

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”  
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ANA PAULA TUBAKI**

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS UTILIZANDO A METODOLOGIA  
SEIS SIGMA PARA REDUÇÃO DE PERDAS EM UMA INDÚSTRIA DO  
SEGUIMENTO ALIMENTÍCIO**

MARÍLIA  
2016

ANA PAULA TUBAKI

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS UTILIZANDO A METODOLOGIA SEIS SIGMA  
PARA REDUÇÃO DE PERDAS EM UMA INDÚSTRIA DO SEGUIMENTO  
ALIMENTÍCIO

Trabalho de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador:  
Prof. Fábio Marciano Zafra

MARÍLIA

2016

Tubaki, Ana Paula

Aplicação de Ferramentas Utilizando a Metodologia Seis Sigma para Redução de Perdas em uma Indústria do Seguimento Alimentício / Ana Paula Tubaki; orientador: Fábio Marciano Zafra. Marília, SP: [s.n.], 2016.

58 f.

Trabalho de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília –UNIVEM, Marília, 2016.

1. Seis Sigma 2. Perdas 3. Desempenho

CDD: 658.4013



FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"  
Mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM  
Curso de Engenharia de Produção.

Ana Paula Tubaki - 51454-3

TÍTULO "Aplicação de Ferramentas Utilizando a Metodologia Seis Sigma para Redução de Perdas em uma Indústria do Segmento Alimentício."

Banca examinadora do Trabalho de Curso apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia de Produção da UNIVEM, F.E.E.S.R, para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Nota: 10,0

ORIENTADOR:   
Fabio Marciano Zafra

1º EXAMINADOR:   
Rodrigo Fabiano Ravazi

2º EXAMINADOR:   
Fabio Piola Navarro

Marília, 02 de dezembro de 2016

*À Deus pelo dom da vida;*

*À minha família, por todo amor e força nos  
momentos mais difíceis;*

*Aos meus pais pelos valores ensinados.*

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço à organização pela oportunidade em ser objeto do estudo, aos colaboradores ligados direta e indiretamente e aos amigos por contribuírem para a realização deste trabalho.*

*Agradeço também ao professor e orientador Fábio Marciano Zafra, uma das pessoas essenciais, que me guiou, tornando possível a concretização deste trabalho.*

*Agradeço ao UNIVEM pelas oportunidades e ensinamentos.*

*E por fim agradeço a Deus e à minha família, elementos fundamentais na minha vida.*

*“Inteligência é a capacidade de se adaptar à mudança”.*

Stephen Hawking.

TUBAKI, Ana Paula. **Aplicação de Ferramentas Utilizando a Metodologia Seis Sigma para Redução de Perdas em uma Indústria do Seguimento Alimentício**. 2016. 58 f. Trabalho de Curso. (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2016.

## RESUMO

Atualmente as empresas lutam para se manterem competitivas no mercado e a manufatura encontra neste contexto seu campo de ação, onde reduzir perdas e custos promoverá ganhos para a organização que é tarefa fundamental. Cada vez mais o que se busca em um processo industrial de produção é a maior obtenção de lucro e a conseqüente diminuição de perdas e prejuízos. Dentro deste cenário, surge a aplicação de metodologias que promovam oportunidades de melhorias, sendo uma delas o método DMAIC, com base na estratégia Seis Sigma. O presente trabalho parte de uma proposta de redução de perdas com a aplicação da ferramenta Seis Sigma, cuidadosamente pensado para a obtenção de maior lucro, uma vez que visa a redução de perdas. Sendo assim, o objetivo deste estudo é evidenciar e tratar a causa e origem das paradas de máquinas na linha de produção, que impactam negativamente no desempenho. Tal ação culminará em tempo disponível de produção que corresponderá a acréscimo de produtividade.

**Palavras-chave:** Seis Sigma. Perdas. Desempenho.



TUBAKI, Ana Paula. **Tools Application Using Six Sigma Methodology for Loss Reduction in a Alimentary Industry Follow** 2016. 58 f. Trabalho de Curso. (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2016.

## ABSTRACT

Currently companies are struggling to remain competitive in the market and manufacture in this context is its scope, which reduce losses and costs will promote gains for the organization that is critical task. Increasingly what is sought in an industrial production process is the most profit-making and the consequent reduction of losses and damages. Within this scenario, there is the application of methodologies that promote opportunities for improvement, one of the DMAIC method, based on the Six Sigma strategy. This study part of a loss reduction proposed in the application of Six Sigma tool, carefully designed to obtain higher profits, since it aims to reduce losses. Thus, the aim of this study is to highlight and address the cause and origin of machine stoppages in the production line, which impact negatively on performance. Such action will culminate in available time for production to match productivity growth.

**Key-words:** Six Sigma. Losses. Performance.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Classificação da Pesquisa.....	17
Figura 2: Princípios do Sistema Toyota de Produção.....	21
Figura 3: Procedimento de aprimoramento de tarefas inventado por Taylor .....	24
Figura 4: Pirâmide da estratégia Seis Sigma .....	27
Figura 5: Fases do projeto DMAIC .....	30
Figura 6: Análise de Pareto .....	31
Figura 7: Modelo de plano de ação .....	32
Figura 8: Diagrama de Ishikawa.....	33
Figura 9: Representação gráfica do cenário atual de orçamento, pedido e faturamento .....	37
Figura 10: Histórico da linha X .....	39
Figura 11: Diagrama de Pareto: Principais problemas por equipamento .....	40
Figura 12: Descrição do problema prioritário .....	41
Figura 13: Plano de ação .....	43
Figura 14: Evolução do Desempenho da Linha X.....	46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Elucidação do nível sigma e seus impactos.....	29
Tabela 2: Estimativa de tempo das fases DMAIC.....	30

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

*Benchmark*: Valor comparativo

*Benchmarking*: Processo de comparação de produtos e serviços

*Brainstorming*: Tempestade de ideias

DMAIC: Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar

DPMO: Defeitos por milhões de oportunidade

*Gap*: Lacuna

*Input*: Entrada

*Just in time*: Na hora certa

*Kaizen*: Melhoria contínua

*Kanban*: Cartão de produção

*Output*: Saída

OEE (*Overall Equipment Effectiveness*): Eficiência Global do Equipamento

PDCA (Plan, Do, Check, Action): Planejar, Fazer, Verificar e Agir

*Performance*: Desempenho

ppm: partes por milhão

*Project Charter*: Contrato do Projeto

*QFD*(*Quality Function Deployment*): Desdobramento da Função Qualidade

*Snacks*: Petiscos

*Start-up*: Início da produção

*Set-up*: Tempo para troca de ferramenta

*Stop*: Parada

5W1H (*What, Where, When, Who, Why, How*): O que, Onde, Quando, Quem, Por que e Como

5W2H (*What, Where, When, Who, Why, How, How much*): O que, Onde, Quando, Quem, Por que, Como e Quanto

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	14
1.1.	Delimitação do Tema.....	15
1.2.	Objetivo .....	15
1.3.	Objetivos Específicos .....	15
1.4.	Justificativa.....	15
1.5.	Metodologia.....	16
1.6.	Estrutura do Trabalho .....	17
2.	REVISÃO TEÓRICA .....	19
2.1.	Administração da Produção.....	19
2.2.	Produção Enxuta.....	20
2.2.1.	<i>Qualidade na Linha de Produção</i> .....	21
2.3.	Produtividade.....	22
2.4.	Perdas e Desperdícios.....	22
2.5.	Melhoria Contínua.....	23
2.6.	OEE – Índice de Eficiência Global do Equipamento .....	24
2.6.1.	<i>Perdas relacionadas ao OEE</i> .....	25
2.7.	Manutenção .....	26
2.8.	Seis Sigma .....	26
2.8.1.	<i>Conceito</i> .....	28
2.9.	Metodologia DMAIC .....	29
2.10.	Ferramentas de Análise .....	31
2.10.1.	<i>Análise de Pareto</i> .....	31
2.10.2.	<i>Medição</i> .....	32
2.10.3.	<i>Plano de Ação</i> .....	32
2.10.4.	<i>Brainstorming</i> .....	33
2.10.5.	<i>Diagrama de Ishikawa</i> .....	33
2.10.6.	<i>Cinco Porquês</i> .....	34
2.11.	Projeto.....	34
3.	ESTUDO DE CASO .....	36
3.1.	Empresa .....	36
3.2.	Cenário atual.....	36
3.3.	Definição do problema .....	37
3.4.	DMAIC.....	38
3.4.1.	<i>Definir</i> .....	38
3.4.2.	<i>Medir</i> .....	40
3.4.3.	<i>Analisar</i> .....	41
3.4.4.	<i>Implementar</i> .....	43
3.4.5.	<i>Controlar</i> .....	44
4.	RESULTADOS .....	45
4.1.	Proposta de melhoria .....	45
4.2.	Resultados preliminares.....	45

5. CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS .....	49
APÊNDICE A – TRATAMENTO DE ANOMALIA.....	52

## 1. INTRODUÇÃO

O atual cenário industrial presente no ambiente globalizado, leva as empresas a uma concorrência acirrada, na qual, para sobrevivência no mercado, a redução de custos e melhoria de processos precisa fazer parte da rotina para que esta alcance os resultados esperados. Assim elevam-se os ganhos e conseqüentemente a vantagem competitiva.

Para corresponder às exigências do mercado altamente criterioso, a empresa atual volta sua manufatura para o atendimento aos requisitos solicitados, com ampla diversificação de produtos e diversos modelos, oferecendo aos clientes um maior poder de escolha aliado à preços competitivos. Para tanto, as inovações e mudanças nos processos de produtos se tornam condições regulares, assim como, a redução da vida útil e prazos de entregas efetuados com maior eficiência. Isto é consequência da utilização de metodologias para obtenção de melhorias constantes nos processos, com identificação das perdas e a resolução das mesmas, sendo estes os atributos que diferem as empresas contemporâneas das empresas tradicionais (BORNIA, 1994).

Seguindo o raciocínio do mesmo autor, a grande relevância que distingue ambas as empresas, é a ininterrupta busca por melhorias de suas operações. Atualmente, a necessidade para as organizações é de uma cultura voltada essencialmente para a instigação incessante na busca de aperfeiçoamento, considerando além das inovações, também a atenuação das perdas presentes no processo. A estagnação de uma empresa decorrerá de maneira evidente à sucumbência de sua existência no ambiente global, visto que, em todas as operações o avanço pode ser alcançado de forma infundável.

Desta maneira, o elemento fundamental para o alcance da melhoria contínua nos processos se faz pela redução das perdas. Vital para permanência no mercado contemporâneo, a ação voltada para diminuição desta é prática obrigatória dentro de uma organização, compreendendo seu conceito e visualizando que toda atividade executada que não agrega valor ao produto, assim como a produção de produtos defeituosos, perdas de materiais, atividades não produtivas são exemplos de perdas num processo. Mesmo algumas destas atividades sendo indispensáveis à elaboração do produto, elas devem ser melhoradas.

## **1.1. Delimitação do Tema**

Este trabalho tem como tema uma proposta para redução de perdas por intermédio da aplicação de ferramentas da metodologia Seis Sigma, por meio de um estudo de caso realizado em uma linha de produção de uma indústria alimentícia na região de Marília.

## **1.2. Objetivo**

Analisar o processo atual evidenciando possíveis pontos de geração de perdas por eficiência para elaboração de uma proposta de redução baseada nas ferramentas da metodologia Seis Sigma.

## **1.3. Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Analisar o cenário atual;
- Aplicar metodologia Seis Sigma;
- Elaborar um plano de ação com propostas de resolução de problemas;
- Analisar o impacto esperado.

## **1.4. Justificativa**

As organizações tradicionais se comportam de forma acomodada perante as situações existentes em seu âmbito, conduta essa contrária às práticas desempenhadas pelas organizações modernas. Estas por sua vez, vivem na constante busca por meios que resultem em redução de custos e perdas, atuando incessantemente na eficiência da manufatura (BORNIA, 1994).

A redução das perdas impacta diretamente na lucratividade, sendo esta a variável mais estimada pelos gestores das empresas. Um dos modos de aumentá-la é mediante a redução dos custos operacionais. Essencialmente, seu propósito é averiguar os ganhos pretendidos e os concretizados oriundos da distribuição de determinados produtos, sendo de notável importância para determinação dos valores de venda destes, estabelecendo assim, a margem de lucro da organização.



Sendo assim, um estudo preliminar efetuado na linha fabril evidenciou que os níveis de perdas por eficiência ocorrem durante a interrupção do processo de produção, o qual afeta diretamente o desempenho da linha, desta forma, um estudo de caso será desenvolvido para redução das mesmas, incluindo o desenvolvimento de ações e uma análise dos impactos esperados.

## **1.5. Metodologia**

Segundo Oliveira (2012, p.43) apud Legendre (1993, p.845), “a metodologia é um conjunto de métodos utilizados dentro de um determinado setor de atividades”. Por conseguinte, atribui-se a adoção de métodos para compreensão da metodologia, pressupondo a determinação de meios didáticos, metodológicos e técnicos.

Sendo a metodologia um processo que integra um grupo de métodos e técnicas, esta deve submeter-se a uma sequência de procedimentos, iniciando com a delimitação do tema para pesquisa, estendendo ao estudo, por meio de análise dos dados levantados e apresentando uma proposta para redução ou eliminação do problema explorado contribuindo para aquisição de conhecimento (Oliveira, 2012).

Para Oliveira (2012, p.39), a interação das informações qualitativas e quantitativas propicia a pesquisa um elevado nível de confiabilidade e veracidade nos resultados obtidos. Desta forma a análise qualitativa, segundo Lüdke (2012), favorece a proximidade imediata e duradoura do explorador com o meio e a condição pesquisada, mediante tarefa intensa de campo, enquanto que, a quantitativa, estabelece dados mensuráveis, por meio de estatística.

Oliveira (2012, p.65) ressalta que a pesquisa exploratória “desenvolve estudos que dão uma visão geral do fato ou fenômeno estudado”, ou seja, viabiliza o conhecimento de informações sobre o problema em que se deseja atuar, contribuindo com as informações necessárias para o estudo de caso.

Complementando, André (2012, p.17) relata que o estudo de caso é a abordagem de um caso definido pertencente a um processo mais amplo, sendo assim, sua relevância coincide na singularidade deste caso.

Desta forma, o presente trabalho apresenta características de pesquisa quantitativa e qualitativa, de caráter exploratório com pesquisa bibliográfica e estudo de caso, sua representação gráfica demonstra-se na Figura 1.

Para o estudo de caso, os dados foram obtidos por meio da análise do processo e seu acompanhamento in loco. Quanto à revisão teórica, esta foi fundamentada em fontes científicas, como livros, periódicos, artigos científicos e bibliotecas virtuais.

Figura 1: Classificação da Pesquisa



Fonte: O autor.

## 1.6. Estrutura do Trabalho

O presente trabalho exhibe uma estrutura composta por cinco capítulos em que o capítulo um, apresenta a abordagem do estudo, delimitando o tema, o objetivo geral, os objetivos específicos, a relevância que motivou a elaboração deste e a metodologia para direcionamento da pesquisa, elevando seu nível de confiança e efetividade.

No capítulo dois encontra-se o referencial teórico, objeto de suma importância para embasar o estudo por meio de bibliografias literárias de outros autores, as quais proporcionam conhecimento necessário para uma visão holística do contexto explanado. Desta forma, foram citados conceitos de maneira generalizada como a Produção Enxuta, Qualidade, Perdas e Desperdícios, Melhoria Contínua, OEE (Índice de Eficiência Global do Equipamento), Manutenção, Seis Sigma, metodologia DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar) e as ferramentas para análise dos problemas encontrados.

O estudo de caso é retratado no capítulo três com a descrição da empresa, o cenário a qual se encontra, exibindo e elucidando meticulosamente o problema e seus dados com a aplicação da metodologia DMAIC.

Os resultados preliminares e esperados são retratados no capítulo quatro mensurando os ganhos qualitativos e quantitativos para a organização expondo as ações realizadas durante o decorrer do trabalho e as propostas para o acompanhamento pósterio.

A conclusão é exposta no capítulo cinco exibindo todos os ganhos obtidos para a organização com o fechamento do estudo e o atendimento aos objetivos propostos inicialmente.

## **2. REVISÃO TEÓRICA**

### **2.1. Administração da Produção**

Segundo Laugeni e Martins (2013), desde os primórdios, a função produção já era exercida através da transformação da pedra em algum objeto mais conveniente para suprir a necessidade de nossos antepassados, porém não havia nenhum tipo de comércio, troca ou escambo.

Com o passar do tempo, o homem começa a fixar preços em suas peças produzidas atendendo às encomendas e cumprindo prazos de entrega, surge então a produção organizada, composta por artesãos com grandes habilidades para atender a demanda de terceiros. Desta forma, os autores Laugeni e Martins (2013), definem o conceito produção como o conjunto de atividades que transformam um bem tangível em outro de maior utilidade.

Seguindo o raciocínio dos autores, com a Revolução Industrial em 1.760, o sistema de produção organizada entra em declínio, dando lugar as primeiras fábricas, com a substituição do trabalho artesanal pela mecanização com as primeiras máquinas movidas a vapor, descoberta esta, de James Watt em 1764. A mão de obra destas fábricas eram compostas pelos aprendizes e artesãos, estes no qual anteriormente possuíam suas próprias oficinas, agora se tornam operários explorados, assalariados e com péssima remuneração.

Os autores atribuem que a partir desta revolução do método de produção, surge então a necessidade de padronização dos produtos e processos, treinamentos, modelos de gestão de operações (supervisão, gerência), planejamento da linha de produção, estudo do mercado e desenvolvimento da prática em vendas.

Em 1790, Eli Whitney, recebe um pedido do governo dos Estados Unidos para produção de dez mil mosquetes, nasce então a intercambialidade de peças com a padronização dos elementos, promovendo alta vantagem operante para o exército (CORRÊA e CORRÊA, 2010).

O conceito de padronização da produção foi mais bem aplicado na passagem do século XIX para o século XX, com o desenvolvimento de procedimentos científicos pelo pai da Administração Científica, cujo propósito era o aumento da produtividade. Conforme Corrêa e Corrêa (2010), Frederick Taylor, elaborou técnicas eficientes para a sistematização do estudo e análise do trabalho, conhecido como estudo de tempo e métodos. Através dos trabalhos de Taylor, Henry Ford, em 1910, elabora o conceito de produção em massa.

Complementando, Maximiano (2004), relata que o período Fordismo foi marcado pela implantação da linha de montagem em série, com elevados volumes de rendimento no setor automobilístico e padronização dos produtos finais, onde as estações de trabalho eram fixas e os produtos se moviam, porém apresentava baixa diversidade produtiva.

Surge em meados da década de 1960, o sistema produção enxuta, originário do Japão, com o objetivo de reconstruir o país e reerguer sua economia, deixando de ser uma nação devastada pela guerra. Este sistema de administração focado na qualidade, economia de recursos e redução de desperdícios despertou e desperta interesse global pelas demais nações até os dias de hoje (CORRÊA e CORRÊA, 2010).

## **2.2. Produção Enxuta**

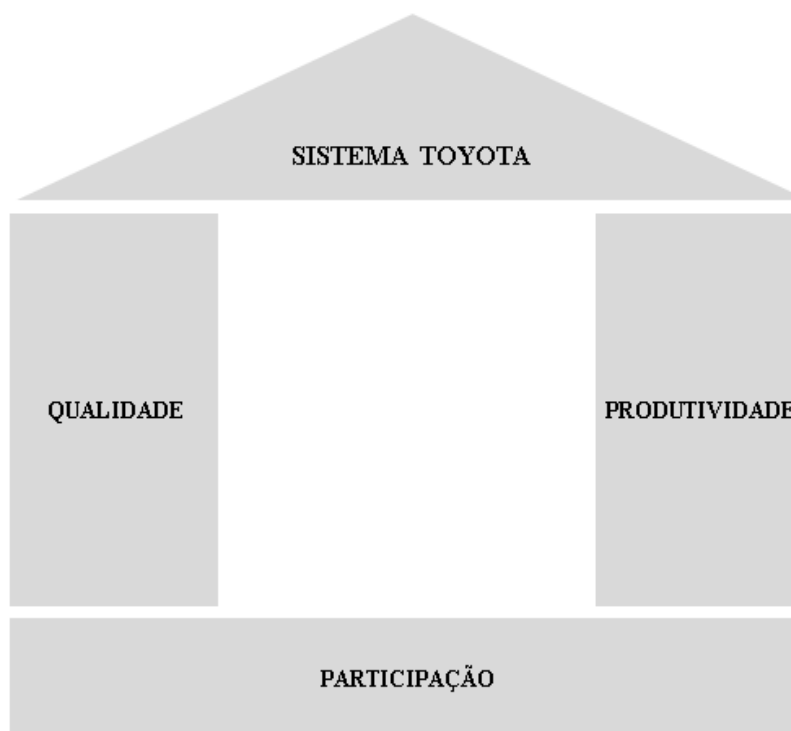
Em 1945 a Segunda Grande Guerra Mundial chega a seu término, com a derrota do Japão, um país devastado e com recursos escassos. No entanto, esta data não foi somente o marco da derrota, para a Toyota foi seu reinício. A Toyota, uma empresa que atendia as necessidades da indústria têxtil com a produção de teares, inicia em 1934 a produção de automóveis. Porém em meados de 1940, para apoiar seu país, a empresa interrompe a produção automobilística e passa a produzir somente caminhões para a guerra. Ao término da guerra, o líder da empresa na época, Toyoda Kiichiro, fala que a única forma da empresa japonesa sobreviver seria alcançando os americanos em produtividade. Para superar a produtividade dos americanos, estudos sobre os métodos por eles utilizados foram realizados por executivos da Toyota, como o *benchmarking* (processo de comparação de produtos e serviços). Descobriram então que sua grande desvantagem era o desperdício, elemento para definir os níveis de produtividade, algo inaceitável para um país pós-guerra (CORRÊA e CORRÊA, 2010, p.35-36).

Desta maneira, Eiji Toyoda, pertencente à família proprietária da empresa Toyota, e Taiichi Ohno, chefe da engenharia, também da mesma empresa, reuniram técnicas da manufatura para redução de desperdícios, com soluções de maior eficiência e baixa onerosidade, tendo com princípios a qualidade e produtividade, pilares do sistema, aliados à participação, como mostra a Figura 2, dando origem ao sistema atualmente conhecido como Sistema Toyota de Produção ou *Just in time* (na hora exata) (MAXIMIANO, 2004, p.84-85).

Para Laugen e Martins (2013, p.461), o sistema de produção enxuta deriva da integração entre variadas técnicas e procedimentos, possibilitando uma manufatura versátil e ajustável, atendendo as especificações definidas pela qualidade do produto, movimentação

dos materiais e os processos de manufatura. Este sistema se torna permissível em virtude das ferramentas e técnicas que são utilizadas pela produção enxuta, como *kanban* (cartão de produção), QFD (*Quality Function Deployment* ou Desdobramento da Função Qualidade), layout da unidade fabril, entre outras.

Figura 2: Princípios do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Adaptado de Maximiano (2004, p.85)

Ainda segundo Laugeni e Martins (2013, p.462 e 463), a implantação deste sistema requer um árduo trabalho, pois praticar o *just in time*, não corresponde em si só alterar o arranjo com direcionamento nos clientes, a abrangência vai muito além, identificando a real importância do produto para o cliente, não somente seu valor, pois um produto indesejado corresponde à um desperdício pela perspectiva do sistema enxuto.

Assim sendo, ao se alcançar versatilidade e qualidade nos processos manufatureiros, conseqüentemente, há uma reação secundária perceptível na efetividade, agilidade e elevado índice de confiabilidade nos processos (CORRÊA e CORRÊA, 2010).

### **2.2.1. Qualidade na Linha de Produção**

A indústria Toyota evidenciou que além dos desperdícios, os defeitos oriundos do processo deveriam ser minimizados, mas não pela forma habitual que consistia em apenas

tratar o problema sem avaliação da causa que o originou. O processo na época desenvolvido pela empresa consistia em interromper a linha de produção, caso não fosse possível sua solução, onde cada falha passaria por uma análise metódica, utilizando o “por quê?” até que fosse possível evidenciar a causa raiz, método atualmente conhecido com “5 Por quês” (MAXIMIANO, 2004).

O mesmo autor observa que a aplicação de tal método eliminou os problemas, promovendo que o programado versus o realizado pela produção fosse aproximadamente a 100%, resultados alcançados devido à metodologia de análise e desenvolvimento de ação corretiva agindo direto na causa origem do erro.

### **2.3. Produtividade**

Para Campos (2004), a produtividade é o quociente entre o que se produz e o que se consome, com o propósito de produzir mais e melhor com o mínimo de recursos possíveis, ou seja, a relação entre *output* (saídas) e *input* (entradas). Segundo Laugeni e Martins (2013), o conceito mais tradicional deriva da “relação entre valor do produto e/ou serviço produzido e o custo dos insumos para produzi-lo”.

Sendo assim, os fatores externos e a grande maioria, internos, definem a gestão dos custos de insumos de uma organização. Os fatores internos, ou microambiente, são de total controle da organização, como seu parque industrial, alguns recursos escassos, caso da energia elétrica, mão de obra, sustentabilidade com a exigência da introdução de equipamentos de resguardo ambiental que muitas vezes acabam impactando na produtividade, e também o foco em inovação e tecnologia para garantir sua competitividade (LAUGENI e MARTINS, 2013).

O conceito de produtividade, segundo Campos (2004), está interligado a qualidade, pois não há o atendimento aos requisitos dos clientes se esta for esquecida, tal como a atenuação de desperdícios, enfim melhorias no processo como um todo. Portanto, a produtividade viabiliza os meios para a obtenção de melhores resultados.

### **2.4. Perdas e Desperdícios**

Segundo Corrêa e Corrêa (2010, p. 605), “eliminar desperdícios significa analisar todas as atividades realizadas na fábrica e descontinuar as que não agregam valor à produção”. Desta forma, Shigeo Shingo, engenheiro da *Toyota Motor Company* e autoridade de prestígio em *just in time*, detecta os sete grandes desperdícios:

- **Desperdício de superprodução:** advém das falhas presentes no processo de manufatura, como a produção sem demanda, com a conseqüentemente formação de estoques e lotes que dificultam a deslocação, tudo reflexo da ausência de planejamento e gestão (CORRÊA e CORRÊA, 2010).
- **Desperdício de espera:** ocasionado pela falta do material ou a espera deste para processamento, prática que eleva a taxa de utilização dos equipamentos (CORRÊA e CORRÊA, 2010).
- **Desperdício de transporte:** corresponde a toda movimentação durante o processo de produção que não agrega valor, é desnecessário e que gera desperdício (CORRÊA e CORRÊA, 2010).
- **Desperdício de processamento:** atribuído a toda atividade no processo ou componente que possa ser eliminado, sem que sua retirada afete a qualidade do produto final, pois se acrescenta custo e não valor está sujeito a uma avaliação para verificar sua importância (CORRÊA e CORRÊA, 2010).
- **Desperdício de movimento:** exposto nas mais variadas operações dentro de um processo, melhorado por meio dos estudos dos tempos e métodos (CORRÊA e CORRÊA, 2010).
- **Desperdício de produzir produtos defeituosos:** responsáveis pelos maiores índices de desperdícios dentro da manufatura, os defeitos provém das adversidades de qualidade. Cada produto defeituoso remete perda de matéria-prima, mão de obra, movimentação, armazenagem e disponibilidade de equipamento (CORRÊA e CORRÊA, 2010).
- **Desperdício de estoques:** representa o desaproveitamento de espaço e capital, e ainda mascara outras condições de perdas da cadeia produtiva (CORRÊA e CORRÊA, 2010).

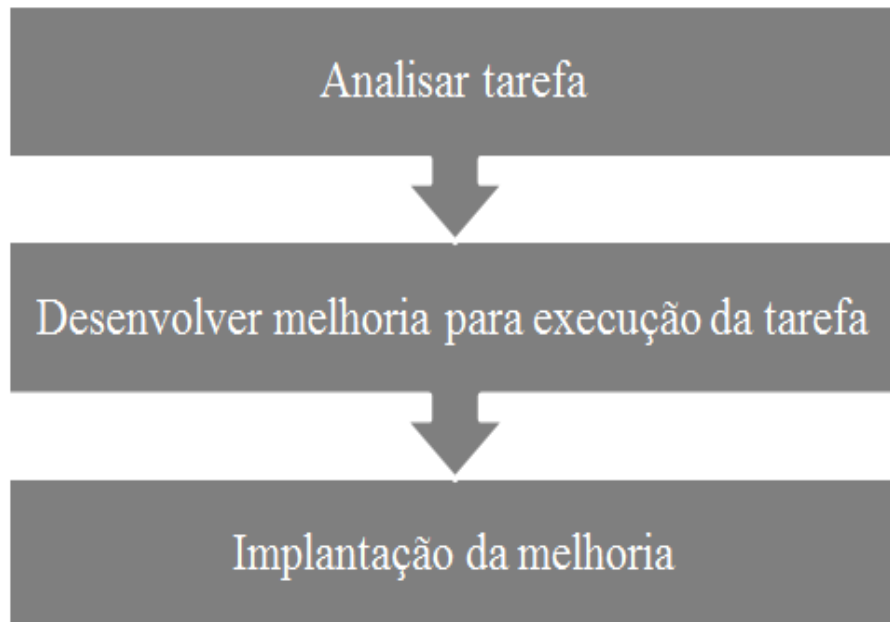
## 2.5. Melhoria Contínua

Para Maximiano (2004, p.86), a erradicação dos desperdícios expostos anteriormente correspondem ao elemento essencial do Sistema Toyota de gerenciamento, razão da filosofia *just in time*. A utilização do *kaizen* (melhoria contínua), vocábulo de origem japonesa, sustenta o sistema, pois visa à perfeição contínua, promovendo trabalhos metódicos que seguem o mesmo mecanismo concebido por Taylor para o alcance de resultados, obedecendo



a uma ordem de execução exposta na Figura 3, que consiste na análise do problema ou tarefa, desenvolvimento de uma melhoria para a questão abordada e sua implantação.

Figura 3: Procedimento de aprimoramento de tarefas inventado por Taylor



Fonte: O autor.

## 2.6. OEE – Índice de Eficiência Global do Equipamento

O OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) índice de Eficiência Global do Equipamento é notável para mensurar o desempenho das máquinas ou equipamentos de uma organização. Os índices monitorados quando pertencem a dados apropriados torna possível a verificação dos progressos que refletem as execuções de ações em máquinas ou outros problemas relacionados a perdas por falhas ou retrabalhos, proporcionando uma avaliação minuciosa dos processamentos da manufatura (ALBUQUERQUE et al, 2006, p.89).

Segundo Calado e Calarge (2010), OEE é definido como instrumento com dados quantificáveis e mensuráveis que possibilitam a medição do desempenho operacional das linhas de manufatura, promovendo o gerenciamento e confronto das informações das linhas de trabalho por meio do indicador de desempenho.

Para Albuquerque et al (2006), para calcular o OEE devem-se compreender três aspectos, sendo:

- Disponibilidade: percentual em relação ao tempo efetivo do equipamento durante o processo de produção.

- Eficiência: é a razão entre a velocidade real do equipamento e velocidade nominal.
- Qualidade: indica o percentual de peças que atenderam as especificações da qualidade em relação às perdas (peças fora do padrão especificado).

Desta forma, o OEE é resultado do produto entre a disponibilidade, eficiência e qualidade, considerado como *benchmark*, valor comparativo mundial com o índice ideal de 85% (ALBUQUERQUE et al, 2006).

### **2.6.1. Perdas relacionadas ao OEE**

Segundo Chiaradia (2004) apud Hansen (2002), as perdas que impactam no índice de Eficiência Global do Equipamento caracterizam-se em cinco grupos:

1 – Perdas de tempo para reparo: abordam quaisquer interrupções que envolvam a reparação do equipamento e subdivide-se em:

- Reparo técnico: abrange o tempo com origem em erros relacionados à área de manutenção que necessitem de consertos.
- Reparo operacional: todo o tempo em que os procedimentos operacionais padrão não são respeitados, as falhas operacionais e a falta de limpeza ocasionando excesso de impureza que provoquem alguma nocividade a integridade do equipamento.
- Reparo de qualidade: ocasionados por problemas com materiais e insumos, adversidades no monitoramento dos processos e testes realizados sem prévia programação.

2 – Tempos de parada: são considerados os tempos programados e não programados, tais como:

- Tempo de parada operacional: interrupção do processo programada para setups e suprimento dos materiais para o processo.
- Tempo de parada induzida: interrupção por motivos extrínsecos não ligados as máquinas, como carência de mão de obra, ausência de comunicação de informações importantes e reuniões extraordinárias.

3 – Tempos excluídos: utilizados para manutenção preventiva, experimento de novos produtos, contemplando também os feriados e fins de semana que não há programação de produção.

4 – Perdas de velocidade: consiste na diminuição da porcentagem de velocidade que a máquina foi concebida para produzir certo produto que não atende aos padrões determinados.

5 – Perdas por não qualidade: razão entre o total de produtos adequados pelo total produzido de produtos.

## **2.7. Manutenção**

Segundo Xenos (2004), a Manutenção pode ser elucidada como junção de atividades de gerenciamento do processo e também as técnicas, ambas designadas a preservar ou restituir as condições básicas de funcionamento para que um equipamento atenda às necessidades de operação, executando o desempenho esperado.

A trajetória da manutenção pode ser contextualizada em três fases, sendo a primeira, sucessora da Segunda Guerra Mundial com manutenções elementares, limpar e lubrificar. A segunda fase ocorreu no período após a guerra para atender as necessidades industriais da época, emergindo o conceito de manutenção preventiva com o propósito de aumentar o nível de confiança e condição das máquinas. Já a terceira fase aconteceu no decênio de 80 contemplando a mutação de manutenção, ou seja, as organizações começam a administrar seu ambiente técnico fabril, aplicando ferramentas e sistemas de gerenciamento que proporcionem redução no número de quebras, reduzindo despesas e alavancando produtividade mantendo a qualidade da produção (TONDATO, 2004 apud MOUBRAY, 1997).

Para Tondato (2004) apud Bamber et al (1999), o conceito antes sobre manutenção como área de apoio, responsável pelos elevados índices de gastos e com baixa eficiência para fins comerciais não se aplica mais. Atualmente, as manufaturas utilizam métodos e procedimentos estratégicos que impulsionem a área a um melhor desempenho, pois ela é um dos principais meios para aumentar a produtividade.

## **2.8. Seis Sigma**

Seis Sigma é a combinação entre concepções práticas e teóricas entre a inovação e a continuidade. O conceito anteriormente relacionava o Seis Sigma somente as fórmulas estatísticas de controle de processo e capacidade, porém atualmente há sua amplificação na totalidade de melhorias abordadas. Uma designação com acepção mais contemporânea para o termo é um sistema globalizante e versátil para executar, prosseguir e potencializar atividades com resultados positivos. Sua essência é governada meramente pelo entendimento diligente das carências do cliente, utilização sistemática dos eventos, informações e estudos estatísticos e prudência zelosa ao coordenar, aperfeiçoar e recriar os procedimentos dos processos (BETTS et al., 2013, p.470).

Segundo Werkema (2012):

O Seis Sigma é uma estratégia gerencial disciplinada e altamente quantitativa, que tem como objetivo aumentar expressivamente a performance e a lucratividade das empresas, por meio da qualidade de produtos e processos e do aumento da satisfação de clientes e consumidores.

A estratégia Seis Sigma inclui uma modificação na cultura de toda organização e obedece a uma ordem de execução de metodologias DMAIC e PDCA (Plan, Do, Check, Action), aplicando-as não somente pela utilização de métodos estatísticos, mas também, por outros meios para analisar incorreções presentes nos processos das organizações (NICOLETTI JÚNIOR, 2007, p.15). Através do modelo piramidal, apresentado na Figura 4, é notório que a base consiste em uma metodologia com fonte de dados e fatos aliados a estudos estatísticos, e que o apoio da alta direção é imprescindível pra a obtenção de resultados, melhorando produtos, satisfazendo clientes, reduzindo os custos e atingindo metas.

Figura 4: Pirâmide da estratégia Seis Sigma



Fonte: Nicoletti Junior (2007, p.15)

No epílogo do decênio de 80, a empresa Motorola, fabricante de equipamentos eletrônicos dá início a adoção de uma sistemática de trabalho focada na melhoria dos procedimentos de seus processos e conseqüentemente em seus produtos, intitulado-a Seis Sigma (CLETO e QUINTEIRO, 2011). Segundo Betts et al. (2013, p.470), a percepção das conseqüências negativas das variabilidades do processo habitam no âmago do Seis Sigma,

sendo assim, a repulsa a estas variações impulsionou a Motorola a estabelecer como escopo o contentamento íntegro do cliente.

Para atingir tal objetivo, fixou-se como requisitos para alcançar a necessidade do cliente, o comprometimento com as entregas programadas no prazo exato, produtos sem imperfeições, sem falhas no projeto e na geração. Primeiramente, intensificaram esforços nas retiradas dos defeitos na fase de elaboração do produto, porém constatou-se que as falhas estavam ocultas, fato que os levou a atuar nas particularidades do projeto, intensificando-as. Deste modo, a empresa Motorola compreendeu que sua qualidade exigia que os processos apresentassem uma variabilidade intrínseca de desvio padrão de até  $\pm 3$ , considerando o desvio como metade do limite de suas normas especificadas (BETS et al., 2013).

A adoção ao método proporcionou a Motorola altos ganhos e premiações no âmbito da qualidade, evento que incentivou outras organizações a aderirem o Seis Sigma, tal como a *General Electric* (GE), utilizando a estratégia e representando a maior notabilidade entre as empresas que aderiram (CLETO e QUINTEIRO, 2011, p.211 apud BAÑUELAS, 2002). A difusão no Brasil começou em 1997 pelo Grupo Brasmotor, obtendo rendimentos relevantes no ano de 1999 (CLETO e QUINTEIRO, 2011, p.211 apud WERKEMA, 2002).

A relevância que diferencia o método Seis Sigma de outros da qualidade centraliza-se na conversão dos procedimentos padrões para decifração de falhas no ambiente corporativo. O reflexo da modificação dos dados em experiência gera efetividade em solucionar impasses e proporciona ganhos para a organização. No entanto, para que o objetivo seja alcançado é de suma importância o apoio da alta administração (REBELATO, RODRIGUES e RODRIGUES, 2009 apud AGUIAR, 2002).

Complementando, Werkema (2012) relata a perspectiva dos propósitos planejados da organização determinando que seja de suma importância à imposição de metas focadas em melhoria ou redução de perdas e desperdícios, fundamentada em medidas mensuráveis aplicadas a projetos, para todas as áreas chaves continuarem a existir e obter êxito pósteros para a empresa. O grupo de trabalho destes projetos são conduzidos por líderes experientes em Seis Sigma, adepto ao método DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar) em que as atribuições são relacionadas diretamente a responsabilidade atribuída a estes.

### **2.8.1. Conceito**

Segundo Nicoletti Júnior (2007), define-se cientificamente sigma como uma grandeza física do grau ou situação em que a qualidade de determinado processo ou produto

se encontra. Nessa conformidade quanto maior a proporção, mínimas são as possibilidades de fornecer efeitos que não atinjam os requisitos definidos pelo cliente.

Para fins estatísticos, “sigma ( $\sigma$ ) é o ponto de inflexão da curva” (NICOLETTI JÚNIOR, 2007), para a estratégia, o sigma estabelece o “desvio padrão de um processo” (BETS et al., 2013). A forma gráfica grega também mensura como os “defeitos por milhões de oportunidades (DPMO)” (BETS et al., 2013). As vantagens decorrentes em atingir o modelo Seis Sigma são exibidos na Tabela 1 com a relação entre os ganhos quando se eleva o nível sigma de qualidade, em que o maior percentual de conformidade reduz o número de defeitos e dos custos da não qualidade proveniente dos produtos não conformes, aumentando assim o faturamento da organização.

Tabela 1: Elucidação do nível sigma e seus impactos

<b>Escala Qualidade (nível <math>\sigma</math>)</b>	<b>Performance Sigma % Conformidade</b>	<b>Defeitos por Milhão (ppm)</b>	<b>Custo da Não Qualidade (% faturamento da organização)</b>
Dois sigma	69,15	308.537	Não se aplica
Três sigma	93,32	66.807	25 a 40
Quatro sigma	99,379	6.210	15 a 25
Cinco sigma	99,9767	233	5 a 15
Seis sigma	99,99966	3,4	< 1

Fonte: Adaptado de Nicoletti Júnior (2007, p.21) e Werkema (2012)

## 2.9. Metodologia DMAIC

Segundo Cleto e Quinteiro (2011, p.213), a utilização da metodologia DMAIC requer que o problema relacionado à performance industrial não tenha uma explicação conhecida. Por meio de uma análise específica de melhoria contínua, será necessária a existência de grupos de elementos que permitam sua mensuração, unidos a grupos de métricas de desempenho, os indicadores, para que combinem a possibilidade de melhoria. Os projetos necessitam de acompanhamento na medida em que avançam através de indicadores, no qual os índices de despesas (custo), qualidade ou tempo, resultem algum tipo de ganho para a organização, seja de caráter quantitativo ou qualitativo. A duração de um projeto pode variar entre seis meses a um ano, o que determina o prazo é seu grau de complexidade e a disponibilidade de recursos. A Tabela 2 apresenta a estimativa de tempo para cada fase da metodologia DMAIC durante a execução de um projeto, controle este efetuado por cronograma.

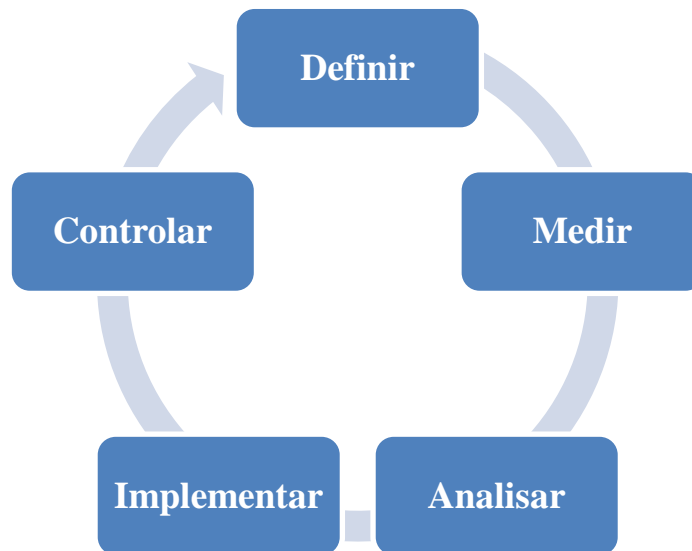
Tabela 2: Estimativa de tempo das fases DMAIC

Fase	% Tempo estimado
Definir	2
Medir	25
Analisar	45
Implementar	25
Controlar	3

Fonte: Adaptado de Cleto e Quinteiro (2011, p. 213)

Para Servin, Santos e Gohr (2012, p.4) apud Pande, Neuman e Cavanagh (2001) a metodologia obedece a uma ordem para execução das fases, como um ciclo exposto na Figura 5, que influencia diretamente no êxito da entrega do resultado esperado para o projeto.

Figura 5: Fases do projeto DMAIC



Fonte: O autor.

- **Definir:** determina com exatidão escopo do projeto e equipe.
- **Medir:** consiste na determinação da localização e quantificação das variáveis para análise estatística do problema.
- **Analisar:** define as causas de cada problema que necessitam de progresso.
- **Implementar:** executar as propostas, avaliações e melhorias identificadas para o problema.
- **Controlar:** certificar que os avanços se sustentarão num período mais extenso.

Complementando, para Werkema (2012) a metodologia requer um sólido planejamento nas fases definir, medir, analisar e implementar, pois implicam em um plano singularizado cuja efetivação das ações concebem estudos complexos efetivos com desfechos fundamentados e continuidade dos resultados por extenso período.

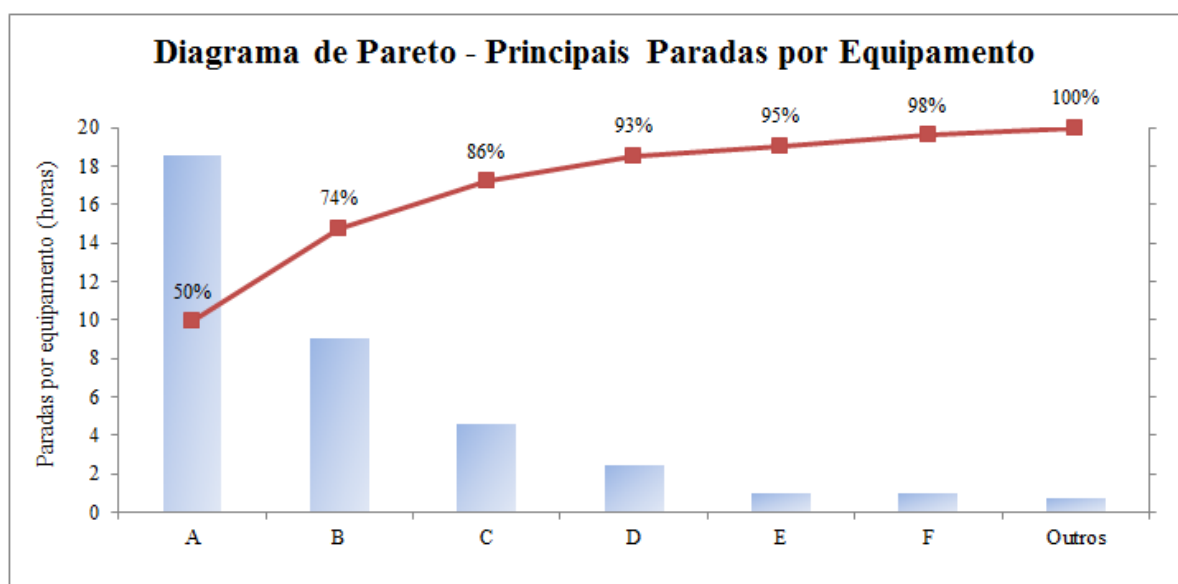
## 2.10. Ferramentas de Análise

### 2.10.1. Análise de Pareto

O Princípio de Pareto surgiu em 1897 como uma reprodução gráfica do princípio 80/20, onde 20% das causas refletem em 80% dos problemas de uma determinada situação. Descoberta esta resultado de estudos de um italiano economista, Vilfredo Pareto, o qual constatou que 80% dos resultados de uma pessoa na atividade, na realidade consomem apenas 20% do seu tempo para sua execução (DAYCHOUM, 2008).

Segundo Gupta e Sri (2012), a análise de Pareto exposta na Figura 6 é primordial para as tomadas de decisões, uma ferramenta que ilustra através de um gráfico de barras decrescente o grau de seriedade das informações e suas ocorrências, evidenciando o que é essencial do banal, ou seja, atuar na circunstância mais favorável à oportunidade de redução de perdas e melhorias que viabilizem retornos para a organização.

Figura 6: Análise de Pareto



Fonte: O autor.



### 2.10.2. Medição

Segundo Werkema (2011), as efetuações de medições em um processo influenciam diretamente no ato decisório da gestão dos processos de produção das organizações, uma vez que, estas se baseiam em dados obtidos de coletas. Desta forma, é elementar analisar e validar a veracidade dos dados obtidos e a maneira que estas medições são realizadas no processo.

Ainda segundo o mesmo autor, as medições apresentam variabilidades adjuntas aos métodos executados para medições, como a degradação do aparelho; o posicionamento deste para medir o objeto; fatores externos; métodos inadequados para execução; falta de capacitação e ausência de calibração. Estes fatores originam uma variação nos dados coletados convergindo em imprecisão na mensuração.

O objetivo elementar das medições é identificar a ocorrência de variabilidade no processo, por este motivo os dados devem possuir elevado nível de confiabilidade, assim a visualização de oportunidades e melhorias no processo se torna mais acessíveis (VIEIRA, 2012).

### 2.10.3. Plano de Ação

Método de fácil aplicação, contudo considerável, o plano de ação facilita a programação dos eventos e atividades, determinado tempo e outros informes importantes para alcançar um propósito (GUELBERT, 2012).

Ainda segundo o mesmo autor, sua execução necessita de um problema constatado e a utilização de uma planilha, conforme a Figura 7 a qual informa o responsável, custo, situação da atividade e todas as informações imprescindíveis para transformar ideias e sugestões em ações, uma excelente aplicação para solucionar problemas de baixa complexidade.

Figura 7: Modelo de plano de ação

Item	Descrição do problema (o que, onde e como ocorre o problema)	Ação a ser tomada	Data para conclusão	Responsável pela ação	Custo da ação	Status
1						
2						

Fonte: Adaptado de Guelbert (2012, p.97)

#### 2.10.4. Brainstorming

A ferramenta *brainstorming* auxilia na criação de possibilidades para resolução dos problemas identificados, aguçando a capacidade de criar, inventar e imaginar de cada participante do processo. A técnica embasa-se em duas premissas, sendo a cessação da formulação de uma opinião naquilo em que foi exposto durante a realização do evento e a resposta sequencial ao mesmo (MAXIMIANO, 2004).

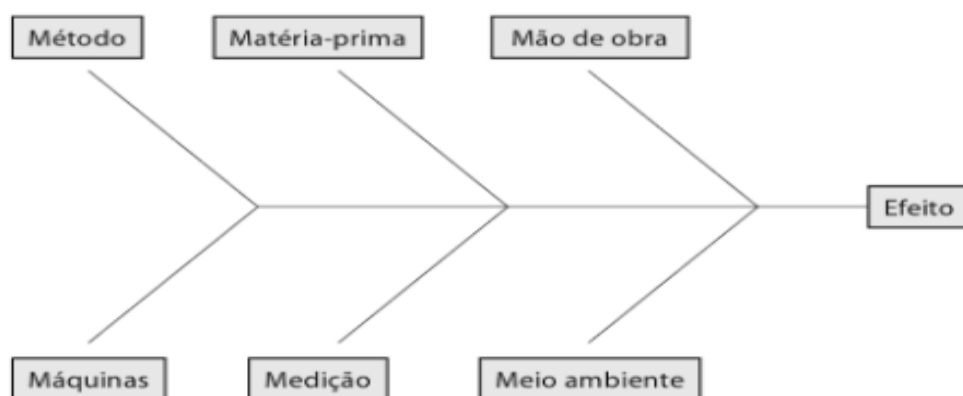
Seguindo o raciocínio do mesmo autor, *brainstorming* é definido como uma tempestade de ideias, onde durante o evento, os participantes atuam mutuamente, por meio da linguagem oral, sem receberem críticas para não serem inibidos. O líder, responsável pela coleta das informações, finaliza o processo ao visualizar que há uma quantidade satisfatória de propostas de soluções ou então, ao perceber que as ideias se esgotaram. Por fim, as ideias reunidas são avaliadas e utilizadas para resolução da situação apresentada.

#### 2.10.5. Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de Ishikawa é uma representação gráfica com o propósito de ordenar os argumentos, a linha de pensamento e a razão que originou os motivos do problema (MAXIMIANO, 2004, p.115).

O método é uma organização de elementos e fatos que necessitam de averiguação para que se possam reconhecer os prováveis motivos do problema citado, procedimento que faz uso da ferramenta *brainstorming*. Por apresentar uma aparência que remete aos espinhos dos esqueletos dos peixes (Figura 8) é também chamado de Diagrama Espinha de Peixe ou Diagrama de Causa e Efeito (POSSARLE, 2014).

Figura 8: Diagrama de Ishikawa



Fonte: Guelbert (2012, p.90)

Segundo Possarle (2014), o diagrama possui seis causas elementares, denominadas 6Ms: método, mão de obra, matéria-prima, materiais, medidas e meio ambiente, todas em relação a um problema ou efeito. O objetivo do estudo é determinar a causa raiz e exaurir todas as informações relevantes necessárias, utilizando um ou mais encontros para discussões.

#### **2.10.6. Cinco Porquês**

A técnica dos Cinco Porquês, concebida pelo Sistema Toyota de Produção, busca através de indagações ligadas em cadeia relacionadas às razões, justificações, motivos, fatores e causas origens, para que se depare com resultados e soluções praticáveis ao problema. O objetivo é esgotar as respostas com diversas rodadas perguntando o porquê de determinada resposta (POSSARLE, 2014).

Seguindo o raciocínio do mesmo autor, a aplicação do método é bem parecida com o *brainstorming*, tendo necessidade de um líder que anote as informações e sinalize a próxima rodada.

### **2.11. Projeto**

Os dias atuais e a inclinação da sociedade cada dia maior por conhecimento que proporcionem uma maior competitividade, com ênfase nas áreas de tecnologia e inovação, ascende à procura de projetos (MOTA e SALLES, 2015). Esta necessidade em aquisição de conhecimento resulta na busca por melhores práticas para se aplicar nos processos da manufatura com intuito do alcance da melhoria contínua e redução das perdas e desperdícios.

Desta forma, Maximiano (2002, p. 26) conceitua projeto como o sequenciamento de tarefas ou atividades com início, meio e fim, com propósito único e cumprindo o orçamento proposto.

Para Mathias e Woiler (2008), projeto é a aglomeração de dados intrínsecos e extrínsecos da organização que reunidos e analisados apresentem uma possibilidade de retorno financeiro ou justifique seu investimento.

Complementando, Maximiano (2002) retrata que os empreendimentos recentes variam entre seus aspectos e magnitudes, sendo uns de pequena extensão e poucos recursos, e

outros, intermediários ou prolongados que exigem maiores prazos e recursos. Os projetos exibem particularidades entre si com gênero simplista, sendo:

- Empreendimentos autônomos excluídos do cotidiano organizacional;
- Submete-se estritamente aos objetivos designados;
- Durabilidade do empreendimento delimitada.

Ainda segundo o mesmo autor, todos os projetos percorrem etapas que possuem início e término, com suas particularidades. Por isso é essencial o entendimento das fases, já que os projetos possuem condições de um conjunto indivisível, em que qualquer alteração em uma das etapas refletirá nas demais.

### **3. ESTUDO DE CASO**

#### **3.1. Empresa**

A organização em análise pertence ao setor alimentício, com raízes nacionais, estando presente no mercado há cerca de cinquenta anos e gerando mais de 2.200 empregos diretos. Líder nacional do ramo de doces e *snacks*, com balas, pirulitos, amendoins doces e salgados, pastilhas de chocolate, gomas, chicles e granulado, exporta para mais de sessenta países pelo mundo, participação esta incumbida por 17% de sua receita.

A empresa fortemente atuante no mercado possui unidades produtivas na região sudeste e sul, com centros de distribuição e escritórios instalados em diversos pontos estratégicos do território nacional.

O estudo deste trabalho foi aplicado na principal linha produtiva da unidade localizada na região de Marília, interior do estado de São Paulo, responsável pela produção de gomas, granulados e confeitos de chocolate.

#### **3.2. Cenário atual**

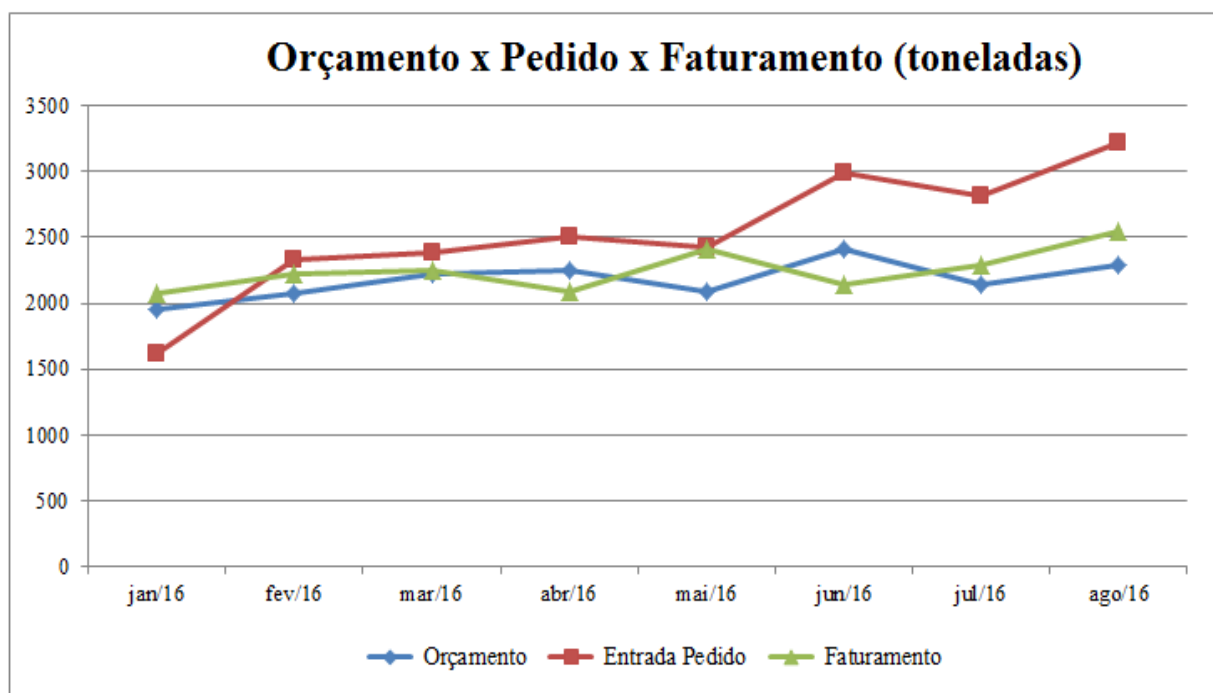
A empresa em análise possui uma necessidade incessante em busca por melhorias em seus processos produtivos para assim aumentar sua produtividade, manter-se competitiva no mercado e garantir o atendimento aos pedidos de seus clientes sem rupturas.

Esta ainda faz utilização do modelo de gestão à vista, com seus indicadores de *performance* (desempenho) expostos no ambiente social, para que todos seus colaboradores possam visualizar a situação de cada índice, engajando-os a lutar para o alcance das metas propostas pelo setor Excelência Operacional.

Tal ação advém do cenário em que a organização se encontra onde a demanda é superior ao nível de produção como demonstrado na Figura 9. A representação gráfica expõe a tendência crescente no número de pedidos, visto que o faturamento não acompanhou tal crescimento, assim como o orçado, um grande problema para a empresa, em razão dos produtos da linha analisada representar 70% da produção geral da unidade. Em apenas dez dias do mês de outubro as vendas relacionadas aos produtos da linha X, corresponderam a 50% do faturamento mensal.

Atualmente a linha apresenta uma ocupação em aproximadamente 103% em relação ao volume do que se produz apesar de operar com três turnos diários de trabalho. Fator primordial para o desenvolvimento de ações que culminem em melhorias direcionadas ao desempenho, pois o não atendimento aos pedidos resulta em prejuízo.

Figura 9: Representação gráfica do cenário atual de orçamento, pedido e faturamento



Fonte: A empresa.

### 3.3. Definição do problema

Neste cenário, o aumento da produtividade é essencial, para tanto, o baixo desempenho não é permitido, pois refletem diretamente nos ganhos financeiros. Desta forma, a utilização de metodologias para promover melhorias identificando os pontos causadores do problema e desenvolvendo planos de ações para correções deve estar presente na rotina diária da organização e o ponto mais relevante, sem grandes investimentos financeiros.

O foco do projeto objetiva atuar nos problemas de paradas de linha que impactam nos indicadores de desempenho, elencando uma série de consequências negativas com perdas financeiras, como a interrupção e parada da produção, o não atendimento aos pedidos de clientes e na pior situação, a perda do mesmo, e ainda colaborador ocioso e desmotivado. Assim, a mensuração financeira dos prejuízos oriundos das paradas deve ser feita, e principalmente a atuação nas causas que levam a tal cenário.

O problema da variabilidade no desempenho é oriundo das paradas de produção, sejam elas por motivos operacionais ou técnicos. As paradas operacionais correspondem à falta de mão de obra, tempo para refeição, falha operacional, espera por materiais e matéria-prima, *set-up* (tempo para troca de ferramenta), *start-up* (início da produção) e limpeza.

Já as paradas técnicas, envolvem a quebra de componentes e a consequente parada do equipamento, por razões de má operação, desgastes excessivos, assim como a reincidência em algumas quebras, a não ou precária efetuação da manutenção preventiva, entre outros.

A linha X produz em média 2,6 toneladas de produtos semi-acabados por hora de produção, assim sendo, cada quebra que necessita de intervenção com parada de equipamento refletirá negativamente em sua produtividade.

### **3.4. DMAIC**

A metodologia será aplicada fase a fase para estruturar o projeto. Ao iniciar com a primeira fase definindo o escopo, em seguida evidenciando o problema com aplicação de ferramentas que detectem sua causa raiz e implementando ações para extinguir a causa detectada. Por fim, a última fase em que ocorre o monitoramento das ações efetuadas e a verificação da obtenção da meta com análise e previsões dos ganhos relevantes que justificaram a realização do projeto.

#### **3.4.1. Definir**

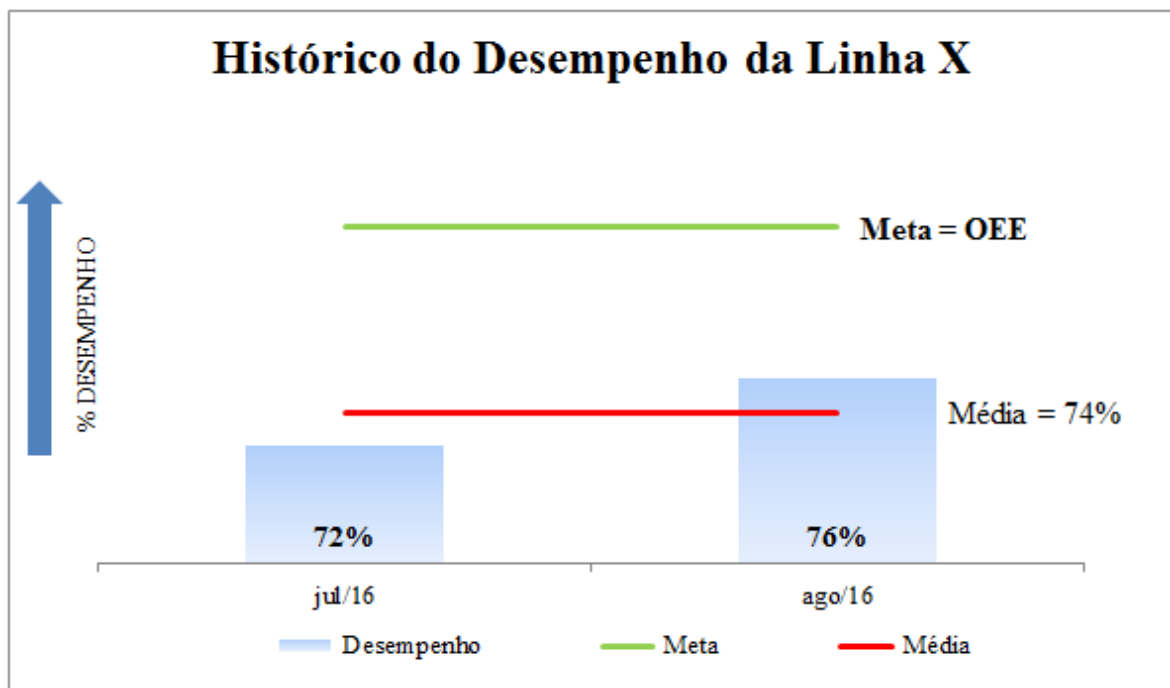
Nesta fase o projeto se inicia com a definição do escopo, equipe e finalizando com o *Project Charter* (contrato do projeto). O projeto objetiva atuar nos problemas de paradas de linha que impactam nos indicadores de desempenho, elencando uma série de consequências negativas com perdas financeiras, como a interrupção e parada da produção, o não atendimento aos pedidos de clientes e na pior situação, a perda do mesmo. Sendo apontado pelo setor de operações como razão do não cumprimento do planejamento, as paradas por manutenção serão analisadas e aplicadas soluções para que haja redução destes fenômenos.

Atualmente, a linha apresenta oscilações no desempenho demonstrado pela Figura 10, com média de 74%, isto significa que há ainda muitas oportunidades para aumento deste valor, para tal, a meta de 85% foi determinada, ou seja, a linha deverá aumentar sua produtividade, já que depende do desempenho. A meta foi baseada no índice de classe

mundial OEE, envolvendo melhorias em disponibilidade, *performance* e qualidade, com enfoque na disponibilidade dos equipamentos.

As perdas atuais por paradas de máquinas na linha X impactam diretamente no índice de desempenho da linha, reflexo este perceptível entre julho e agosto, período em que se iniciou o acompanhamento. O *gap* (lacuna) de 11% entre a média e a meta determinada deriva-se das paradas técnicas, as quais classificadas como um dos causadores determinantes do não atendimento aos pedidos dos clientes.

Figura 10: Histórico da linha X



O setor responsável pela divulgação e monitoramento dos indicadores de desempenho presentes na unidade, tabula e valida a confiabilidade dos dados informados que são coletados em três turnos por um colaborador da área de Operações, replicando e expondo as informações as áreas envolvidas no processo por meio de reuniões e e-mails. Sendo assim, as informações utilizadas neste estudo se tornam confiáveis para o desenvolvimento do projeto.

Na busca por resultados mais assertivos a equipe selecionada para atuar no problema que ocasiona a indisponibilidade da linha produtiva possui caráter multidisciplinar, na qual as atividades serão atribuídas conforme o perfil mais adequado do integrante para que o mesmo a execute com êxito atendendo às demandas do projeto. Desta forma, os envolvidos no projeto



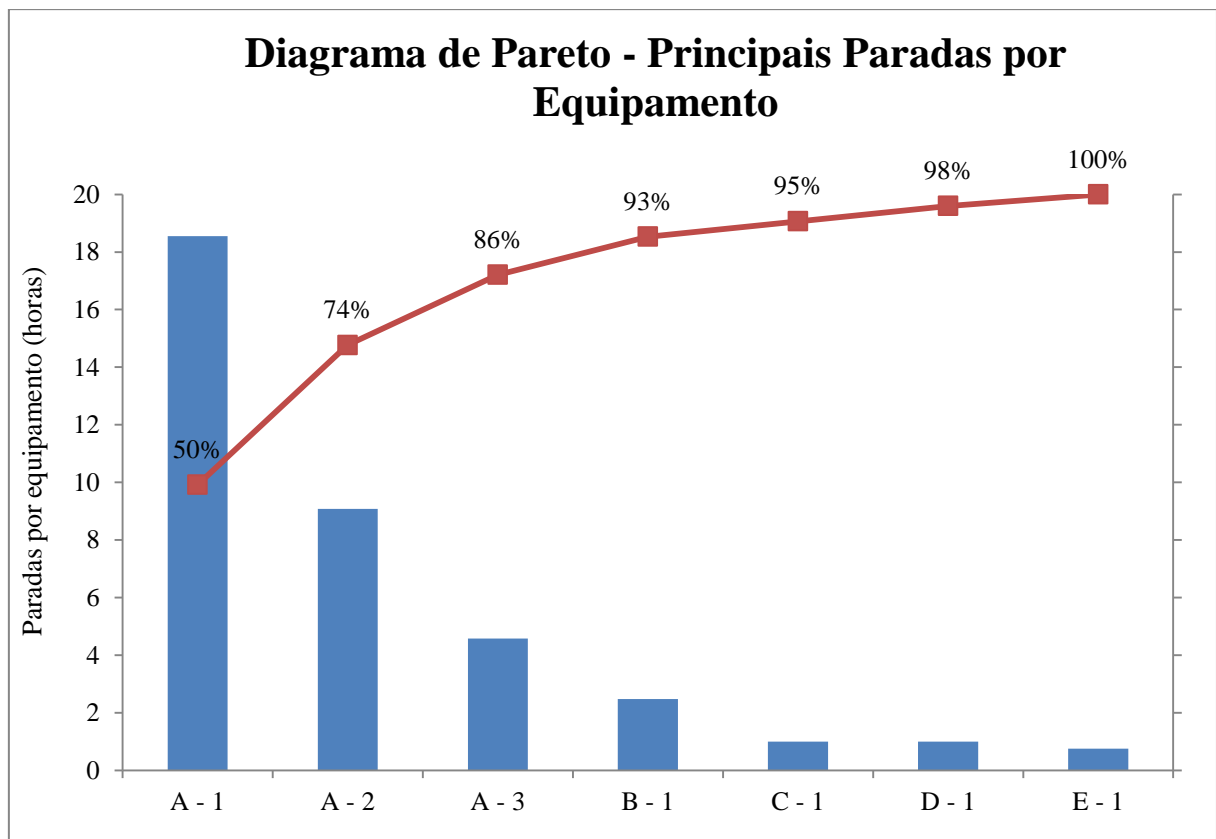
estarão atuando nas perdas de desempenho ocasionadas pelas paradas técnicas na busca por ações que tratem a causa origem.

### 3.4.2. Medir

A segunda fase da metodologia DMAIC implica em focalizar o problema para evidenciar suas causas.

Na Figura 11 ao estratificar o problema macro, paradas por manutenção, torna-se evidente que 80% dos problemas correspondem a duas causas, sendo estas as paradas dos equipamentos A - 1 e A - 2 as mais relevantes.

Figura 11: Diagrama de Pareto: Principais problemas por equipamento



Fonte: O autor.

Após aplicação do *brainstorming* com o auxílio de toda equipe e mais alguns participantes, definiu-se que para as duas principais causas, a de maior relevância para concentração dos esforços será a do equipamento A - 1.

Como 50% dos problemas correspondem a um único equipamento, a ferramenta 5W1H foi aplicada para descrever o fenômeno. Na Figura 12 o problema é indagado com

perguntas chaves que contribuam para a compreensão da ocorrência, informando o que aconteceu, como ocorreu, o local da ocorrência, em que momento surgiu o fenômeno, se o mesmo corresponde há algum tipo de interferência operacional e a tendência desta ocorrência.

Figura 12: Descrição do problema prioritário

<b>5W1H</b>	
<b>O que?</b>	Quebra do eixo das roldanas de sustentação do robô.
<b>Como?</b>	O robô de transporte estava descarregado em movimentação quando houve a quebra do componente.
<b>Onde?</b>	Na linha X, equipamento A - 1.
<b>Quando?</b>	No momento do transporte das "pilhas" de tabuleiro de entrada e saída das estufas.
<b>Quem?</b>	Não houve influência operacional na ocorrência.
<b>Qual?</b>	Tendência aleatória.
<b>Descrição do problema</b>	
<i>Quebra do eixo das roldanas de sustentação do robô. O robô de transporte estava descarregado em movimentação quando houve a quebra do componente. Na linha X, equipamento A - 1. No momento do transporte das "pilhas" de tabuleiro de entrada e saída das estufas. Não houve influência operacional na ocorrência. Tendência aleatória.</i>	

Fonte: O autor.

### 3.4.3. Analisar

Ao identificar o problema vital constatou-se que sua causa possui característica atípica, ou seja, para problemas esporádicos a ação a ser tomada deve ser a realização de um tratamento de anomalia.

E ainda, ao analisar os dados coletados revelou-se que para este tipo de problema, paradas de máquinas, o tratamento de anomalia é o método mais indicado a ser aplicado, pois há casos de grandes paradas aleatórias, assim como, pequenas paradas com alta reincidência.

Desta forma, visando manter a restauração das condições básicas do equipamento para alcançar elevada disponibilidade, uma das premissas do OEE, adotou-se a implementação do método para eliminar anomalias, onde seus ganhos serão mensurados por meio do DMAIC. Neste caso, as anomalias apresentam caráter de difícil solução, sendo necessária a utilização de ferramentas como diagrama de Ishikawa, Cinco Porquês e o 5W2H para o plano de ação.

A disponibilidade é o objetivo final, entretanto junto a ela caminha também a mudança de cultura, elemento fundamental para assegurar os resultados após implementação de qualquer melhoria embasada na estratégia Seis Sigma. A disseminação de uma nova cultura e a transferência de conhecimento promovem ganhos qualitativos e quantitativos para a organização, pois proporciona um ambiente agradável e motivador.

Dando continuidade ao problema de maior urgência o tratamento de anomalia foi aplicado e dele surgiram ações que estão sendo desenvolvidas.

#### **3.4.3.1. Tratamento de anomalia**

O tratamento de anomalia, exposto no Apêndice A foi desenvolvido por uma equipe multidisciplinar com alguns membros da própria equipe do projeto DMAIC e outros colaboradores com vivência e conhecimento no processo abordado.

Ao aplicar o diagrama de Ishikawa levantou-se um total de dezessete possíveis variáveis (máquina, mão de obra, matéria-prima, método e medida) e exauridas todas as possibilidades que levaram ao efeito. Dentre estas dezessete variáveis, as mais relevantes e que requerem um maior detalhamento para aplicação dos Cinco Porquês foram:

- Máquina
  - Desnívelamento da estufa com o robô
  - Falta de fim de curso elétrico
  - Desgaste na roldana guia
  - Torção no eixo
  - Posicionamento do mancal
  - Cisalhamento do eixo
  - Excesso de velocidade
- Medida
  - Falta plano preventivo

Para oito destas possíveis variáveis aplicou-se os Cinco Porquês, definindo as causas raízes, as quais estão ligadas a falha no projeto e também a ausência de plano preventivo, o qual inspeciona pontos chaves que garantem a integridade do equipamento.

Destas principais causas que originaram o problema foram geradas nove ações (apêndice A), sendo sete delas com baixo ou nenhum investimento e duas que necessitam de alto investimento, pois necessitam da parada total da linha para realização das melhorias.

O que no início da abordagem do problema sugeria uma quebra sem fundamento e com elevado tempo de parada, constatou-se após o tratamento, uma deficiência no projeto.

### 3.4.4. Implementar

Nesta fase o objeto é sugerir ações para solucionar o problema salientado inicialmente, neste caso, durante o desenvolvimento do projeto nas fases medir e analisar revelou-se o real direcionamento, o qual foi propor a implantação do tratamento de anomalia como metodologia para redução do número de paradas de equipamentos, resultando em maior disponibilidade e conseqüente produtividade, com a redução de custos em reparos, assegurando o atendimento a carteira de pedidos e o alcance da meta no período de um ano.

O propósito é implantar a cultura na área técnica e disseminar o conhecimento da ferramenta por meio de treinamentos de todo o quadro de manutentores de diversas modalidades para que os mesmos desenvolvam tal procedimento conforme a necessidade, pois quando se age na causa raiz o problema é eliminado, ou seja, o equipamento pode quebrar e necessitar de uma intervenção, no entanto, será em outro componente ainda não estudado.

Sendo assim, as ações constam no plano de ação elucidado na Figura 13, com um horizonte de um ano para consolidação efetiva dos ganhos esperados, principalmente em cultura.

Figura 13: Plano de ação

O que?	Por que?	Quem?	Quando?	Onde?	Como?	Quanto?
Realizar tratamento de anomalia para as paradas mais relevantes	Para aumentar o índice de desempenho da Linha X	Ana	Semanalmente até novembro 2017	Linha de produção	Análise da ocorrência de quebra do equipamento	-
Treinar manutentores para utilização do método de tratamento de anomalia	Para desenvolver pessoas e promover mudança de cultura	Ana	Semanalmente até novembro 2017	Sala de treinamento	Explicar conceitos das ferramentas da Qualidade ensinando-os a aplicar na prática	-
Monitorar andamento das ações geradas pelos tratamentos	Controlar o andamento das ações	Ana	Semanalmente	Reunião Área Técnica	Monitoramento por meio de indicador	-
Apresentar nas reuniões os tratamentos de anomalia e resultados	Informar resultados	Ana	Semanalmente	Reunião Área Técnica	Apresentação da causa raiz, ações geradas e resultados	-

Fonte: O autor.

No momento atual a área técnica entrega semanalmente um tratamento de anomalia para as paradas de maiores relevâncias segundo a análise de Pareto, com ganhos já perceptíveis em seus indicadores de quebras e tempo médio entre falhas, além do indicador

final de disponibilidade da linha. As entregas são efetuadas nas reuniões semanais que a área desenvolve com participação da gerência, coordenação e supervisão, envolvendo outras áreas e discutindo assuntos que impactam nos indicadores da empresa, prezando sempre a segurança, produtividade e custos como foco da abordagem.

#### **3.4.5. Controlar**

Nesta etapa o primeiro passo consiste em analisar os avanços após a implementação das ações, entretanto, sendo um dos objetivos a mudança de cultura, este apresentará sustentação em longo prazo, porém com ganhos visíveis imediatos.

O desenvolvimento de pessoas através de treinamentos está sendo efetuado gradualmente para que desta forma ajam com maior autonomia nas equipes de trabalho, assim como a execução dos tratamentos e o monitoramento das ações geradas pelo comitê da área técnica. Já o alcance da meta será monitorado por meio do desempenho da linha X, com monitoramento semanal do índice de paradas e sua relação entre operacional e técnico.

Este monitoramento acontece semanalmente por meio de indicadores apresentados nas reuniões da área técnica abordando resultados, pendências e possíveis oportunidades de melhoria. A equipe também permanecerá acompanhando o processo até a conclusão do tempo determinado para o horizonte dos ganhos, garantindo que as mudanças se tornem um hábito.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1. Proposta de melhoria**

Visando aumentar o desempenho da linha de produção reduzindo o índice de paradas técnicas, sugeriu-se a implantação e utilização do sistema de tratamento de anomalia baseado em ferramentas da qualidade para evidenciar as causas raízes de um problema prioritário e trata-las.

A essência deste sistema consiste em uma mudança de cultura na busca por melhoria contínua embasada pelas estratégias Seis Sigma e Sistema de Produção Enxuta, no qual o desenvolvimento de pessoas é primordial para o sucesso das ações que devam ser executadas, assim como, definição e alteração de padrões dos processos, realização de diversas atualizações nos procedimentos presentes elevando-se o nível de qualidade e proporcionando um menor custo com a redução de perdas.

A alteração cultural vai de encontro às necessidades atuais da organização com a redução dos custos e aumento do desempenho, conseguindo assim maior produtividade e favorecendo uma maior competitividade e permanência como líder em alguns seguimentos a qual atua no mercado nacional e internacional.

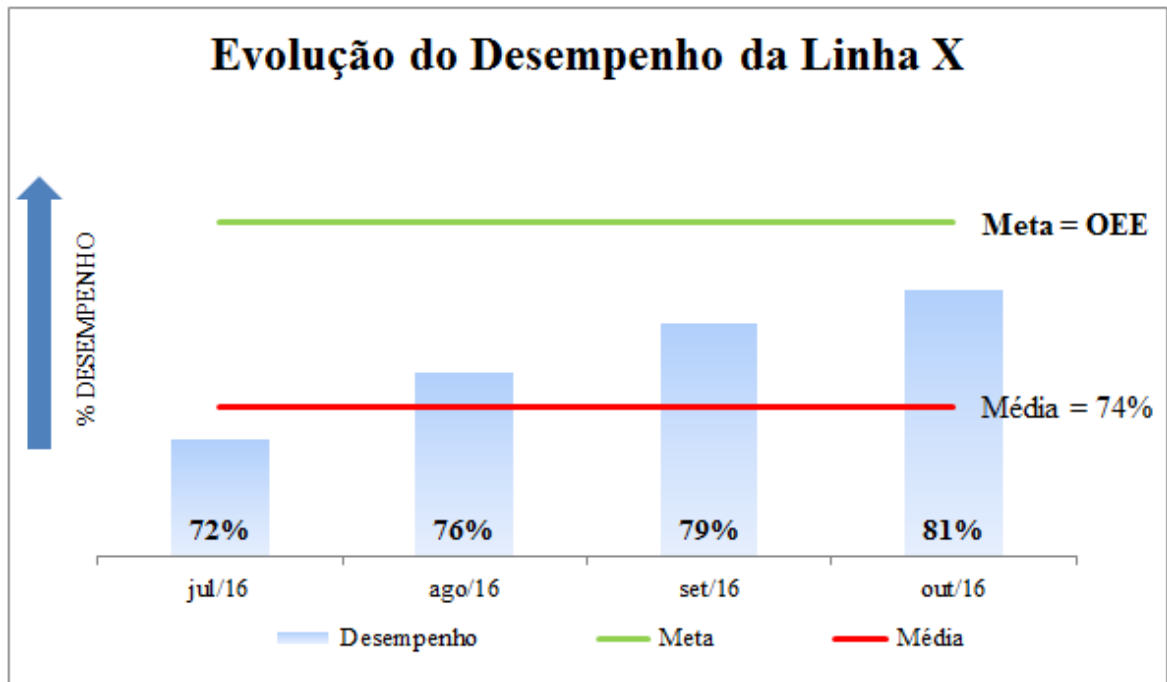
A modificação transcorrerá por meio de treinamentos, estes deverão capacitar todos colaboradores da área técnica, correspondendo a aproximadamente 90 pessoas, as quais disseminarão a cultura da tratativa nas áreas operacionais da linha de produção onde atuam diariamente.

### **4.2. Resultados preliminares**

Apesar de o projeto requerer um horizonte com prazos extensos, os ganhos são imediatos com a realização periódica da execução de tratamentos de anomalia pela área técnica. Na Figura 14, o gráfico indica que o desempenho aumentou em relação ao histórico, resposta positiva as ações que vem sendo desenvolvidas, pois tratando a origem do fenômeno o mesmo não volta a acontecer.

A evolução no índice de desempenho é reflexo da redução do percentual de paradas técnicas, proporcionando nos meses de setembro e outubro um ganho em produtividade de aproximadamente 159 toneladas, possibilitando um ganho de R\$ 381.600,00.

Figura 14: Evolução do Desempenho da Linha X



Fonte: O autor.

Ao final do horizonte espera-se um desempenho de 85%, o qual deverá ser alcançado pela redução do percentual de paradas técnicas culminando em um ano o ganho aproximado de 175,2 toneladas a mais de produtos, representando uma margem líquida de R\$ 420.576,00.

Essa mensuração dos ganhos é uma estimativa baseada em cálculos que consideram as horas disponíveis para produção, equivalentes a 612,5 horas mensais, pelo percentual do *gap* atingido no mês que resultará na quantidade em toneladas de produtos. Resultado este convertido em ganho financeiro determinado pela margem líquida do produto, o qual equipara-se a R\$ 2,40 o quilograma.

## 5. CONCLUSÕES

Ao analisar o cenário atual do mercado em que a crise na economia, a competitividade acirrada e a luta para manter-se no mercado com participação significativa faz com que a empresa em análise procure saídas para tal necessidade, à busca incessante por melhorias e redução de perdas em seus processos torna-se constante.

Enquanto algumas organizações estão com seus estoques abarrotados e baixo volume de vendas, a empresa em análise encontra-se numa situação oposta ao que o mercado vivencia no momento. O excesso de ocupação da linha se faz presente, com a demanda de seus produtos superior a capacidade que a linha consegue atender, ocasionando assim, rupturas de pedidos, cortes em vendas de produtos e na pior situação a perda do cliente.

Para tanto, os conhecimentos teóricos disponibilizados pelo curso de Engenharia são primordiais para explorar as oportunidades de melhorias e redução de perdas dentro de um ambiente organizacional, pois desenvolvem uma visão holística com elevado senso crítico e raciocínio lógico atrelado a ferramentas e metodologias para solucionar problemas e promover ganhos, quantitativos e qualitativos.

Desta forma, ao agir na variável responsável pela oscilação no desempenho da linha de produção, evidenciou-se que intervir e analisar as paradas técnicas proporcionaria resultados de acordo com a necessidade da organização, entretanto estas devem ser tratadas de maneira única devido à peculiaridade de cada caso, enquadrando-se nesta necessidade o tratamento de anomalia, fundamentado nas ferramentas da qualidade.

A grande relevância concentra-se na mudança de cultura atrelada ao desenvolvimento de pessoas e a melhoria contínua, premissas estas das estratégias Seis Sigma e Produção Enxuta, uma vez que o alcance de resultados satisfatórios depende do engajamento das pessoas envolvidas no processo.

A adoção do método requer disciplina e longo horizonte para que os ganhos tenham sustentação, sendo irrelevantes grandes investimentos para que a implantação e utilização forneçam os resultados esperados.

Sendo assim, o que consolida a certeza do sucesso de tal proposta é o tratamento na causa origem interligado à mudança cultural, ou seja, as ações levarão a um aumento na confiabilidade do equipamento, o desenvolvimento de pessoas e conseqüentemente disponibilidade de operação.

O desenvolvimento deste projeto possibilitará uma mudança na cultura organizacional da empresa, processo este em andamento. Também irá proporcionar uma



estimativa de ganho em torno de 175,2 toneladas de produtos, correspondendo financeiramente a R\$ 420.576,00 ao mês, cálculo este considerando o OEE de classe mundial como índice mensal de desempenho da linha produtiva.

As experiências adquiridas ao longo do andamento deste trabalho foram essenciais para a vida profissional e pessoal. O aprendizado desenvolveu habilidades de liderança, contato direto com indicadores de gestão técnica de uma área vital para a organização, conhecimento técnico de procedimentos e equipamentos, aplicação dos conceitos teóricos na prática e o desenvolvimento de pessoas.

Enfim, proporcionar ganhos e oportunidades para manter a empresa em uma posição ascendente e engajar pessoas em um processo de melhoria contínua, buscando o melhor de cada uma delas é ter a certeza de que o engenheiro de produção aliado a pessoas e a organização entrega seus melhores resultados não somente para a organização, mas para toda sociedade.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Alexandre S.; et al. **LINE, IMPROVEMENT IN A. MANUFACTURE. Aplicação da teoria das restrições e do indicador de eficiência global do equipamento para melhoria de produtividade em uma linha de fabricação.** Revista gestão industrial, v. 2, n. 01, p. 89-105, 2006. Disponível em <<http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/revista/revista2006/pdf/RGIv02n01a9.pdf>>. Acesso em 02 nov. 2016.

ANDRÉ, Marli E. D. A; LÜDKE, Hermengardu Alves. **Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas.** São Paulo: E.P.U, 2012.

BETTS, Alan; et al. Gerenciamento de operações e de processos Princípios e práticas de impacto estratégico. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BORNIA, Antonio Cezar; NETO, Francisco José Kliemann. **A necessidade de mensuração das perdas do processo produtivo frente aos novos métodos de gestão. In: Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC.** 1994. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/download/3516/3516>>. Acesso em 15 mai. 2016.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC controle da qualidade total (no estilo japonês).** Nova Lima, INDG Tecnologia e Serviços, 256p. 2004.

CHIARADIA, Áureo José Pillmann. **Utilização do Indicador de Eficiência Global de Equipamentos na gestão e melhoria contínua dos equipamentos: Um estudo de caso na indústria automobilística.** 2004. Disponível em <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4470/000457034.pdf?sequence=1>>. Acesso em 02 nov. 2016.

CLETO, Marcelo Gechele; QUINTEIRO, Leandro. **GESTÃO DE PROJETOS ATRAVÉS DO DMAIC: UM ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA MANAGEMENT OF PROJECTS THROUGH DMAIC: A CASE STUDY IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY.** Revista Produção Online, v. 11, n. 1, p. 210-239, 2011. Disponível em [https://www.researchgate.net/profile/Marcelo\\_Cleto/publication/274282154\\_Gesto\\_de\\_projetos\\_atravs\\_do\\_DMAIC\\_um\\_estudo\\_de\\_caso\\_na\\_industria\\_automotiva/links/55b648e508aec0e5f436f968.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Marcelo_Cleto/publication/274282154_Gesto_de_projetos_atravs_do_DMAIC_um_estudo_de_caso_na_industria_automotiva/links/55b648e508aec0e5f436f968.pdf)>. Acesso em 30 jul. 2016.

CORRÊA, Carlos A.; CORRÊA, Henrique L.. **Administração de produção e operações. Manufatura e serviços Uma abordagem estratégica.** São Paulo: Atlas,2010.

DAYCHOUM, Merhi. **40 + 2 ferramentas e técnicas de gerenciamento**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2008.

GUELBERT, Marcelo. **Estratégia de gestão de processos e da qualidade**. Curitiba: Iesde Brasil, 2012.

GUPTA, Praven; SRI, Arvin. **Seis Sigma. Virtualmente sem Estatística**. 1ªed. Canadá: Vida Econômica Editorial, 2012.

LAUGENI, Fernando P.; MARTINS, Petrônio Garcia. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2013.

MATHIAS, Washington Franco; WOILER, Samsão. **Projetos: planejamento, elaboração e análise**. São Paulo, Atlas, 294p. 1996.

MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. **Introdução à administração** . 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2004.

\_\_\_\_\_. **Administração de projetos: como transformar ideias em resultados**. 2ª ed. São Paulo, Atlas, 281p. 2002.

MOTA Edmarson B.; SALLES, Carlos. **Gestão de projetos**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2015.

NICOLETTI JÚNIOR, Alaércio. **Introdução ao Lean Seis Sigma**. Brasil, Clube dos Autores, 2007.

OAKLAND, Jhon S. **Gerenciamento da Qualidade Total**. 1ª ed. São Paulo: Nobel, 1994.

OLIVEIRA, Maria Marly de. Como fazer pesquisa qualitativa. Petrópolis: Vozes, 2012.

PERGHER, Isaac et al. **Discussão teórica sobre o conceito de perdas do Sistema Toyota de Produção: inserindo a lógica do ganho da Teoria das Restrições**. Gestão & Produção, v. 18, n. 4, p. 673-686, 2011. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/gp/v18n4/a01v18n4>>. Acesso em 07 mai. 2016.

POSSARLE, Roberto. **Ferramentas da Qualidade**. São Paulo, Senai-SP Editora, 256p. 2014.  
REBELATO, Marcelo Giroto; RODRIGUES, Andréia Marize; RODRIGUES, Isabel Cristina. Análise das lacunas presentes na integração da manufatura enxuta com a metodologia Seis Sigma. **ENESEP**. Salvador, 2009. Disponível em

[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009\\_TN\\_STP\\_091\\_615\\_13448.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STP_091_615_13448.pdf)>. Acesso em 30 jul. 2016.

SERVIN, C.; SANTOS, L.; GOHR, C. **Aplicação da Metodologia DMAIC Para a Redução de Perdas por Paradas Não Programadas em uma Indústria Moageira de Trigo**. 2007. Disponível em [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2012\\_TN\\_STO\\_157\\_919\\_21144.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2012_TN_STO_157_919_21144.pdf)>. Acesso em 30 jul. 2016.

TONDATO, Rogério. **Manutenção produtiva total: estudo de caso na indústria gráfica**. 2004. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/5167>>. Acesso em 02 nov. 2016.

VIEIRA, Sonia. **Estatística para a Qualidade**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.


WERKEMA, Cristina. **Avaliação de Sistemas de Medição**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

\_\_\_\_\_. **Criando a Cultura Lean Seis Sigma**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

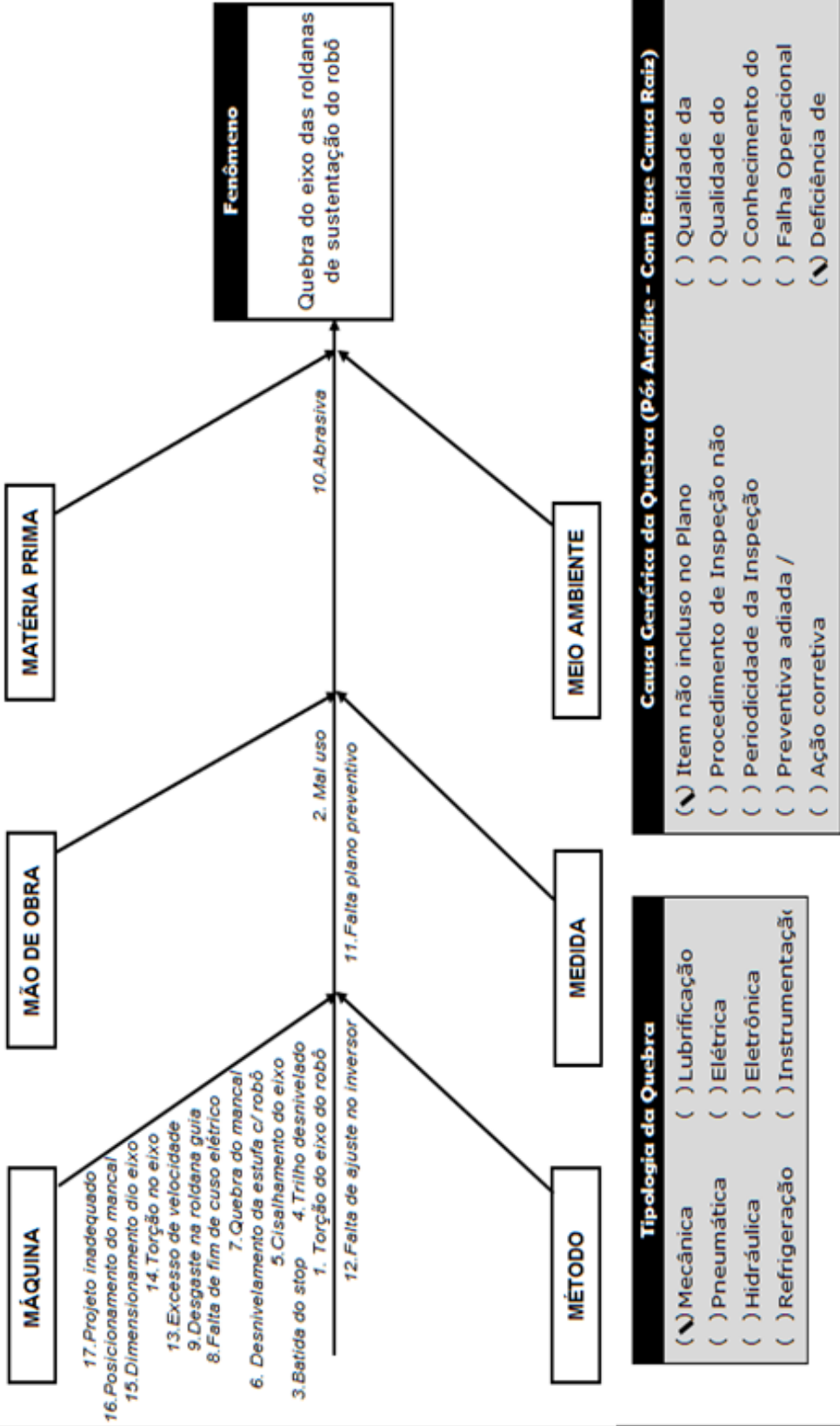
\_\_\_\_\_. **Lean Seis Sigma. Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

XENOS, Harilaus Georgius D' Philippos. **Gerenciando a manutenção produtiva O caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade**. Nova Lima, INDG Tecnologia e Serviços, 2004.

## APÊNDICE A – TRATAMENTO DE ANOMALIA

<b>TRATAMENTO DE ANOMALIA</b>				<b>001</b>
Nº do formulário	14604	Nº OM	171654	
<input checked="" type="checkbox"/> Quebras <input type="checkbox"/> Pequenas Paradas <input type="checkbox"/> Defeitos de Qualidade <input type="checkbox"/> Perda Material <input type="checkbox"/> Outros _____				
Descrição da ocorrência: <i>Quebra do eixo das roldanas de sustentação do robô</i> Linha: X <span style="float: right;">Data da análise: 14/09/2016</span> Máquina: A - 1 <span style="margin-left: 100px;">Análise recorrente? (S) <input checked="" type="checkbox"/> (N) <input type="checkbox"/></span> Componente: <i>eixo do robô</i> <span style="float: right;">Parada: 16:50 h</span> <span style="margin-left: 100px;">Responsável: xxxxxxxx</span> <span style="margin-left: 100px;">RE: xxxxx</span> <span style="float: right;">Comunicação: 16:50 h</span> <span style="float: right;">Reinício: 22:50 h</span> <span style="float: right;">Tempo Parada: 6:00 h</span>				
<b>Identificação do Fenômeno - Análise 5W1H</b>				
1. <b>O QUE</b> aconteceu ? Qual o problema detectado? <i>Quebra do eixo das roldanas de sustentação do robô.</i>				
2. <b>COMO</b> aconteceu ? (descrição técnica detalhada de <b>COMO</b> ocorreu o problema) <i>O robô de transporte estava descarregado em movimentação quando houve a quebra do componente.</i>				
3. <b>ONDE</b> especificamente o problema foi detectado ? (Linha, Área, Máquina, etc) <i>Na linha X, equipamento A - 1.</i>				
4. <b>QUANDO</b> aconteceu o problema ? (em que momento do processo produtivo) <i>No momento do transporte das "pilhas" de tabuleiro de entrada e saída das estufas.</i>				
5. <b>QUEM</b> pode contribuir para que o problema ocorra ? (existe relação c/ habilidade operacional) <i>Não há influência operacional na ocorrência.</i>				
6. <b>QUAL</b> a tendência de ocorrência do problema ? (cíclica, aleatória, progressiva) <i>Tendência aleatória.</i>				
<b>Descrição do fenômeno (O que + Como + Onde + Quando + Quem + Qual)</b>				
<i>A quebra do eixo das roldanas de sustentação do robô de transporte estava descarregado e em movimentação quando houve a quebra do componente na linha X, equipamento A - 1. Durante o transporte das pilhas de tabuleiro de entrada e saída das estufas, não havendo influência operacional na ocorrência e apresentando uma tendência aleatória.</i>				
Descrição da Ação Corretiva Provisória ocorrida Antes de realizar o Tratamento de Anomalia  <i>Foi colocado uma bucha para união dos eixos para restabelecimento das condições normais de operação.</i>			Foto / Croqui analítico do problema 	
<b>Avaliar condições básicas antes de desenvolver a análise da causa raiz</b>				
A situação é clara? As pessoas compreendem quais são os tipos de problemas, defeitos e/ou modos de defeito? SIM (x) NÃO ( )      Justificativa: _____				
É o procedimento de operação (padrão) correto e disponível para esta área? As pessoas são treinadas? SIM ( ) NÃO (x)      Justificativa: <i>Não existe procedimento.</i>				
Os dados disponíveis são suficientes para a análise do problema? O objetivo é claro? SIM (x) NÃO ( )      Justificativa: _____				
É garantido 100% de execução das normas operacionais da área? (Padrões, Instruções de Trabalho, POP, etc...) SIM ( ) NÃO (x)      Justificativa: <i>Não existe padrão definido.</i>				
É garantido 100% de execução das normas de manutenção na área? SIM ( ) NÃO (x)      Justificativa: <i>Não há um plano preventivo.</i>				
A área é organizada e as informações, ferramentas e materias são de fácil acesso ? SIM (x) NÃO ( )      Justificativa: _____				

**Diagrama de Causa e Efeito**



**Equipe Técnica Responsável:** Composição de membros do Planejamento e Controle da Manutenção, Manutenção Elétrica, Manutenção Mecânica, Supervisão e colaborador do setor de Operações.









## PLANO DE AÇÃO

Ação	O que ?	Por que?	Como ?	Onde ?	Quando ?	Quem ?	Quanto?	OM
Nº	Descrição da Ação	Justificativa da Ação	Forma de Execução	Local em que a Ação será Executada	Prazo	Responsável	R\$ (Custo)	
1	Rebaixamento da chapa lateral dos trilhos para estufa.	Eliminar o desnivelamento existente entre os trilhos da estufa e do robô.	Os trilhos deverão ser rebaixados.	Trilho do robô de entrada.	*	*	Alto investimento.	Nº Ação Comitê
2	Desenvolver projeto para base do trilho de concreto e fixação adequada com ajuste de altura.	Para melhorar a base para sustentação dos trilhos com a carga utilizada.	Desenvolver projeto e implantar.	Projetos	*	*	Alto investimento.	Nº Ação Comitê
3	Assegurar envolvimento da área técnica durante o desenvolvimento de projetos	Para reduzir falhas no projeto.	Área técnica participando do desenvolvimento de projetos junto com a área responsável.	Manutenção e projetos	20/09/2016	*	Não há custos.	Ação concluída Nº Ação Comitê
4	Instalar fim de curso elétrico para evitar choque mecânico.	Eliminar a ocorrência de choque mecânico no final do curso.	Instalação de sensor.	Linha X	10/11/2016	*	Aguardando orçamentos	Nº Ação Comitê
5	Criar plano preventivo.	Para garantir a confiabilidade do equipamento.	Levantar dados, verificar periodicidade e analisar.	Planejamento e Controle da Manutenção	16/11/2016	*	Não há custos.	Nº Ação Comitê
6	Realizar dimensionamento do eixo para a carga.	Para evitar torção.	Substituição do eixo por um com diâmetro maior.	Robô	13/11/2016	*	Aguardando orçamentos	Nº Ação Comitê

### Verificação dos tipos de Ações geradas

LPP: (S) (N)	Revisão Plano Preventivo	Revisão Padrão Provisório	Revisão de IT / POP	Registro de Melhoria	Ação Corretiva

PLANO DE AÇÃO									
Ação	O que ?	Por que?	Como ?	Onde ?	Quando ?	Quem ?	Quanto?	OM	
Nº	Descrição da Ação	Justificativa da Ação	Forma de Execução	Local em que a Ação será Executada	Prazo	Responsável	R\$ (Custo)		
7	Reposicionar os mancais da lateral próximo do ponto de apoio.	Para eliminar a distância entre roldana e rolamento.	Reposicionando os mancais.	Robô	12/11/2016	*	Aguardando orçamento.		Nº Ação Comitê
8	Realizar estudo da velocidade necessária.	Segurança do operador e o não comprometimento do equipamento.	Alteração da rotação.	Robô	15/10/2016	*	Não há custo.		Nº Ação Comitê
9	Parametrizar o inversor através dos resultados obtidos.	Para reduzir a velocidade e evitar acidentes de trabalho.	Regular através do inversor a velocidade obtida no estudo.	Linha X	18/10/2016	*	Não há custo.		Nº Ação Comitê
<b>Verificação dos tipos de Ações geradas</b>									
LPP: (S) (N)			Revisão Plano Preventivo		Revisão Padrão Provisório		Revisão de IT / POP		Registro de Melhoria
							Ação Corretiva		

\*Nota: Os documentos deste Apêndice são documentos da empresa em que foi realizado o estudo de caso, porém foram modificados pelo autor durante a produção do trabalho.