se realizar as verificações da fase Analisar foi necessário aplicar 20 melhorias rápidas (*Kaizen A3*) para se eliminar as causas especiais que provocam variação nos indicadores, pois a capacidade do processo atual somente poderia ser medida com esta estabilização de processo.

Com processo estabilizado, foram analisados 5 diagramas de Ishikawa, 1 fluxograma, 1 diagrama SIPOC, as 18 folhas de verificações e 18 gráficos sequenciais, onde através de uma visão questionadora e criteriosa foi possível se constatar 30 variáveis críticas (variáveis que impactam diretamente nos indicadores, como por exemplo a experiência do técnico de processo de fibra de vidro).

Para se obter resultados mais focados e com maior agilidade, foi aplicado a matriz GUT para priorizar as variáveis críticas e se elencar as prioridades.

Na fase Melhorar foram utilizadas as ferramentas 5 porquês e *Brainstorm* para se chegar as causas dos problemas em cada *CTQ* e foram geradas ideias de soluções potenciais para eliminação das causas das variáveis críticas.

Com o intuito de se priorizar as soluções, dentro de um critério de custo benefício, foi utilizada a matriz REI, que tornou possível relacionar a o resultado, investimento e facilidade de execução para a implementação das soluções potenciais. Com a sequência de execução de soluções, a ferramenta 5W2H permitiu a elaboração de planos de ações específicos por *CTQ* para implementação das soluções.

Como finalização do estudo, foi criado um plano de monitoramento dos indicadores na fase Controlar, para se monitorar os pontos críticos para o processo.

3.3 Estudo de caso

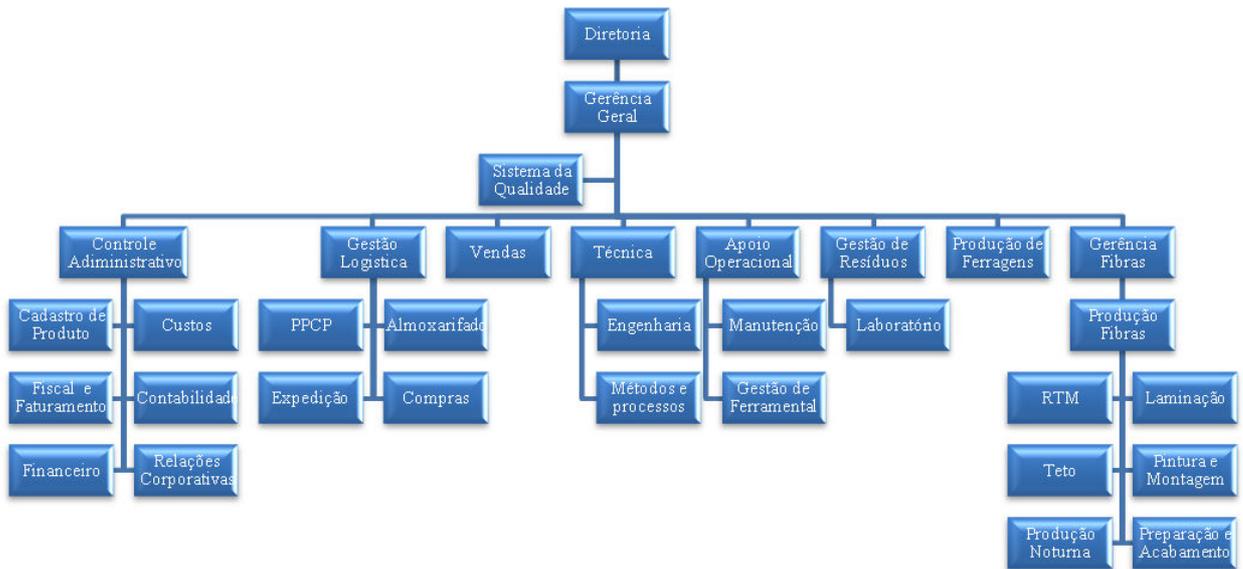
A empresa estudada faz parte de um grupo de empresas, fabricante de ônibus, líder na produção de carrocerias urbanas, atuando em todo o território nacional e em países como a África do Sul, Angola, Chile, Costa Rica, Equador, Jordânia, Líbano, Nigéria, Peru, República Dominicana, Taiti, Trinidad Tobago, entre outros.

Está localizada na cidade de Botucatu, aproximadamente a 230 km da capital São Paulo. Sua área construída é de 10.000 m², com total de 15.000 m². Com cerca de 464 colaboradores, a empresa produz mais de 150 toneladas/mês em peças.

A empresa atua na transformação de peças especiais em resina de poliéster, reforçadas com fibra de vidro. Realiza o desenvolvimento de produtos que atendem diferentes setores do mercado: automobilístico, ferroviário (metrô), máquinas de movimentação de terra, encarroçamento de ônibus e projetos especiais, peças de diversos tipos, como frente, traseira, teto, painéis e cofre para motor de ônibus.

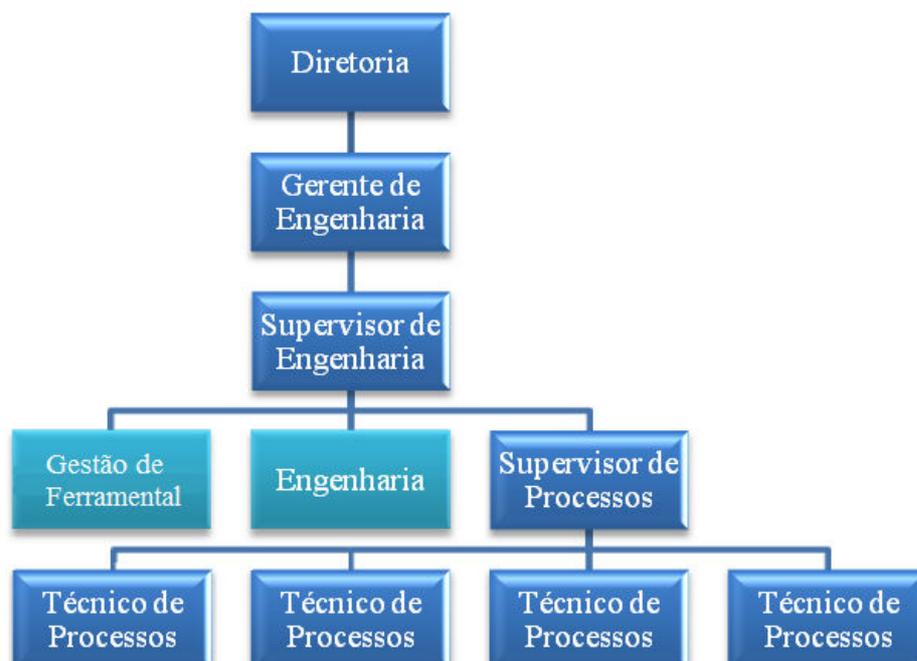
A forma de estruturação e organização da empresa é através de departamentos, conforme Figura 10, onde possui um inter-relacionamento não somente entre si mas também entre as empresas do grupo.

Figura 10 - Organograma da Empresa



O Departamento foco do estudo é o Métodos e Processos, que possui uma hierarquia conforme Figura 11, desenvolve serviços técnicos e estudos relativos aos procedimentos de produção, propondo alterações nos processos de trabalho, melhorias em projetos, analisando levantamentos de tempos e outras características envolvidas, confirmando testes, estudando células de manufatura e estações de trabalho, executando outras tarefas técnicas afins, visando contribuir para o aperfeiçoamento contínuo dos processos fabris de trabalho, caracterizados pela melhoria e tornar mais ágil os serviços.

Figura 11 - Organograma da Área



As atividades desenvolvidas pelo departamento podem ser assim classificadas:

- Atuar de acordo com os parâmetros e conceitos de qualidade estabelecidos na empresa, cumprindo técnicas de “5 S”, seguindo procedimentos operacionais descritos, padronizando sistemas e trabalhos, executando outras técnicas afins de qualidade junto à unidade de trabalho;
- *Try-out* das primeiras peças (verificação das conformidades das primeiras peças), onde é verificado se o especificado em projeto é condizente com a peça final, sugerindo melhorias no molde e também é providenciado cronometragem das operações produtivas
- Realizar auditorias em tempos de processos em operações produtivas específicas e determinadas, com o propósito de se atualizar tempos em estruturas dos produtos.
- Validar o processo das primeiras peças de moldes reproduzidos, verificando se houve variação quanto a peça modelo, auxiliando assim um trabalho em conjunto com departamento de gestão de ferramental e departamento de qualidade para garantia do molde reproduzido.
- Prestar constante apoio para as células de manufatura, orientando sobre diversas questões técnicas.
- Melhorias:
 - Propor alterações no processo de fabricação de peças e nos trabalhos de montagem do produto, através de estudos adequados e de levantamentos diversos, a fim de obter racionalização da mão de obra, redução de custos, melhor aproveitamento das matérias primas, melhoria de qualidade e etc.;
 - Analisar e estudar as máquinas e matérias primas empregadas na fabricação de peças, propondo novas medidas referentes às propriedades mecânicas e metalúrgicas das mesmas, objetivando melhorias de qualidade, produtividade e redução de custos;
 - Acompanhar a execução de experiências e implantações de novos processos e matérias primas junto às estações de trabalho, analisando tempos, confirmando economias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo em questão foi realizado no departamento de métodos e processos de uma indústria de fabricação e comércio de fibra de vidro, com o propósito inicial de se otimizar atendimento das necessidades dos clientes internos de um dos processos do departamento, para posterior extensão para os demais processos existentes.

Foram realizadas reuniões com o supervisor do departamento de métodos e processos em um período de três dias, após o período de trabalho, por cerca de trinta minutos cada reunião com o intuito de se delimitar o estudo de caso. Foi apresentado o ciclo *DMAIC* e proposto a sua utilização nos processos do departamento:

- *Try-out* das primeiras peças;
- Auditorias;
- Validação de moldes;
- Atendimento de linha;
- Melhorias.

Através dessas reuniões foi decidido a aplicação do ciclo *DMAIC* no processo de melhorias, auxiliando de forma estruturada a aperfeiçoar a implementação de melhorias, procurando atuar principalmente nas deficiências encontradas como: a falta de escopo claro e bem definido, a inexistência ou aprimoramento de procedimentos padronizados e falta de controles de monitoramento, sendo as análises deste estudo realizadas sempre acompanhadas pelo orientador, especialista *Green Belt*.

4.1 Início do ciclo *DMAIC*, fase Definir

Após as delimitações iniciais, foi identificado como serviço fornecido pelo departamento de métodos e processos, a melhoria implementada e possuindo como clientes diretos os departamentos de manufatura e logística.

Para se conhecer as sequências dos processos, suas formas de relacionamentos, oportunidades de melhoria, mas com o objetivo principal, nesta etapa, de se extrair uma imagem do estado atual do processo, para um posterior comparativo com o estado futuro, foi realizado o mapeamento do processo.

Dentro do processo de implementação de melhorias, foram inicialmente divididos e identificados os processos de alto nível, subprocessos e atividades atuais, conforme Quadro 6, para se conhecer, documentar e visualizar o processo de uma forma geral e específica.

Quadro 6 – Processo, Subprocesso e atividades

PROCESSO				
Implementar melhorias				
SUBPROCESSO				
Solicitação da melhoria Análise do processo Coleta dos dados Compilação dos dados Apresentação dos resultados				
ATIVIDADES				
Solicitação da melhoria	Análise do processo	Coleta dos dados	Compilação dos dados	Apresentação dos resultados
Cadastro da solicitação	Verificar quais processos serão afetados pela melhoria	Coleta de tempo do processo atual	Fluxo do processo atual com tempo de M.O. e M.P. utilizada	Apresentação do comparativo de custo do processo atual e proposto
Análise de viabilidade	Verificar quais M.O. e M.P. serão afetados pela melhoria	Coleta de tempo do processo proposto	Fluxo do processo atual com custo de M.O. e M.P. utilizada	
		Coleta de quantidade de M.P. utilizada no processo atual	Fluxo do processo proposto com tempo de M.O. e M.P. utilizada	
		Coleta de quantidade de M.P. utilizada no processo proposto	Fluxo do processo proposto com custo de M.O. e M.P. utilizada	
		Informação do custo do M.P. utilizada	Comparativo de custo do processo atual e proposto	
		Informação do custo do M.O. utilizada		

Com o conhecimento dos clientes de forma clara, foi possível realizar entrevistas com os supervisores e monitores dos departamentos de manufatura e logística, coletando suas expectativas e necessidades perante o serviço de melhorias.

Utilizando a definição de necessidade como sendo um conjunto de características ou atributos do produto ou serviço que o cliente espera, tem a expectativa de receber, permitiu-se filtrar as vontades e desejos das necessidades reais, verificando-se também as necessidades declaradas e as não declaradas, assim possibilitando verificar o valor da implementação de melhorias para os clientes, sendo esta verificação denominada Voz do Cliente.

Estas necessidade e expectativas encontradas em relação ao serviço de melhoria, permitiu transforma-las em requisitos técnicos do serviço necessários no processo para atender a estas necessidades dos clientes, estes requisitos são conhecidos como Voz do Processo, conforme Quadro 7.

Quadro 7 - Relação Voz do cliente e Voz do processo

Requisitos do cliente	
Voz do cliente - VOC	
Redução de tempo de processo (entrevista com supervisor de produção 04/01)	
Maior quantidade de melhorias (entrevista com supervisor de logística 03/01)	
Voz do processo - VOP	
Redução de tempo de processo	Maior quantidade de melhoria
Qualidade da Melhorias	Melhorias ambientais
Qualidade da Instrução Técnica	Comunicação com Cliente
Prazo de Implementação	Prazo de Implementação

Prosseguindo com o mapeamento do processo, foi utilizado a ferramenta *SIPOC*, conforme Quadro 8, para identificar os fornecedores, clientes, entradas e saídas do processo e seus requisitos atuais, permitindo um retrato do processo atual. Neste momento do estudo houve dificuldade de se estabelecer estas definições pois as informações não estavam claras, e era inexistente alguma forma de documentação sobre o processo.

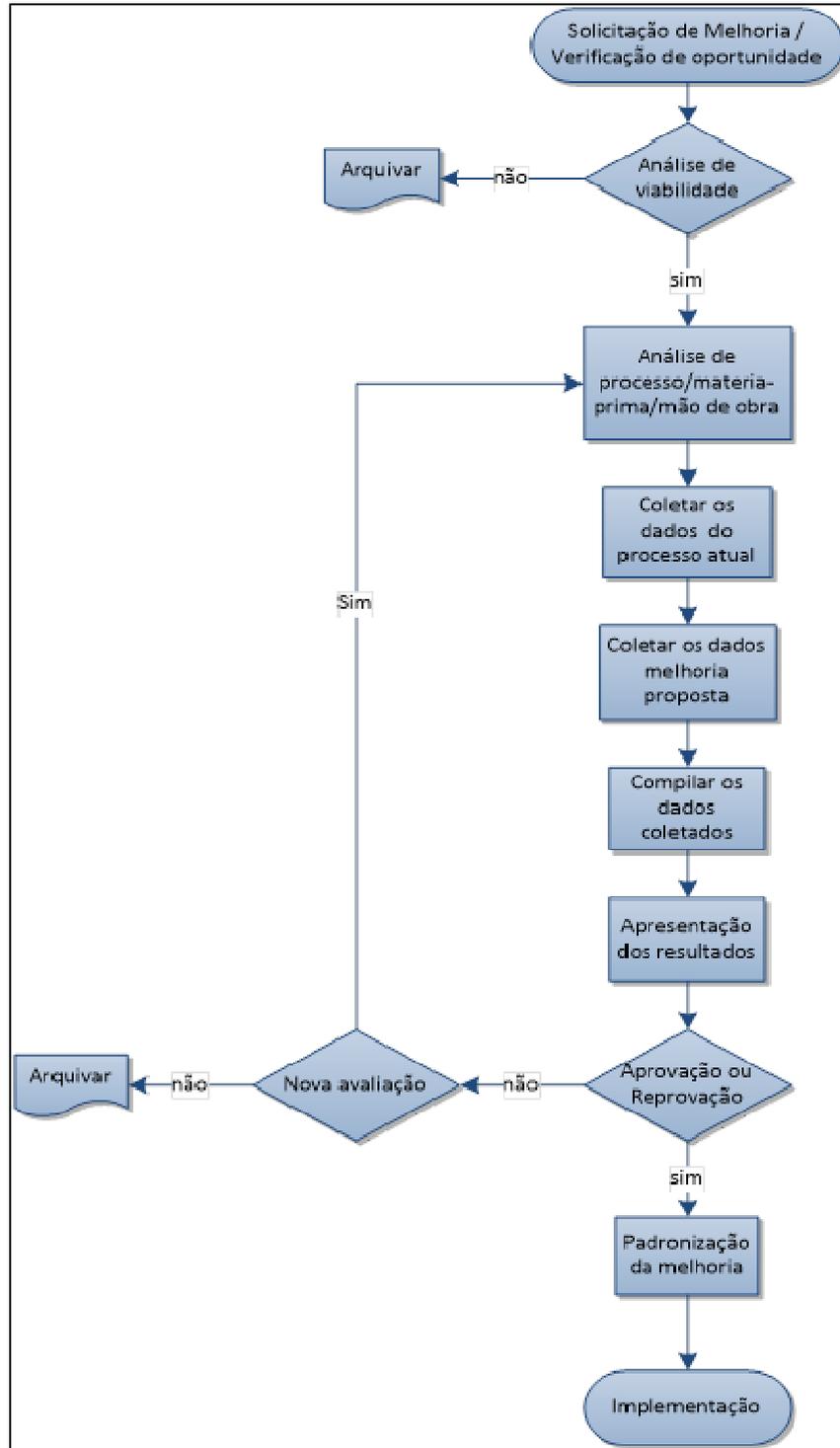
Quadro 8 - SIPOC do processo de melhorias

SIPOC						
FORNECEDOR	ENTRADA	REQUISITOS	PROCESSO	SAÍDA	EXPECTATIVA DO CLIENTE	CLIENTE
		Descrição da solicitação				
	Solicitação de melhoria	Objetivo da melhoria				
Setor de Manufatura	Ficha de processo	Tempo de processo atual			Qualidade da Melhorias	
Setor de Logística	Nova ferramenta	Tempo de processo proposto			Qualidade da Instrução Técnica	
Departamento de Métodos e Processos	Nova Matéria prima	Descrição sequencial das atividades	Implementar melhorias	Melhoria implementada	Prazo de Implementação	Produção
Encarregadora de Ônibus	Problema	Custo da ferramenta				Logística
Fornecedor externo	Oportunidade de melhoria	Custo da matéria prima			Melhorias ambientais	
	Aprovação da melhoria pela gerência do DMP	Custo da H/H do processo analisado			Comunicação com Cliente	
		Aprovação da melhoria pela gerência				

De modo a completar o mapeamento do processo, facilitando a visualização rápida e sequencial, ajudando também a caracterizar a situação atual, foi criado o fluxograma.

Neste momento de definição sequencial do processo já foi possível perceber alguns pontos de melhorias, pois novamente a falta de documentação, ou falta de procedimentos dificultou a criação do fluxograma, Figura 12.

Figura 12 - Fluxograma atual do processo de melhorias



Após a identificação dos clientes, suas necessidades, a definição de requisitos técnicos necessários dentro do processo para atender a essas necessidades e o mapeamento da situação atual, já é possível se extrair os pontos importantes para a qualidade do serviço.

Um momento extremamente importante para a etapa Definir foi identificar as características críticas para a qualidade, conforme Quadro 9, também conhecido como *CTQ* -

Critical to Quality. Onde foram detectados os parâmetros críticos a serem controlados para garantir os requisitos técnicos já definidos posteriormente na Voz do Processo.

Quadro 9 - CTQ's

Voz do processo - VOP					
	Qualidade da Melhorias	Qualidade da Instrução Técnica	Prazo de Implementação	Melhorias ambientais	Comunicação com Cliente
CTQ	Experiência do técnico de processo	Nível de conhecimento em informática	Disponibilidade de H/H	Política de EHS	Trabalho padrão
	Trabalho padrão	Experiência do técnico de processo	Trabalho padrão		
	Disponibilidade de dados	Trabalho padrão	Disponibilidade de dados		
	Resultado				
	Disponibilidade de H/H				
	Disponibilidade de dados				

Foram criados 6 CTQ's, e foi possível verificar a existência de mais de um CTQ para um requisito técnico, indicando uma maior complexidade ou importância dos requisitos técnicos. Também foi possível se notar que existem CTQ's se repetindo entre os requisitos, indicando tendências relevantes para uma posterior análise na fase analisar.

Depois de identificadas as características críticas para a qualidade, foram criados indicadores, conforme Quadro 10, para poder medir e monitorar estes pontos que influenciam diretamente a qualidade do serviço.

Quadro 10 - Relação CTQ e Indicadores

Nº	CTQ	Indicador
1	Experiência do técnico de processo	Horas de treinamento interno
2		Horas de treinamento externo
3	Trabalho padrão	Formulários de melhorias com erros
4		Preenchimento do formulário melhoria
5		Formulários de solicitação de melhorias com erros
6		Preenchimento do formulário de solicitação de melhorias com erros
7		Formulários de fabricação de Instruções técnica com erros
8		Preenchimento do formulário de fabricação de Instruções técnica
9	Disponibilidade de dados	Prazo de atendimento da solicitação Dep. PPCP
10		Prazo de atendimento da solicitação Dep. Custos
11	Resultado	Redução de Tempo
12		Redução de Custo
13	Disponibilidade de H/H	Prazo de atendimento da solicitação Dep. Gestão de ferramental
14		Prazo de atendimento da solicitação Dep. Manufatura
15		Prazo de atendimento da solicitação Dep. Logística
16		Prazo de atendimento da solicitação Laboratório
17		Tempo do técnico gasto com melhorias
18	Política de EHS	Quantidade de melhorias EHS

O primeiro CTQ, Experiência do técnico de processo, influencia diretamente na qualidade do resultado do processo, pois com uma experiência maior em processos e sistemas ERP é possível se realizar análises com maior qualidade agilidade.

O *CTQ* Trabalho padrão também impacta sobre o resultado, já que com o trabalho padrão economiza-se tempo de análises, auxilia o técnico de processo a busca de dados já previamente elencados, e também ajuda na delimitação do escopo do processo.

Disponibilidade de Dados é o terceiro *CTQ* e interfere na qualidade do processo porque dependendo do tempo de resposta dos outros departamentos quando se é solicitado dados, pode afetar diretamente o prazo de implementação de melhorias.

O Resultado das implementações é o *CTQ* mais importante dentre todos, visto que este item é que trará o retorno financeiro para a empresa.

Disponibilidade de Hora/Homem é fundamental para o processo uma vez que o departamento de métodos e processos necessita muito do apoio das áreas operacionais e áreas especializadas para se realizar a implementação,

É necessário monitorar o *CTQ* política em *EHS* pois afeta o resultado da implementação de melhorias, e atuando-se na melhor ergonomia do funcionário, gera-se melhor qualidade no ambiente de trabalho e conseqüente aumento velocidade do processo.

Juntamente com as definições de indicadores, foram criadas suas métricas, uma para cada indicador, alinhada com as necessidades dos clientes, contendo informações como responsável pelo indicador, seu objetivo, o método de cálculo, etc., conforme Quadro 11, onde foram representadas apenas 4 métricas, de 18, com o intuito didático.

Quadro 11 - Métricas dos indicadores

CTQ	Experiência do técnico de processo		Trabalho padrão	
INDICADOR	Horas de treinamento interno	Horas de treinamento externo	Formulários de melhorias com erros	Preenchimento do formulário melhoria
RESPONSÁVEL	Supervisor de Processo	Supervisor de Processo	Supervisor de Processo	Supervisor de Processo
DESCRIÇÃO	Tempo de treinamento em processo de manufatura, sistema, informática fora do grupo de empresas no período de três meses	Tempo de treinamento em processo de manufatura, sistema, informática fora do grupo de empresas no período de três meses	Formulários de melhorias que estavam fora do padrão estabelecido de cada técnico dentro do período de dois meses	Preenchimento completo do formulário de melhorias dentro de dois meses
OBJETIVO	Garantir que o técnico de processo obtenha maior experiência em processos da manufatura	Garantir que o técnico de processo obtenha maior experiência em processos da manufatura	Garantir que os formulários de melhorias estejam conforme padrão estabelecido	Garantir que todas as etapas dos formulários de melhorias sejam verificados
FREQUÊNCIA	Trimestral	Trimestral	Bimestral	Bimestral
FONTE	Planilha de controle de treinamentos do Supervisor	Planilha de controle de treinamentos do Supervisor	Pasta "Relatórios de Melhorias", salvo em DMP	Pasta "Relatórios de Melhorias", salvo em DMP
UNIDADE DE MEDIDA	Horas	Horas	Percentual	Percentual
MÉTODO DE CÁLCULO	Somatória de horas de treinamento de cada técnico durante a semana no período de três meses	Somatória de horas de treinamento de cada técnico durante a semana no período de três meses	% de formulários com erro = $\left(\frac{\text{Formulário com erro} * 100}{\text{Total de formulários}} \right)$	% de preenchimento do formulário = $\left(\frac{\text{Quant. de campos preenchidos} * 100}{\text{Quantidade de campos existentes}} \right)$ Média de % de preenchimento = $\left(\frac{\text{Somatório das \% de preenchimento dos form.}}{\text{Quantidade de formulários}} \right)$
STATUS	Implementando	Implementando	Implementando	Implementando

Estas métricas são um método de consulta rápido e de fácil visualização, ajudando a coleta de dados da próxima fase, definindo de forma clara onde, o que e como se alimentar os indicadores.

Resumidamente, conforme figura 13, esta fase identificou o processo, a voz do cliente (necessidades dos clientes), e transformou-a em voz do processo (parâmetros técnicos), posteriormente o processo foi mapeado para se ter uma visão do estado atual, facilitando também a identificação dos *CTQ's* e criação de indicadores para monitoramento desses pontos críticos.

Figura 13 - Resumo esquemático - Fase DEFINIR



4.2 Fase Medir

Após as definições iniciais da fase Definir, que permitiu constatar onde seria necessário coletar dados para se ter uma medição dos pontos críticos e relevantes para a qualidade do serviço, foi necessário verificar a qualidade desses dados.

Neste ponto do trabalho já foi possível constatar a necessidade de melhorias, pois os dados necessários para alimentar os indicadores eram dados históricos sem definições operacionais para registro de dados, ou seja, os dados eram existentes porém cada técnico armazenava os dados de forma diferente. Houve também a situação onde os dados para determinados indicadores eram inexistentes.

No momento de utilização dos dados existentes para alimentar os 18 indicadores, foi constatado que nenhum deles possuíam confiabilidade, distribuindo-se da seguinte forma: 11 fontes de dados históricos sem definições operacionais e os 7 restantes não tinham os dados históricos.

A partir deste levantamento ficou evidenciado a falta dos dados necessários para sinalizar os pontos críticos, e para acumular estes dados seria necessário um período mínimo

de seis meses a partir do momento da identificação da inexistência destes dados. Destacar este fato por si só poderia ser uma ótima melhoria, porém, para se demonstrar o ciclo *DMAIC* de forma completa, foi decidido realizar uma simulação dos dados.

Desta forma foram criadas folhas de verificações e seus respectivos gráficos sequenciais, uma para cada indicador, ou seja um total de 18 folhas de verificações e 18 gráficos, que possibilitou simular a extração dos dados necessário para se obter uma leitura da situação atual.

Foi demonstrado somente um indicador como modelo, dentre os dezoito, por motivos didáticos, salientando que os demais indicadores seguiram caminho semelhante e tornaria o estudo repetitivo.

Desta forma a folha de verificação do indicador “Formulários com erros” foi exemplificada, conforme Quadro 12 mostrando o desempenho de cada técnico bimestralmente, fornecendo subsídios suficientes para uma posterior análise personalizada por técnico.

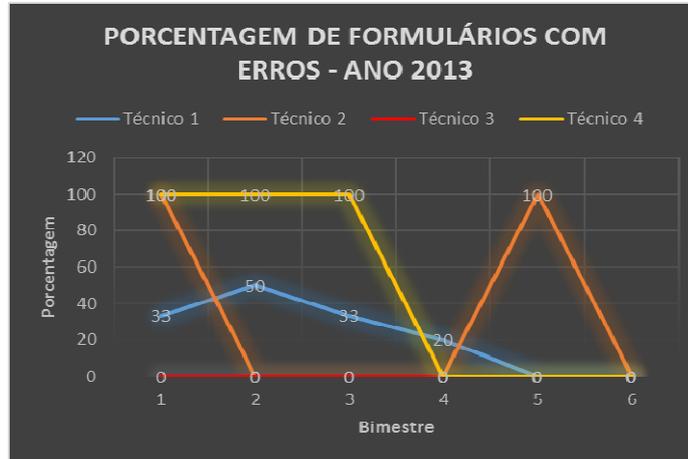
Quadro 12 - Folha de verificação - Formulários com erros

Formulários com erro - Ano 2013					
Técnico de processo	Bimestre	Quantidade de formulários no bimestre	Quantidade formulários com erro	Porcentagem formulários com erro	Razões de não estar no padrão estabelecido
Técnico 1	1º Bimestre	3	1	33	Falta de itens importantes no relatório
	2º Bimestre	4	2	50	Falta de itens importantes no relatório
	3º Bimestre	3	1	33	Desatenção
	4º Bimestre	5	1	20	
	5º Bimestre	4	0	0	
	6º Bimestre	2	0	0	
Técnico 2	1º Bimestre	2	2	100	Falta de itens importantes no relatório
	2º Bimestre	0	0	0	
	3º Bimestre	0	0	0	
	4º Bimestre	0	0	0	
	5º Bimestre	1	1	100	Desatenção
	6º Bimestre	0	0	0	
Técnico 3	1º Bimestre	0	0	0	Não realizou melhorias, excesso de validação de moldes
	2º Bimestre	0	0	0	
	3º Bimestre	0	0	0	Não realizou melhorias, excesso de validação de moldes
	4º Bimestre	0	0	0	
	5º Bimestre	0	0	0	Não realizou melhorias, excesso de atendimento de linha
	6º Bimestre	0	0	0	
Técnico 4	1º Bimestre	1	1	100	Falta de itens importantes no relatório
	2º Bimestre	1	1	100	Falta de itens importantes no relatório
	3º Bimestre	1	1	100	Desatenção
	4º Bimestre	0	0	0	
	5º Bimestre	1	0	0	
	6º Bimestre	0	0	0	

Com estes dados simulados foi possível plotar no gráfico sequencial a quantidade relatórios com erros em função do tempo, conforme Figura 14, sendo possível verificar visualmente tendências de cada técnico, suas causas comuns (causas inerentes ao processo,

sempre presentes) e causas especiais (eventos pontuais, específicos, demonstrando descontrole do processo).

Figura 14 - Gráfico sequencial do indicador - Formulários com erros



Para se organizar a forma de coleta de dados dos 18 indicadores, foi criado um plano de coleta de dados, permitindo identificar rapidamente o tipo de medida, a definição operacional da coleta de dados, a periodicidade e sua respectiva folha de verificação. O formato do plano de coleta de dados pode ser verificado no exemplo da Quadro 13, que mostra somente 4, dos 18 indicadores que também estão foram modelados neste formato.

Quadro 13 - Plano de coleta de dados

PLANO DE COLETA DE DADOS						
Nº	O que medir	Tipo de medida	Tipo de dado	Definição Operacional	Folha de verificação	Amostragem
1	Horas de treinamento interno	Processo	Contínuo	Somatório das horas de treinamento externo (processo, sistema, informática) de cada técnico durante a semana no período de um mês		100%
2	Horas de treinamento externo	Processo	Contínuo	Somatório das horas de treinamento externo (processo, sistema, informática) de cada técnico durante a semana no período de três meses		100%
3	Formulários de melhorias com erros	Processo	Discreto	Aplicar a fórmula % de formulários por técnico com erro a cada dois meses		100%

Após a tomada de decisão se utilizar dados simulados, elaborar uma folha de verificação para cada indicador com o seu respectivo gráfico sequencial, em síntese na figura 15, e criar um plano de coleta de dados, já é possível se transformar os dados brutos em informações para análises, sendo esta a próxima etapa do ciclo.

Figura 15 - Resumo esquemático - Fase MEDIR



4.3 Fase Analisar

Com a coleta de dados de uma forma padrão, e a representação em gráficos na fase anterior, permitiu realizar a análise dos dados de cada indicador, procurando se existem padrões de comportamento que indicam a perda de controle de um processo devido a causas especiais, pontuais.

Realizando a análise dos gráficos e folha de verificações foi possível identificar causas especiais em todos os indicadores. Exemplificando estas causas especiais foi dado prosseguimento com a análise do indicador “Formulários com erros”, sendo estudado a folha de verificação Quadro 12 e o gráfico sequencial Figura 14.

Este indicador inicialmente permitiu identificar duas causas comuns, falta de tempo do técnico e desatenção no preenchimento do formulário, e uma causa especial, falta de informações básicas e importantes para a melhoria.

Como somente processos estáveis pode ter sua capacidade avaliada, e os problemas pontuais indicam um descontrole desse processo, foi necessário aplicar uma ação corretiva, aplicando-se a ferramenta A3, como exemplo na Figura 16, no indicador “formulários com erro” para se obter uma melhoria rápida e eliminar a causa especial e auxiliar o registro da melhoria. Neste caso a criação de formulário padrão e a orientação sobre o seu preenchimento permitiu a eliminação da falta de dados importantes para o desenvolvimento de uma melhoria.

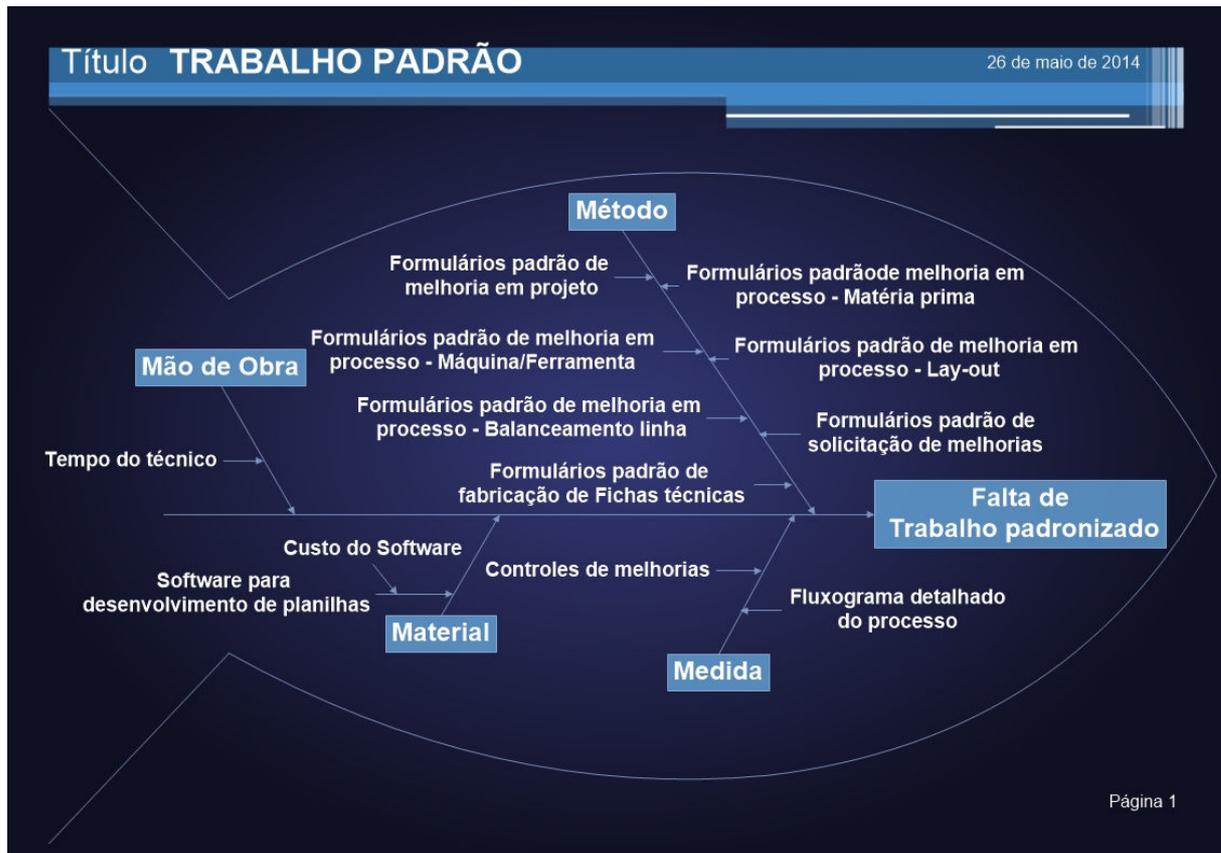
Figura 16 - Formulário Kaizen A3

FORMULÁRIO KAIZEN - A3		Nº do Formulário										
		Data										
TEMA:	Falta de itens importantes no relatório											
RESPONSÁVEL:	Técnico 1											
1. Contexto Para se dar prosseguimento com o ciclo <i>DMaIC</i> no departamento de Métodos e processos, é necessário se eliminar as causas especiais do processo de melhorias, para ser possível se medir a capacidade do processo.		5. Contramedidas Propostas Criar formulário padrão e orientar os técnicos sobre o seu preenchimento.										
2. Condições atuais Após análise de dados do indicador "Formulários de melhorias com erros", foi verificado que existe causa especial "Falta de itens importantes no relatório", prejudicando a qualidade das melhorias e a sua padronização.		6. Plano de Ação <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ação</th> <th>Quem</th> <th>Quando</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Criar Formulário padrão</td> <td>Técnico 1</td> <td>28/04/14</td> </tr> <tr> <td>Orientar sobre preenchimento do formulário</td> <td>Técnico 1</td> <td>02/04/14</td> </tr> </tbody> </table>		Ação	Quem	Quando	Criar Formulário padrão	Técnico 1	28/04/14	Orientar sobre preenchimento do formulário	Técnico 1	02/04/14
Ação	Quem	Quando										
Criar Formulário padrão	Técnico 1	28/04/14										
Orientar sobre preenchimento do formulário	Técnico 1	02/04/14										
3. Objetivos/Metas Eliminar a falta de elementos importantes nos formulários de melhoria.		7. Acompanhamento Padronização dos melhores procedimentos é sempre necessária para se poder esperar os mesmos resultados ótimos										
4. Análise A falta de um formulário padrão dificulta e a coleta de dados de forma padronizada.												

A seguir foram identificadas as possíveis variáveis que impactam os indicadores do processo. Este foi o momento de se analisar os processos documentados, visualizando as entradas e saídas, mostrando os parâmetros de processo e serviço, produtos em processo e os serviços finais, transformando todos os dados em informações, através da leitura e interpretação dos fluxogramas, *SIPOC*, da folha de verificação e os gráficos sequenciais.

A ferramenta diagrama de Ishikawa, conforme Figura 17, aplicada em cada parâmetro crítico para a qualidade, também auxiliou a identificação e visualização de possíveis variáveis que podem interferir nos indicadores.

Figura 17 - Diagrama de Ishikawa - Trabalho Padrão

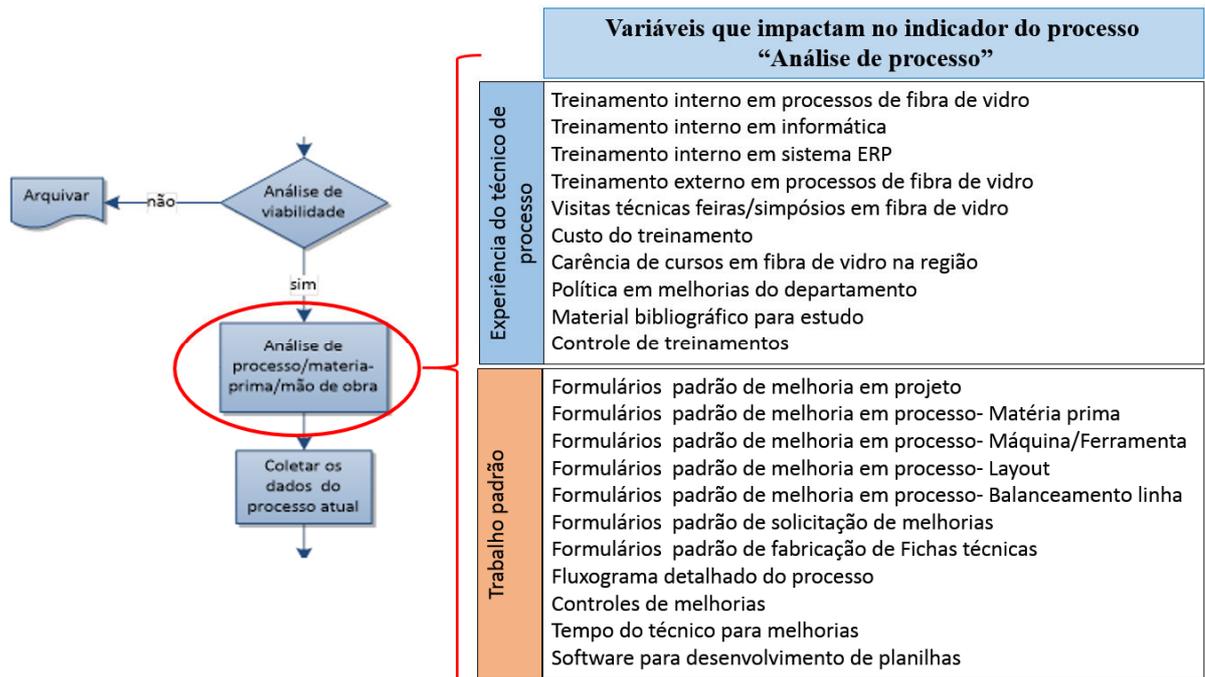


Neste exemplo de aplicação da ferramenta no *CTQ* trabalho padrão foram identificadas a necessidades de vários tipos de formulários padrões, específicos para cada tipo de melhoria, e também a falta de um fluxograma detalhado do processo de cada tipo de melhoria. Foi levantado igualmente a necessidade de um controle destas melhorias, mais *softwares* para desenvolvimento de planilhas e disponibilidade do técnico.

Estas análises dentro de uma postura interrogativa, permitiu realizar o levantamento de diversas variáveis que influenciam diretamente em cada subprocesso da implementação de melhorias, por consequência interferindo nos indicadores de desempenho.

Foi selecionado um dos subprocessos, de acordo com a Figura 18, para se demonstrar as variáveis encontradas, e que podem interferir no indicador. Em cada subprocesso foram realizados os mesmos tipos de análises, extraindo-se diversas variáveis específicas, porém não sendo representadas com o intuito didático, e para não tornar o estudo monótono e repetitivo.

Figura 18 - Variáveis que impactam nos indicadores



Com estas análises ficou evidente as variáveis que impactam no indicador do subprocesso "Análise de processo". Elas foram segmentadas em dois grupos, trabalho padrão e experiência do técnico, para facilitar a priorização na atuação nestas variáveis, procurando-se atenuar o impacto negativo sobre os indicadores.

A ferramenta escolhida para dar prioridade as variáveis foi a Matriz de GUT, conforme Tabela 3. Nesta matriz foi elencada primeiramente todas as variáveis que influenciam no trabalho padrão.

Tabela 3 - Matriz GUT - Trabalho Padrão

TRABALHO PADRÃO				
VARIÁVEL CRÍTICA	G	U	T	G x U x T
Formulários padrão de melhoria em projeto	3	4	3	36
Formulários padrão de melhoria em processo - Matéria prima	3	4	4	48
Formulários padrão de melhoria em processo - Máquina/Ferramenta	3	3	2	18
Formulários padrão de melhoria em processo - Layout	3	2	2	12
Formulários padrão de melhoria em processo - Balanceamento linha	3	2	2	12
Formulários padrão de solicitação de melhorias	1	1	1	1
Formulários padrão de fabricação de Fichas técnicas	3	2	2	12
Fluxograma detalhado do processo	4	5	4	80
Controles de melhorias	3	4	3	36
Software para desenvolvimento de planilhas	2	2	2	8

A Matriz GUT permitiu quantificar a importância das variáveis críticas priorizadas, mostrando o peso de cada item no resultado, de acordo com Quadro 14, auxiliando na tomada de decisões para a próxima etapa.

Quadro 14 - Ordem de Priorização de variáveis

TRABALHO PADRÃO					
VARIÁVEL CRÍTICA	G	U	T	G x U x T	PRIORIDADE
Fluxograma detalhado do processo	4	5	4	80	1
Formulários padrão de melhoria em processo - Matéria prima	3	4	4	48	2
Formulários padrão de melhoria em projeto	3	4	3	36	3
Controles de melhorias	3	4	3	36	4
Formulários padrão de melhoria em processo - Máquina/Ferramenta	3	3	2	18	5
Formulários padrão de melhoria em processo - Layout	3	2	2	12	6
Formulários padrão de melhoria em processo - Balanceamento linha	3	2	2	12	7
Formulários padrão de fabricação de Fichas técnicas	3	2	2	12	8
Software para desenvolvimento de planilhas	2	2	2	8	9
Formulários padrão de solicitação de melhorias	1	1	1	1	10

A sequência de toda fase Analisar pode ser verificada na Figura 19, onde o formulário A3 auxiliou o registro de uma melhoria rápida, com o intuito de eliminar problemas pontuais, e o diagrama de *Ishikawa* e o *Brainstorm* permitiram encontrar variáveis que influenciavam os indicadores. Em função do grande volume de variáveis encontradas foi necessário se priorizar estas variáveis através da Matriz GUT.

Figura 19 - Resumo esquemático - Fase ANALISAR



4.4 Fase Melhorar

Com a análise, identificação e priorização das principais fontes de variação dos indicadores dos processos na fase Analisar do Ciclo *DMAIC*, tornou possível gerar ideias de soluções potenciais para eliminação das causas das variáveis críticas.

Com o auxílio da ferramenta 5 Porquês, foi possível se chegar a uma possível causa de falta de trabalho padrão:

- Por que não existe trabalho padrão?

R: Porque cada técnico de processo realiza uma melhoria de acordo com a sua experiência.

- Por que o técnico realiza a melhoria de acordo com a sua experiência?

Porque o técnico de processo não sabe quais dados extrair ou onde buscar esses dados.

- Por que o técnico de processo não sabe quais dados extrair ou onde buscar esses dados?

R: Porque não existe formulários padrões e procedimentos para realização de melhorias.

Identificando a possível causa da falta de trabalho padrão, como sendo a falta de formulário padrão e procedimentos, foi possível gerar ideias de soluções potenciais para eliminação das causas das variáveis críticas e eliminar as atividades que não agregam valor utilizando-se a técnica *Brainstorm*, conforme Quadro15, e também com o auxílio da análise da etapa anterior.

Quadro 15 - *Brainstorm* - Trabalho Padrão

<i>Brainstorm</i>
Criar fluxograma detalhado do processo de melhorias (Macro)
Criar fluxograma detalhado do processo de melhorias em matéria prima
Criar fluxograma detalhado do processo de melhorias em ferramentas/máquinas
Criar fluxograma detalhado do processo de melhorias <i>Layout</i> .
Criar fluxograma detalhado do processo de melhorias em balanceamento de linha.
Criar formulário padrão do processo de melhorias em matéria prima
Criar formulário padrão do processo de melhorias em ferramentas/máquinas
Criar formulário padrão do processo de melhorias <i>Layout</i> .
Criar formulário padrão do processo de melhorias em balanceamento de linha.
Criar formulário padrão de solicitação de melhoria
Criar formulário padrão de fabricação de fichas técnicas
Criar controle de melhorias

Em função da quantidade de soluções em potenciais geradas, foi necessário priorizar dentre elas a sequência de execução. A Matriz REI, Tabela 4 a seguir, foi utilizada para se obter o melhor custo benefício dentre as soluções, através do cruzamento entre resultado, exequibilidade e investimento das possíveis soluções.

Tabela 4 - Matriz REI - Trabalho Padrão

Matriz R.E.I -Trabalho padrão					
Soluções	Resultado	Exequibilidade	Investimento	Cruzamento de informações	Ordem de Prioridade
Criar controle de melhorias	5	5	5	125	1º
Criar fluxograma do processo de melhorias (Macro)	3	5	5	75	2º
Criar fluxograma detalhado do processo de melhorias em matéria prima	3	5	5	75	3º
Criar fluxograma detalhado do processo de melhorias em ferramentas/máquinas	3	5	5	75	4º
Criar fluxograma detalhado do processo de melhorias <i>Layout</i> .	3	5	5	75	5º
Criar fluxograma detalhado do processo de melhorias em balanceamento de linha.	3	5	5	75	6º
Criar formulário padrão do processo de melhorias em matéria prima	5	5	3	75	7º
Criar formulário padrão do processo de melhorias em ferramentas/máquinas	5	5	3	75	8º
Criar formulário padrão do processo de melhorias <i>Layout</i> .	5	5	3	75	9º
Criar formulário padrão do processo de melhorias em balanceamento de linha.	5	5	3	75	10º
Criar formulário padrão de fabricação de fichas técnicas	5	5	3	75	11º
Criar formulário padrão de solicitação de melhoria	5	3	3	45	12º

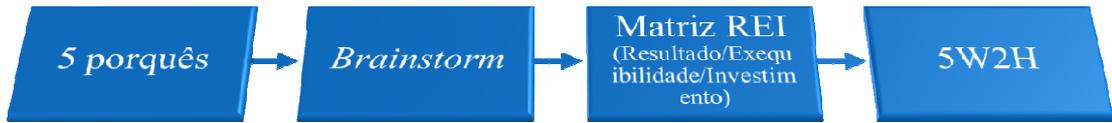
A ferramenta 5W2H auxiliou na elaboração de um plano de ação, Quadro 16, com a finalidade de implementar as soluções para a falta de trabalho padrão, onde cada técnico ficou encarregado de um grupo de ações. Pode se verificar que cada ação foi acompanhada de um treinamento para orientar e informar a importância do plano de ação. Salientando que foram criados planos de ações para a implementação de todas as soluções encontradas, sendo exemplificada no estudo somente o plano de ação sobre o trabalho padrão.

Quadro 16 - Plano de ação - Trabalho Padrão

5W2H - Trabalho Padrão							
Objetivo: Estabelecer padrões para realização de melhorias							
Solução	Ações	Motivo	Local	Responsável	Prazo	Definição	Custo
Criar controle de melhorias	Criar planilha mestre de controle de melhorias	Melhorar o planejamento das melhorias	Sala administrativa	Técnico 1	1 dia	Criar uma planilha com os campos necessários para se extrair os dados e obter uma leitura real	6 horas de H/H do técnico
	Treinamento para Preenchimento da planilha	Orientar os técnicos sobre a forma correta de preenchimento da planilha	Sala de treinamentos	Técnico 1	1 dia	Orientar os técnicos sobre a forma de preenchimento do formulário, utilidade,	6 horas de H/H do técnico
Criar fluxograma do processo de melhorias (Macro)	Criar fluxograma	Facilitar a visualização e entendimento do fluxo de dados	Sala administrativa	Técnico 1	3 dia	Criar um fluxograma que contemple os tipos de melhorias	24 horas de H/H do técnico
	Treinamento para utilização do fluxograma	Orientar os técnicos sobre a forma correta de preenchimento da planilha	Sala de treinamentos	Técnico 1	1 dia	Orientar os técnicos sobre o fluxo de dados, padronizar e auxiliar no entendimento do	6 horas de H/H do técnico
Criar fluxograma detalhado do processo de melhorias em matéria prima	Criar fluxograma detalhado	Facilitar a visualização e entendimento do fluxo de dados	Sala administrativa	Técnico 1	3 dia	Criar um fluxograma descreva o fluxo das informações de uma melhoria em matéria prima	24 horas de H/H do técnico
	Treinamento para utilização do fluxograma	Orientar os técnicos sobre a forma correta de preenchimento da planilha	Sala de treinamentos	Técnico 2	1 dia	Orientar os técnicos sobre o fluxo de dados, padronizar e auxiliar no entendimento do	6 horas de H/H do técnico
Criar fluxograma detalhado do processo de melhorias em ferramentas/máquinas	Criar fluxograma detalhado	Facilitar a visualização e entendimento do fluxo de dados	Sala administrativa	Técnico 2	3 dia	Criar um fluxograma descreva o fluxo das informações de uma melhoria em	24 horas de H/H do técnico
	Treinamento para utilização do fluxograma	Orientar os técnicos sobre a forma correta de preenchimento da planilha	Sala de treinamentos	Técnico 2	1 dia	Orientar os técnicos sobre o fluxo de dados, padronizar e auxiliar no entendimento do	6 horas de H/H do técnico
Criar fluxograma detalhado do processo de melhorias Layout.	Criar fluxograma detalhado	Facilitar a visualização e entendimento do fluxo de dados	Sala administrativa	Técnico 2	3 dia	Criar um fluxograma descreva o fluxo das informações de uma melhoria em Layout	24 horas de H/H do técnico
	Treinamento para utilização do fluxograma	Orientar os técnicos sobre a forma correta de preenchimento da planilha	Sala de treinamentos	Técnico 2	1 dia	Orientar os técnicos sobre o fluxo de dados, padronizar e auxiliar no entendimento do	6 horas de H/H do técnico
Criar fluxograma detalhado do processo de melhorias em balanceamento de linha.	Criar fluxograma detalhado	Facilitar a visualização e entendimento do fluxo de dados	Sala administrativa	Técnico 3	3 dia	Criar um fluxograma descreva o fluxo das informações de uma melhoria em balanceamento de linha	24 horas de H/H do técnico
	Treinamento para utilização do fluxograma	Orientar os técnicos sobre a forma correta de preenchimento da planilha	Sala de treinamentos	Técnico 3	1 dia	Orientar os técnicos sobre o fluxo de dados, padronizar e auxiliar no entendimento do processo	6 horas de H/H do técnico
Criar formulário padrão do processo de melhorias em matéria prima	Criar formulário padrão de melhoria de matéria prima	Facilitar a padronização, documentação e agilidade do processo	Sala administrativa	Técnico 3	3 dia	Criar um formulário padrão de melhoria em matéria prima, que possuam os campos necessários para se realizar uma melhoria em	24 horas de H/H do técnico
	Treinamento para preenchimento e utilização do formulário	Orientar os técnicos sobre a forma correta de preenchimento do formulário	Sala de treinamentos	Técnico 3	1 dia	Orientar os técnicos sobre a forma de preenchimento do formulário, utilidade, importância e localização da planilha	6 horas de H/H do técnico
Criar formulário padrão do processo de melhorias em ferramentas/máquinas	Criar formulário padrão de melhoria de ferramentas/máquinas	Facilitar a padronização, documentação e agilidade do processo	Sala administrativa	Técnico 3	3 dia	Criar um formulário padrão de melhoria em ferramentas/máquinas, que possuam os campos necessários para se realizar uma melhoria em	24 horas de H/H do técnico
	Treinamento para preenchimento e utilização do formulário	Orientar os técnicos sobre a forma correta de preenchimento do formulário	Sala de treinamentos	Técnico 3	1 dia	Orientar os técnicos sobre a forma de preenchimento do formulário, utilidade, importância e localização da planilha	6 horas de H/H do técnico
Criar formulário padrão do processo de melhorias em Layout.	Criar formulário padrão de melhorias em Layout	Facilitar a padronização, documentação e agilidade do processo	Sala administrativa	Técnico 1	3 dia	Criar um formulário padrão de melhoria em Layout, que possuam os campos necessários para se realizar uma melhoria em Layout	24 horas de H/H do técnico
	Treinamento para preenchimento e utilização do formulário	Orientar os técnicos sobre a forma correta de preenchimento do formulário	Sala de treinamentos	Técnico 1	1 dia	Orientar os técnicos sobre a forma de preenchimento do formulário, utilidade, importância e localização da planilha	6 horas de H/H do técnico
Criar formulário padrão do processo de melhorias em balanceamento de linha.	Criar formulário padrão de melhorias em balanceamento de linha	Facilitar a padronização, documentação e agilidade do processo	Sala administrativa	Técnico 1	3 dia	Criar um formulário padrão de melhoria em balanceamento de linha, que possuam os campos necessários para se realizar uma melhoria em balanceamento de linha	24 horas de H/H do técnico
	Treinamento para preenchimento e utilização do formulário	Orientar os técnicos sobre a forma correta de preenchimento do formulário	Sala de treinamentos	Técnico 1	1 dia	Orientar os técnicos sobre a forma de preenchimento do formulário, utilidade, importância e localização da planilha	6 horas de H/H do técnico
Criar formulário padrão de fabricação de fichas técnicas	Criar formulário padrão de fabricação de fichas técnicas	Facilitar a padronização, documentação e agilidade do processo	Sala administrativa	Técnico 1	3 dia	Criar um formulário padrão de fabricação de fichas técnicas, que possuam os campos necessários para se produzir fichas técnicas	24 horas de H/H do técnico
	Treinamento para preenchimento e utilização do formulário	Orientar os técnicos sobre a forma correta de preenchimento do formulário	Sala de treinamentos	Técnico 1	1 dia	Orientar os técnicos sobre a forma de preenchimento do formulário, utilidade, importância e localização da planilha	6 horas de H/H do técnico
Criar formulário padrão de solicitação de melhoria	Criar formulário padrão de solicitação de melhorias	Facilitar a padronização, documentação e agilidade do processo	Sala administrativa	Técnico 1	3 dia	Criar um formulário padrão para solicitação de melhorias, que possuam os campos necessários para se realizar a melhoria solicitada	24 horas de H/H do técnico
	Treinamento para preenchimento e utilização do formulário	Orientar os técnicos sobre a forma correta de preenchimento do formulário	Sala de treinamentos	Técnico 1	1 dia	Orientar os técnicos sobre a forma de preenchimento do formulário, utilidade, importância e localização da planilha	6 horas de H/H do técnico

A fase Melhorar atuou resumidamente, conforme figura 20, da seguinte forma: Geração de ideias e soluções para se eliminar ou diminuir as fontes que causam variação nos indicadores através das ferramentas 5 porquês e *Brainstorm*; As soluções foram priorizadas pela matriz REI; E por fim foram criados planos de ações com a ajuda da ferramenta 5W2H.

Figura 20 - Resumo esquemático - Fase MELHORAR



4.5 Fase Controlar

Após realizar as modificações necessárias ao processo para reduzir sua variação e para eliminar as atividades que não agregam valor na fase Melhorar, foi definido e implementado um plano para monitoramento do desempenho do processo de todas as variáveis críticas, porém somente sendo exemplificada o plano de monitoramento sobre o trabalho padrão, conforme Quadro 17.

Quadro 17 - Plano de monitoramento

PLANO DE MONITORAMENTO						
	VARIÁVEL CRÍTICA	CONTROLE	MEIO UTILIZADO	AMOSTRAGEM FREQUÊNCIA	LOCAL DE REGISTRO	RESP. PLANO DE REAÇÃO
Trabalho Padrão	Formulários padrão de melhoria em projeto	Quantidade de melhorias registradas conforme padrão	Indicador "Quantidade de formulários com Erro"	Bimestral	Planilha controle de melhorias	Técnico 1 Reunião de alinhamento de diretivas e orientação
	Formulários padrão de melhoria em processo - Matéria prima	Quantidade de melhorias registradas conforme padrão	Indicador "Quantidade de formulários com Erro"	Bimestral	Planilha controle de melhorias	Técnico 1 Reunião de alinhamento de diretivas e orientação
	Formulários padrão de melhoria em processo - Máquina/Ferramenta	Quantidade de melhorias registradas conforme padrão	Indicador "Quantidade de formulários com Erro"	Bimestral	Planilha controle de melhorias	Técnico 1 Reunião de alinhamento de diretivas e orientação
	Formulários padrão de melhoria em processo - Layout	Quantidade de melhorias registradas conforme padrão	Indicador "Quantidade de formulários com Erro"	Bimestral	Planilha controle de melhorias	Técnico 1 Reunião de alinhamento de diretivas e orientação
	Formulários padrão de melhoria em processo - Balanceamento linha	Quantidade de melhorias registradas conforme padrão	Indicador "Quantidade de formulários com Erro"	Bimestral	Planilha controle de melhorias	Técnico 1 Reunião de alinhamento de diretivas e orientação
	Formulários padrão de solicitação de melhorias	Quantidade de melhorias registradas conforme padrão	Indicador "Quantidade de formulários com Erro"	Bimestral	Planilha controle de melhorias	Técnico 1 Reunião de alinhamento de diretivas e orientação
	Formulários padrão de fabricação de Fichas técnicas	Quantidade de melhorias registradas conforme padrão	Indicador "Quantidade de formulários com Erro"	Bimestral	Planilha controle de melhorias	Técnico 1 Reunião de alinhamento de diretivas e orientação
	Fluxograma detalhado do processo	Eficiência do fluxograma	Indicador "Utilização do fluxograma"	Bimestral	Planilha controle de melhorias	Técnico 1 Re-avaliação do fluxograma
	Controles de melhorias	Preenchimento do controle de melhorias	Indicador "Preenchimento do controle de melhorias"	Bimestral	Planilha controle de melhorias	Técnico 1 Reunião de alinhamento de diretivas e orientação
Software para desenvolvimento de planilhas	Tempo de espera para utilizar o <i>software</i>	Indicador "Tempo de espera para utilizar o <i>software</i> "	Mensal	Planilha controle de melhorias	Técnico 1 Gerar gráfico sequencial e realizar reunião com o gestor sobre a necessidade de compra de <i>software</i>	

Este plano possibilita além do seu monitoramento, a aplicação de planos de reações, para a atuação em casos de tendências ou desvios das metas, que ainda não foram possíveis de serem estabelecida por não existir dados históricos.

A fase Controlar se caracterizou somente pela criação do plano de controle, podendo se verificar na figura 21, pois a partir da implementação destas melhorias será necessário a coleta dos dados e realizar o seu monitoramento.

Figura 21 - Resumo esquemático - Fase CONTROLAR



Com este plano de controle, fecha-se o ciclo completo do *DMAIC*, sendo agora somente necessário sua realimentação contínua, verificando-se aspectos cruciais ao processo como por exemplo:

- Verificar se as expectativas dos clientes mudaram;
- Acompanhar se os indicadores são monitorados constantemente;
- Conferir se as variáveis críticas dos planos de ações estão sendo gerenciado e implementado;
- Constatar se o plano de controle para monitorar as variáveis críticas é praticado pelos membros da célula;

A realimentação do *DMAIC* tem que ser uma prática contínua na busca pela redução da variação dos processos. Quando o domínio dos processos é pleno, há previsibilidade dos resultados, o que serve de base para a implementação de inovação e melhorias.

4.5 Finalização do estudo de caso

O emprego do ciclo *DMAIC* no departamento de métodos e processos permitiu a identificação das necessidades dos clientes internos, produção e logística, sobre um dos processos do departamento, o processo de implementação de melhorias, onde em um primeiro momento foram criados 18 indicadores e suas respectivas métricas, que sinalizam pontos críticos para a qualidade do serviço, e futuramente após um maior amadurecimento do processo permite uma gestão destes indicadores através do plano de monitoramento de desempenho criado.

Para uma melhor gestão de não-conformidades dentro do processo, foram criadas 26 folhas de verificações e 26 gráficos sequenciais, um para cada indicador e os 8 restantes para o monitoramento de prazos de solicitações de dados para outros departamentos.

No sentido de uma padronização do departamento, foram criados 7 tipos de formulários padrão, um para cada tipo de melhoria, permitindo a repetitividade de procedimento. E também foi elaborado 5 fluxogramas, um por tipo de melhoria, para se orientar sobre o fluxo de dados e informações.

Com o intuito de se auxiliar a gestão das competências dos técnicos de processo para executar os processos, foram elaborados 3 controles, sendo eles:

- Controle de melhorias;
- Controle de treinamentos;

- Controle de prazo de dados;

Os 5 cronogramas de treinamentos também foram elaborados com o objetivo de se auxiliar a gestão das competências dos técnicos de processos, a seguir:

- Cronograma de treinamento interno em processos de fibra de vidro;
- Cronograma de treinamento interno em informática;
- Cronograma de treinamento interno em sistema *ERP*;
- Cronograma de treinamento externo em processos de fibra de vidro;
- Cronograma de Visitas técnicas feiras/simpósios em fibra de vidro.

5 CONCLUSÃO

A proposta de melhoria de forma estruturada pelo ciclo *DMAIC*, no departamento de métodos e processo, obteve sucesso na sua implementação, pois cumpriu com o objetivo traçado de aprimoramento do processo de implementação de melhorias.

Este estudo foi realizado com o olhar criterioso e enxuto da filosofia *LEAN*, objetivando a redução de custos, a eliminação de tarefas que não agregam valor, a padronização dos melhores resultados, sempre com o foco em atender as necessidades dos clientes.

A flexibilidade e dinamismo do ciclo *DMAIC* resultou na superação das expectativas em relação ao objetivo inicial, pois com as propostas de melhorias qualitativas no processo, facilitou a sua posterior gestão.

Primeiramente atuando como forma de aprimoramento, o ciclo tornou evidente pontos cruciais ao processo, como a experiência do técnico de processo, trabalho padrão, disponibilidade de dados, resultado das melhorias, disponibilidade de H/H e a política de EHS, e com essa identificação, permitiu concentrar esforços para os problemas que causavam variações nestes pontos e permitiu a eliminação ou monitoramento das fontes desses problemas.

Já atuando como ferramenta de gestão, proporcionou a criação de controles, cronogramas e indicadores. Os controles sempre relacionados a um plano de ação, auxiliando a tomada de ações rápidas. Cronogramas que permitem um planejamento de tempo, mão de obra e custos. E os indicadores que servem como sinalizadores de situações que necessitem de uma atenção especial do gestor.

E como sugestão de trabalhos futuros, pretende-se acompanhar os resultados do aprimoramento do processo, através dos dados históricos que será coletado dentro de uma métrica, tornando os dados mais confiáveis, e assim tornando evidente as melhorias por meio de resultados quantitativos. Também será sugerido a implementação do ciclo *DMAIC* nos demais processos do departamento em questão (*Try-out* das primeiras peças, Auditorias, Validação de moldes e o Atendimento de linha) em função dos resultados obtidos.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, G. E. V. de et al. Análise da aplicação conjunta das técnicas SIPOC, Fluxograma e FTA em uma empresa de médio porte. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32., 2012, Bento Gonçalves. **Anais eletrônicos...** Bento Gonçalves: Abepro, 2012. p. 03 - 05. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2012_TN_WIC_157_920_20681.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2013.
- ARDUINO, H. R. **Aplicação da metodologia seis sigma estruturada pelo modelo DMAIC em um estudo de caso na indústria automobilística**. 2013. 62 f. TCC (Graduação) - Curso Superior de Tecnologia em Produção Industrial, Departamento Produção Industrial, Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Botucatu, 2013.
- BALABEN, R. A. **Aplicação da metodologia Seis Sigma - Modelo DMAIC para Melhoria no Processo na Área de Engenharia de Fábrica em uma Empresa Montadora**. 2004. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica Mestrado Profissional, Departamento de Gestão da Qualidade Total, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000322037>>. Acesso em: 03 dez. 2013.
- BARRETTO, A. R. Sistema Toyota de produção: Lean Manufacturing implantação e aplicação em uma indústria de peças automotivas. **Tékhnē e Lógos**, Botucatu, v. 3, n. 2, p.9-9, 02 jul. 2012. Quadrimestral. Disponível em: <<http://www.fatecbt.edu.br/seer/index.php/tl/article/view/54>>. Acesso em: 23 nov. 2013.
- CLETO, M. G.; QUINTEIRO, L. Gestão de projetos através do DMAIC: um estudo de caso na indústria automotiva. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 11, n. 1, p.213-218, mar. 2011. Disponível em: <<http://producaoonline.org.br/rpo/article/view/640>>. Acesso em: 23 nov. 2013.
- COUTINHO, M. N. S. **Aplicação do método DMAIC no processo de pintura de uma linha de montagem de ônibus**. 2011. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Departamento de Pós-graduação de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/95451>>. Acesso em: 08 dez. 2013.
- FUMAGALI JUNIOR, A. J. **Sistematização de modelo de implementação da Produção Enxuta baseado no DMAIC**. 2012. 199 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado, Departamento de Comissão de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000875253>>. Acesso em: 08 dez. 2013.
- LANDMANN, R. et al. *Lean Office*: Aplicação da mentalidade enxuta em processos administrativos de uma empresa do setor metal - mecânico. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29., 2009, Salvador. **Anais eletrônicos...** Salvador: Abepro, 2009. p. 01 - 04. Disponível em:

<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STP_091_621_12763.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2013.

MIGUEL, P. A. C. **Qualidade: Enfoque e ferramentas**. São Paulo: Editora Artliber, 2006.

PAVAN, F. H. B. **Aplicação de planos de sustentabilidade em implantações de Produção Enxuta**. 2008. 91 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2008. Disponível em: <www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/.../Pavan_Fabio_Henrique_Brito.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2013.

PINHO, A. F. de et al. Combinação entre técnicas de fluxograma e mapa de processo no mapeamento de um processo produtivo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27., 2007, Foz do Iguaçu. **Anais eletrônicos...** Foz do Iguaçu: Abepro, 2007. p. 02 - 05. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007_tr570434_9458.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2013.

SCATOLIN, A. C. **Aplicação da Metodologia Seis Sigma na Redução das Perdas de um Processo de Manufatura**. 2005. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000377027>>. Acesso em: 27 nov. 2013.

SILVA, I. B. da et al. Integrando a promoção das metodologias *Lean Manufacturing e Six Sigma* na busca de produtividade e qualidade numa empresa fabricante de autopeças. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 18, n. 4, p.689-692, jun. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2011000400002>. Acesso em: 23 nov. 2013.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

SYRIO, F. R.; ALVES, J. M. Proposta de um método para priorização de projetos *kaizen* na implementação do *lean manufacturing*: aplicação na indústria aeronáutica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29., 2009, Salvador. **Anais eletrônicos...** Salvador: Abepro, 2009. p. 04 - 09. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_WIC_097_656_13567.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2014.

TREVISAN, L. F.; LEITE, V. C. Acompanhamento e análise da implantação de um programa de melhoria da qualidade e da produtividade em uma instituição pública de ensino superior. In: JORNADA CIENTÍFICA DA FATEC DE BOTUCATU, 01., 2012, Botucatu. **Anais eletrônicos...** Botucatu: Faculdade de Tecnologia de Botucatu, 2012. p. 02 - 03. Disponível em: <<http://www.fatecbt.edu.br/jornacitec/index.php/jornacitec/article/view/216>>. Acesso em: 22 nov. 2013.

TORRES, L. F. **Avaliação da aplicação da manufatura enxuta em uma empresa do setor automobilístico: um estudo de caso**. 2011. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado da Faculdade de Engenharia Mecânica, Departamento de Materiais e Processos de Fabricação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000788124>>. Acesso em: 03 dez. 2013.

VASCONCELOS, D. S. C. de; SOUTO, M. do S. M. L.; GOMES, M. de L. B. A utilização das ferramentas da qualidade como suporte a melhoria do processo de produção - estudo de caso na indústria têxtil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29., 2009, Salvador. **Anais eletrônicos...** Salvador: Abepro, 2009. p. 05 - 06. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_tn_stp_091_621_14011.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2014.

VIEIRA FILHO, G. **Gestão da qualidade total uma abordagem prática**. 3. ed. Campinas: Editora Alínea, 2007. 144 p.

VILLELA, C. da S. S. **Mapeamento de processos como ferramenta de reestruturação e aprendizado organizacional**. 2000. 182 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Departamento de Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/78638/171890.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 27 nov. 2013.

WERKEMA, C. **Criando a cultura *lean seis sigma***. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2012. 182 p.

YAMANAKA, N. N. Mapeamento de processo de *Supply Chain* para implantação do SAP. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 33., 2013, Salvador. **Anais eletrônicos...** Salvador: Abepro, 2013. p. 03 - 05. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_177_009_22181.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2013.

APÊNDICE DE MÉTRICAS DE INDICADORES

Apêndice A - Métricas do Indicador Experiência do Técnico de Processo

CTQ	Experiência do técnico de processo	
INDICADOR	Horas de treinamento interno	Horas de treinamento externo
RESPONSÁVEL	Supervisor de Processo	Supervisor de Processo
DESCRIÇÃO	Tempo de treinamento em processo de manufatura, sistema, informática fora do grupo de empresas no período de três meses	Tempo de treinamento em processo de manufatura, sistema, informática fora do grupo de empresas no período de três meses
OBJETIVO	Garantir que o técnico de processo obtenha maior experiência em processos da manufatura	Garantir que o técnico de processo obtenha maior experiência em processos da manufatura
FREQUÊNCIA	Trimestral	Trimestral
FONTE	Planilha de controle de treinamentos do Supervisor	Planilha de controle de treinamentos do Supervisor
UNIDADE DE MEDIDA	Horas	Horas
MÉTODO DE CÁLCULO	Somatória de horas de treinamento de cada técnicos durante a semana no período de três meses	Somatória de horas de treinamento de cada técnicos durante a semana no período de três meses
STATUS	Implementando	Implementando

Apêndice B - Métricas do Indicador Trabalho Padrão

CTQ	Trabalho padrão		
INDICADOR	Formulários de melhorias com erros	Preenchimento do formulário melhoria	Formulários de solicitação de melhorias com erros
RESPONSÁVEL	Supervisor de Processo	Supervisor de Processo	Supervisor de Processo
DESCRIÇÃO	Formulários de melhorias que estavam fora do padrão estabelecido de cada técnico dentro do período de dois meses	Preenchimento completo do formulário de melhorias dentro de dois meses	Formulários de solicitação de melhorias que estavam fora do padrão estabelecido dentro de dois meses
OBJETIVO	Garantir que os formulários de melhorias estejam conforme padrão estabelecido	Garantir que todas as etapas dos formulários de melhorias sejam verificados	Garantir que os formulários de solicitação de melhorias estejam conforme padrão estabelecido
FREQUÊNCIA	Bimestral	Bimestral	Bimestral
FONTE	Pasta "Relatórios de Melhorias", salvo em DMP	Pasta "Relatórios de Melhorias", salvo em DMP	Pasta onde está salvo todas as melhorias solicitadas
UNIDADE DE MEDIDA	Percentual	Percentual	Percentual
MÉTODO DE CÁLCULO	$\% \text{ de formulários com erro} = \left(\frac{\text{Formulário com erro}}{\text{Total de formulários}} \right) * 100$	$\% \text{ de preenchimento do formulário} = \left(\frac{\text{Quant.de campos preenchido}}{\text{Quantidade de campos existentes}} \right) * 100$ $\text{Média de \% de preenchimento} = \left(\frac{\text{Somatório das \% de preenchimento dos form.}}{\text{Quantidade de formulários}} \right)$	$\% \text{ de formulários com erro} = \left(\frac{\text{Formulário com erro}}{\text{Total de formulários}} \right) * 100$
STATUS	Implementando	Implementando	Implementando

CTQ	Trabalho padrão		
INDICADOR	Preenchimento do formulário	Formulários de fabricação de Instruções técnica com erros	Preenchimento do formulário de fabricação de Instruções técnica
RESPONSÁVEL	Supervisor de Processo	Supervisor de Processo	Supervisor de Processo
DESCRIÇÃO	Preenchimento completo do formulário dentro de dois meses	Formulários de fabricação de Instruções técnica que estavam fora do padrão estabelecido dentro de dois meses	Preenchimento completo do formulário de fabricação de Instruções técnica dentro de dois meses
OBJETIVO	Garantir que todas as etapas dos formulários sejam verificados	Garantir que os formulários de fabricação de Instruções técnica estejam conforme padrão estabelecido	Garantir que todas as etapas dos formulários de fabricação de Instruções técnica sejam verificados
FREQUÊNCIA	Bimestral	Bimestral	Bimestral
FONTE	Pasta onde está salvo todas as melhorias solicitadas	Pasta onde está salvo todos os formulários de fabricação de I.T.	Pasta onde está salvo todos os formulários de fabricação de I.T.
UNIDADE DE MEDIDA	Percentual	Percentual	Percentual
MÉTODO DE CÁLCULO	$\% \text{ de preenchimento do formulário} = \left(\frac{\text{Quant.de campos preenchidos}}{\text{Quantidade de campos existentes}} \right) * 100$ $\text{Média de \% de preenchimento} = \left(\frac{\text{Somatório das \% de preenchimento dos form.}}{\text{Quantidade de formulários}} \right)$	$\% \text{ de formulários com erro} = \left(\frac{\text{Formulário com erro}}{\text{Total de formulários}} \right) * 100$	$\% \text{ de preenchimento do formulário} = \left(\frac{\text{Quant.de campos preenchidos}}{\text{Quantidade de campos existentes}} \right) * 100$ $\text{Média de \% de preenchimento} = \left(\frac{\text{Somatório das \% de preenchimento dos form.}}{\text{Quantidade de formulários}} \right)$
STATUS	Implementando	Implementando	Implementando

Apêndice C - Métricas do Indicador Disponibilidade de Dados

CTQ	Disponibilidade de dados	
INDICADOR	Prazo de atendimento da solicitação Dep. PPCP	Prazo de atendimento da solicitação Dep. Custos
RESPONSÁVEL	Supervisor de Processo	Supervisor de Processo
DESCRIÇÃO	Prazo de atendimento da solicitação de dados pelo DMP ao Dep. PPCP	Prazo de atendimento da solicitação de dados pelo DMP ao Dep. Custos
OBJETIVO	Garantir que a solicitação seja atendida no menor tempo	Garantir que a solicitação seja atendida no menor tempo
FREQUÊNCIA	Bimestral	Bimestral
FONTE	Planilha de controle de melhorias do Supervisor	Planilha de controle de melhorias do Supervisor
UNIDADE DE MEDIDA	Horas	Horas
MÉTODO DE CÁLCULO	<p>Somatório = Somatória de horas úteis de trabalho desde o 1ª solicitação até o recebimento do dado</p> <p>Média do prazo de atendimento a solicitação = $\left(\frac{\text{Somatório das horas úteis.}}{\text{Quantidade de solicitações}} \right)$</p>	<p>Somatório = Somatória de horas úteis de trabalho desde o 1ª solicitação até o recebimento do dado</p> <p>Média do prazo de atendimento a solicitação = $\left(\frac{\text{Somatório das horas úteis}}{\text{Quantidade de solicitações para este setor}} \right)$</p>
STATUS	Implementando	Implementando

Apêndice D - Métricas do Indicador Resultados

CTQ	Resultado	
INDICADOR	Redução de tempo	Redução de custo
RESPONSÁVEL	Gerente de Processo	Gerente de Processo
DESCRIÇÃO	Tempo reduzido no processo	Custo reduzido no processo por técnico
OBJETIVO	Garantir que que a melhoria atenda as necessidades dos clientes	Garantir que que a melhoria atenda as necessidades dos clientes
FREQUÊNCIA	Bimestral	Bimestral
FONTE	Pasta onde está salvo todas as melhorias	Pasta onde está salvo todas as melhorias
UNIDADE DE MEDIDA	Percentual	Percentual
MÉTODO DE CÁLCULO	$\% \text{ Tempo reduzido} = \left(\left(\frac{\text{Tempo proposto}}{\text{Tempo atual}} \right) * 100 \right) - 100$ $\text{Média de tempo reduzido} = \left(\frac{\text{Somatório das \% tempo reduzido.}}{\text{Quantidade de melhorias}} \right)$	Estimativa de redução de custo anual por semana em um período de dois meses de cada técnico
STATUS	Implementando	Implementando

Apêndice E - Métricas do Indicador Disponibilidade de Hora/Homem

CTQ	Disponibilidade de H/H		
INDICADOR	Tempo gasto com melhorias	Prazo de atendimento da solicitação Dep. Gestão de ferramental	Prazo de atendimento da solicitação Dep. Manufatura
RESPONSÁVEL	Supervisor de Processo	Supervisor de Processo	Supervisor de Processo
DESCRIÇÃO	Tempo despendido com melhorias durante a semana	Prazo de atendimento da solicitação de serviços pelo DMP ao Dep. Gestão de Ferramental	Prazo de atendimento da solicitação de serviços pelo DMP ao Dep. De Manufatura
OBJETIVO	Garantir que a melhoria seja implementada no prazo	Garantir que a solicitação seja atendida no menor tempo	Garantir que a solicitação seja atendida no menor tempo
FREQUÊNCIA	Semanal	Bimestral	Bimestral
FONTE	Planilha de controle de melhorias do Supervisor	Planilha de controle de melhorias do Supervisor	Planilha de controle de melhorias do Supervisor
UNIDADE DE MEDIDA	Horas	Horas	Horas
MÉTODO DE CÁLCULO	Quantidade de horas despendido para melhoria de cada técnicos no período de uma semana	Somatória de horas úteis de trabalho desde o 1ª solicitação até o recebimento do dado	Somatória de horas úteis de trabalho desde o 1ª solicitação até o recebimento do dado
STATUS	Implementando	Implementando	Implementando

CTQ	Disponibilidade de H/H	
INDICADOR	Prazo de atendimento da solicitação Dep. Logística	Prazo de atendimento da solicitação Laboratório
RESPONSÁVEL	Supervisor de Processo	Supervisor de Processo
DESCRIÇÃO	Prazo de atendimento da solicitação de serviços pelo DMP ao Dep. De Logística	Prazo de atendimento da solicitação de serviços pelo DMP ao Laboratório
OBJETIVO	Garantir que a solicitação seja atendida no menor tempo	Garantir que a solicitação seja atendida no menor tempo
FREQUÊNCIA	Bimestral	Bimestral
FONTE	Planilha de controle de melhorias do Supervisor	Planilha de controle de melhorias do Supervisor
UNIDADE DE MEDIDA	Horas	Horas
MÉTODO DE CÁLCULO	Somatória de horas úteis de trabalho desde o 1ª solicitação até o recebimento do dado	Somatória de horas úteis de trabalho desde o 1ª solicitação até o recebimento do dado
STATUS	Implementando	Implementando

Apêndice F - Métricas do Indicador Política em *EHS*

CTQ	Política de EHS
INDICADOR	Quantidade de melhorias EHS
RESPONSÁVEL	Supervisor de Processo
DESCRIÇÃO	Quantidade de melhorias em EHS
OBJETIVO	Garantir que uma quantidade mínima de melhorias seja destinada a EHS
FREQUÊNCIA	Semestral
FONTE	Planilha de controle de melhorias do Supervisor
UNIDADE DE MEDIDA	Porcentual
MÉTODO DE CÁLCULO	$\% \text{ Melhoria EHE} = \left(\left(\frac{\text{Quant. melhoria EHS}}{\text{Quant. total de melhorias}} \right) * 100 \right) - 100$
STATUS	Implementando