

MELHORIA DE PROCESSOS NAS EMPRESAS E O USO DAS FERRAMENTAS LEAN SEIS SIGMA

AUTORES

ZERBINATTI, Laís

Discente do Curso de Engenharia de Alimentos- UNILAGO

DAMY-BENEDETTI, Patrícia de Carvalho

Docente do Curso de Engenharia de Alimentos- UNILAGO

RESUMO

A metodologia seis sigma foi desenvolvida com objetivo de diminuir ou eliminar falhas apresentadas nos processos, melhorar a qualidade do produto, promover a redução de custo de produção, sempre focando em seus clientes, envolvendo os colaboradores e visando resultados imediatos. A aplicação do DMAIC emprega ferramentas estatísticas que auxiliam na identificação da causa raiz do problema, elaboração de projetos para eliminação de falhas, distribuição de responsabilidades, priorização de ocorrências, análise sistemática de gargalos, elaboração de plano de ação, controle de processos e melhoria contínua. Este trabalho tem como objetivo, apresentar as ferramentas Lean Seis Sigma que podem ser aplicadas em problemáticas de empresas, a fim de atingir metas previamente estabelecidas.

PALAVRAS - CHAVE

Lean Seis Sigma; DMAIC; qualidade, redução de custo.

1 INTRODUÇÃO

No cenário atual, as indústrias buscam cada vez mais pelo aumento de lucro e produtividade em seus negócios e redução de desperdícios durante a produção. O processo pode ser caracterizado como atividades que englobam recursos da organização e entradas que proporcionam saídas com valor agregado para clientes internos ou externos (HARRINGTON, 1993).

A procura por padrões de melhoria contínua, otimização de processo e tomada de decisões assertivas, são fatores relevantes para atingir metas e se manter no mercado, visto que este se encontra cada vez mais competitivo (HOLANDA; SOUZA; FRANCISCO, 2013; FARAGO, 2015).

A metodologia Seis Sigma vem sendo uma ideologia utilizada para direcionar as empresas que buscam a diminuição de custo de produção (DOMINGUES, 2013). Para Carvalho e Paladini (2005), esta ideologia dispõe de ferramentas estatísticas para alcançar o objetivo e o método DMAIC está empregado no processo devido a sua sequência de etapas de definição, medição, análise, melhoria e controle para resolução dos problemas.

Segundo Watson (2001), a metodologia DMAIC foi implantada pela primeira vez em meados da década de 80, baseando-se em pesquisa onde foi observado que, empresas que implantaram essa ferramenta obtiveram resultados satisfatórios com redução de custos e aumento de produtividade e qualidade dos processos.

A união das metodologias Seis Sigma com o Lean Manufacturing resulta no Lean Seis Sigma e quando aplicado corretamente, proporciona melhorias de processo, redução de custos e desperdícios, aumento de lucro, produtividade e qualidade, pois utiliza a metodologia DMAIC como base e esta metodologia fazem uso de recursos quantitativos e análise sistemática dos dados, tornando possível atingir as metas que a empresa deseja.

Ao analisar as demandas das empresas, nota-se que o DMAIC é uma ferramenta que visa a identificação, quantificação e minimização de ocorrências e variações durante o processo, além de proporcionar melhorias durante a produção (SCATOLIN, 2005).

Sendo assim, com a competitividade que se alastra a nível global, este trabalho tem como objetivo apresentar as ferramentas Lean Seis Sigma, revisar conceitos e ferramentas que geram melhorias nos processos e na gestão.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Gestão de processo

A gestão de processos conhecida também como *Business Process Management (BPM)* e a melhoria de processos conhecida como *Business Process Improvement (BPI)*, são práticas de gerenciamento utilizadas na qual permitem a análise e a adoção de ferramentas e metodologias que buscam o aperfeiçoamento de processos e possibilitam o aumento do controle de produção e lucros desejados, além de garantir as expectativas dos negócios e dos clientes. As mudanças apresentam forte relação ao desenvolvimento tecnológico, o qual permite as melhorias (ANDERSON; TUSHMAN, 1990).

Para Jairo Martins, superintendente geral da Fundação Nacional da Qualidade, para que um negócio gere lucros e se torne sustentável, é necessário a estruturação dos processos principais e os de apoio. O gerenciamento engloba as fases de definição, análise e melhoria para que seja possível atender as expectativas de seus clientes (VARVAKINS, 1998).

Para que a empresa obtenha resultados satisfatórios, é de suma importância mapear os processos deixando-os bem definidos e possibilitar a identificação de gargalos e etapas que precisam ser otimizadas, definir

os responsáveis pelo processo, dimensionar os recursos necessários para produção e assim tomar as ações necessárias para o aumento da produtividade, qualidade e diminuição de retrabalho, após a identificação e correção, é preciso o monitoramento dos resultados para garantia do sucesso.

Gonçalves (2000) acredita que a tecnologia tem grande influência nos processos tanto durante a realização do serviço quanto na maneira de gerenciá-los. Todavia, a agregação de valores aos produtos e serviços, são vantagens que o gerenciamento e a inovação oferecem, visando a constante melhoria e redução de custos.

2.2 Conceitos da metodologia Kaizen

A melhoria contínua é outra metodologia muito empregada, Caffyn e Bessant (1996) definiram essa prática como um processo aplicado em toda empresa, com foco na inovação incremental e contínua.

Segundo Womack, Jones e Roos (1992), após a segunda guerra mundial foi desenvolvido pela indústria japonesa, práticas de manufatura que visam à produção enxuta. Womack e Jones (1998) acreditam que esse tipo de produção tem como objetivo identificar e eliminar pontos de desperdícios durante o processo produtivo.

Em relação a estes desperdícios, pode-se evidenciar a superprodução, longos tempo de espera, reprocesso e movimentação de pessoas. Para Hines e Taylor (2000), os princípios da produção enxuta baseiam-se na identificação dos processos necessários para produção, evidenciamento no gerenciamento de lucros, desenvolvimento de fluxo contínuo, produção exata e eliminação de desperdícios.

O método Kaizen também conhecido como melhoria contínua, pode apresentar diferentes níveis, sendo eles o kaizen de fluxo ou sistema no qual visa o gerenciamento ou kaizen de processo, este tem enfoque o processamento individual, grupos de colaboradores e gestores de equipe (ROTHER; SHOOK, 1999).

A reestruturação da manufatura dispõe do gerenciamento estratégico no qual analisa a atual situação da organização, verifica os problemas, aplica mudanças e valida a nova maneira de processamento (SMEDS, 1994).

Para a implementação é de suma importância que todos os participantes do processo estejam cientes e envolvidos. Ao avistar problemas, estes devem ser reconhecidos e solucionados, cada evento deve ser considerado como um experimento, pois durante o surgimento de demandas não programadas estas devem ser cumpridas e posteriormente planejadas. O reconhecimento dos colaboradores pode ser uma prática de motivação e a presença do líder do projeto, são recomendações de Tapping et al. (2002) para o desenvolvimento de um projeto kaizen.

2.2 Lean Seis Sigma

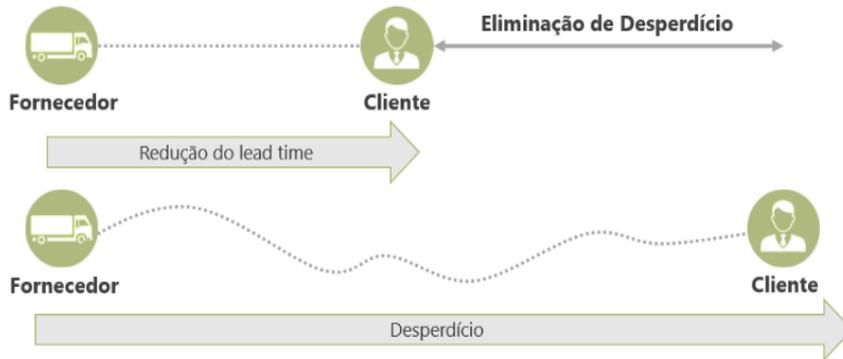
Lean Seis Sigma é a união das metodologias Lean Manufacturing com o Seis Sigma. Seu foco está no aumento de qualidade, redução de custo e lead time (GEORGE, 2002).

A manufatura enxuta ou Lean Manufacturing surgiu a partir do Sistema Toyota de produção, segundo Womack e Jones (1998), este meio proporciona a definição das atividades que agregam valor e as desenvolve com maior eficácia e menor utilização de recursos.

Este sistema auxilia na eliminação dos desperdícios, Womack e Jones (1998) acreditam que estas perdas são as atividades que não agregam valor ao produto acabado. Assim, foram classificados em superprodução, problemas de qualidade que necessitam retrabalho ou refugo, estoque excessivo, processamento desnecessário, transporte excessivo, inatividade de funcionários e movimentos desnecessários com as principais fontes de desperdício dentro de uma empresa.

A manufatura enxuta proporciona flexibilidade de produção, visto que a demanda de fabricação ocorrerá quando realmente for necessário e assim as peças se movimentarão de um setor a outro, sem interrupções, proporcionando maior rapidez de processamento e redução no tempo de espera e estoque de produtos acabados (GEORGE, 2002). A Figura 1 abaixo representa a intenção dessa metodologia.

Figura 1: Lead Time.



Fonte: Grupo Voitto, 2020.

O termo lead time se trata do tempo gasto pela movimentação de um produto ou serviço durante as etapas de produção, sendo elas do início ao fim (LÉXICO LEAN, 2003).

Princípios foram desenvolvidos por Womack e Jones (1998) e estes servem como bússola para a implementação do sistema Lean Manufacturing, o primeiro deles é a especificação do valor, ou seja, juntamente com o cliente será definido o valor final de um produto ou serviço que atenda as especificações desejadas.

Em seguida, há a identificação da cadeia de valor, na qual é a junção das atividades, etapas e condições necessárias para a fabricação de uma peça ou prestação de um serviço, este cálculo permite a identificação dos desperdícios. A manufatura enxuta utiliza a eficiência do ciclo com um indicador, o cálculo pode ser realizado considerando o tempo adicionador de valor e o dividir pelo lead time total.

Para que o processo seja enxuto, a eficiência do ciclo necessita estar acima de 25% (GEORGE, 2002).

O terceiro princípio baseia-se na criação do fluxo, ou seja, identificar as etapas da cadeia de valor e eliminar as atividades que não agregam valor ao final do processo. O fluxo contínuo é o principal objetivo de uma produção enxuta (ROTHER; HARRIS, 2002).

O quarto princípio estabelecido por Womack e Jones (1998), é o de produção puxada que significa atender as demandas exigidas pelo cliente, ou seja, produzir somente o que foi solicitado, este princípio não dá abertura às produções desnecessárias ou não solicitadas.

Por fim, o último e quinto princípio busca pela perfeição, este envolve a aplicação correta dos quatro princípios acima e assim o produto acabado ou serviço oferecido ao cliente, se encontra o mais próximo da especificação solicitada.

Womack e Jones (1998) demonstram resultados positivos com o emprego desta ferramenta, sendo a redução considerável do lead time e do capital parado em forma de estoque, redução de erros e acidente de trabalho e a otimização no processo produtivo.

O Seis Sigma surgiu na década de 80 pela Motorola, esta metodologia foi desenvolvida devido à grande competitividade do mercado e a busca por produtos de alta qualidade e custos mais baixos.

Bob Galvin atual líder, formulou um novo critério para medição de defeitos (Figura 2) e assim foi adaptada a nova cultura à empresa. Posteriormente, fábricas como General Electric, Asea Brown Boverly – ABB, Allied Signal e Ford Motor Company inseriram a metodologia seis sigma para melhoria de seus processos.

O nível de qualidade sigma de um processo é definido a partir da quantidade de unidades produzidas com imperfeições (LUCAS, 2002).

Figura 2: Nível de qualidade sigma.

| Nível da qualidade | Defeitos por milhão | Percentual de conformidade |
|--------------------|---------------------|----------------------------|
| 1 Sigma | 691.463 | 30,85% |
| 1,5 Sigma | 500.000 | 50% |
| 2 Sigma | 308.537 | 69,15% |
| 3 Sigma | 66.807 | 93,32% |
| 4 Sigma | 6.210 | 99,38% |
| 5 Sigma | 233 | 99,97% |
| 6 Sigma | 3,4 | 99,9966% |

Fonte: Grupo Voitto, 2020.

O seis sigma é uma ferramenta que possibilita a otimização dos processos, aumento da qualidade e eliminação de defeitos ou erros de fabricação, seu objetivo esta relacionado com a lucratividade da empresa (ROTONDARO, 2002).

O termo sigma esta relacionado com a medição da capacidade do processo e demonstra o quantidade de desvio padrão que ocorreu. Ao pensar em seis sigma imagina-se um processo com poucas variações no resultado, sendo elas de 3,4 peças com defeito por milhão, ou seja, 99,9966% de conformidade (STAMATIS, 2004).

George (2004) afirma que Lean Manufacturing e Seis Sigma proporcionam maior eficiência quando aplicados em conjunto, pois são metodologias complementares. Visto que, a primeira visa à eficiência do processo, redução de desperdícios e aumento da velocidade de produção e a outra busca pela eficácia dos processos, redução da variabilidade que interfere na qualidade do produto e do número de defeitos definidos pelos clientes.

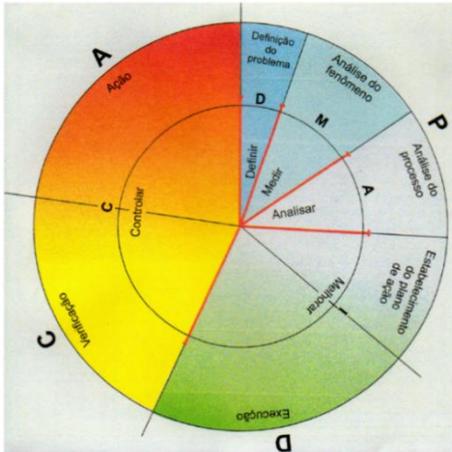
A metodologia Lean está ligada diretamente com a melhoria, para isso faz-se o uso da metodologia DMAIC, na qual possibilita a definição dos problemas, priorização de pontos mais críticos e tomadas de decisões baseadas em dados.

3. METODOLOGIA DMAIC

Assim como o DMAIC, o ciclo PDCA é uma ferramenta de gestão e ambos são aplicados em projetos de melhoria da qualidade e de processo. Estes métodos utilizam ferramentas analíticas para verificação e resolução de problemas.

Apesar do método DMAIC ser desenvolvido a partir do ciclo PDCA, a definição de suas fases é adotada de maneira distinta, conforme a Figura 3 (AGUIAR, 2006).

Figura 3: Comparação DMAIC com PDCA.



Fonte: AGUIAR, 2006.

3.1 PDCA

O ciclo PDCA é um método utilizado para atingir a melhoria contínua (SLACK et al, 1999). Marshall Junior et al (2006), apresentam este ciclo em quatro fases, sendo elas:

1º Fase – *Plan* (planejamento). Nesta etapa se define os objetivos e as metas do projeto de forma que atendam as especificações dos clientes e ao padrão do produto ou serviço oferecido.

2º Fase – *Do* (execução). É colocado em prática o que foi definido na fase anterior, é essencial que os colaboradores do projeto recebam treinamento adequado para que esta etapa seja cumprida de maneira correta.

3º Fase – *Check* (verificação). Fase responsável por verificar os resultados das etapas anteriores, de acordo com acontecimentos e informações verídicas.

4º Fase – *Act* (ação). Nesta última etapa são tomadas ações corretivas sobre a causa raiz do problema, a fim de eliminar os resultados insatisfatórios.

O emprego deste método é altamente empregado para resolução de problemas e o cumprimento de metas estabelecidas, identificando o gargalo, verificando o processo, estabelecendo plano de ação, verificando resultados e padronizando. Portanto, é preciso o uso de ferramentas, conforme a necessidade do problema (CAMPOS, 2004).

3.2 DMAIC

A metodologia DMAIC é uma ferramenta empregada na gestão da qualidade, visa a redução de desperdícios, resolução de gargalos e melhoria de processo a partir da análise de dados (CARVALHO et al 2005).

Sua sigla DMAIC é a abreviação das cinco fases do processo, sendo elas a *Define, Measure, Analyze, Improve* e *Control*.

3.2.1 Definir

Na primeira fase, ocorre a definição do escopo do projeto e as metas que pretendem ser alcançadas contando com o auxílio de algumas ferramentas (GEORGE, 2004). O projeto selecionado deve auxiliar a empresa

na redução do tempo de processo, no aumento da lucratividade e, rendimento do negócio (CORONADO; ANTONY, 2002).

Para dar continuidade a esta etapa são empregadas algumas ferramentas específicas:

- **Carta do projeto:** a carta do projeto é um documento subdividido que permite descrever o estudo e a realização do projeto. Nele contém o título do projeto, escolha dos colaboradores, descrição do problema, definição da meta quantitativa, caso não possua uma estimativa, este campo ficará em aberto e será preenchido quando decidido (WERKEMA, 2002; PANDE et al, 2001). Para finalizar a carta, é feito um plano de desenvolvimento com prazos a serem seguidos.

- **Voz do cliente:** também conhecida somente como VOC, é utilizada para descrever as necessidades dos clientes internos ou externos e identificar as CTQ, ou seja, as Características Críticas para Qualidade do produto ou serviço e as CTP, que são as Características Críticas para o Processo.

- **Voz do negócio:** conhecido como VOB é um modo de dizer sobre as necessidades da empresa. Para Goldsby e Martichenko (2005), é necessário responder um questionário para verificar os aspectos-chave do processo. Algumas dessas perguntas são:

- Qual a oportunidade de negócio?
- Os clientes podem se beneficiar?
- Podemos ganhar com essa melhoria?
- Iremos melhorar o fluxo de caixa e a produtividade?
- Ela se encaixa nos nossos objetivos estratégicos?

- **5W2H:** essa ferramenta utiliza questionamentos para definição do objetivo do projeto, envolve os temas *What* (o que), *Who* (quem), *Why* (por quê), *Where* (onde), *When* (quando), *How* (como), *How many* (quanto). O exemplo abaixo mostra uma aplicação desta ferramenta (Figura 4).

Figura 4: Exemplo de aplicação da ferramenta 5W2H no processo produtivo de joias.

| O que? | Quem? | Onde? | Por quê? | Quando? | Como? | Quanto? |
|---|-------------------------------------|---------|---|--|--------------------------------|--|
| Estudo do Projeto | Ourives e designer | Empresa | Passo inicial necessário para esclarecimento de quem vai produzir | Após a ordem de serviço ser emitida | Reunião informal | Hora de trabalho do ourives e do designer |
| Escolha das gemas | Designer e responsável pela empresa | Empresa | - Para conferir qualidade ao produto - Viabilidade de custos | Após a reunião do ourives com o designer | Visita ao fornecedor | - Hora de trabalho - deslocamento - despesas |
| Escolha dos metais | Designer e responsável pela empresa | Empresa | - Para conferir qualidade ao produto - Viabilidade de custos | Após a reunião de escolha das gemas | Reunião informal | Hora de trabalho |
| Conferência das gemas calibradas | Designer e ourives | Empresa | Para conferir qualidade ao produto | Após a reunião de escolha dos metais | Reunião informal | Hora de trabalho |
| Fundição do metal | Ourives | Empresa | Unir as partes dos metais para o início da produção da jóia | Após a reunião de conferência das gemas | Através da execução na oficina | Hora de trabalho |
| Recorte do metal | Ourives | Empresa | Para dar forma ao metal que vai ser unido com as gemas | Após a fundição do metal | Através da execução na oficina | Hora de trabalho |
| Montagem das jóias | Ourives | Empresa | Para unir o metal com as gemas calibradas | Após o recorte do metal | Através da execução na oficina | Hora de trabalho |

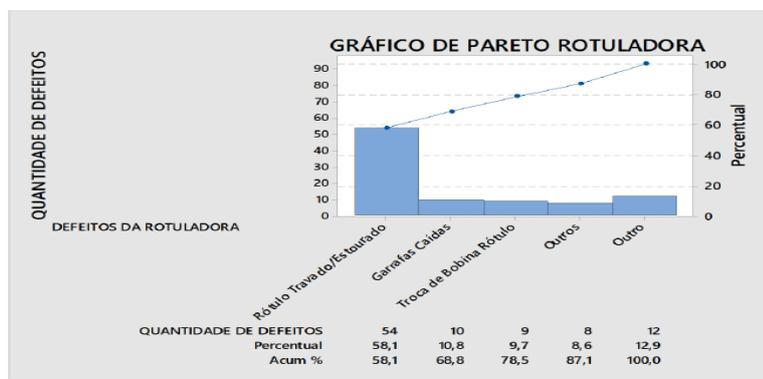
Fonte: LISBOA, 2009.

3.2.2 Medir

Nesta parte do processo, ocorre o enfoque do problema onde são aplicadas ferramentas que permitem quantificá-los e assim organizá-los em ordem prioritária (WERKEMA, 2013). São utilizadas ferramentas, como o Diagrama de Pareto, Histograma e Estratificação para o controle da qualidade e sua aplicação de forma correta, auxilia na elaboração de planos de ação direcionados aos processos (WERKEMA, 2006).

- **Diagrama de Pareto:** é um gráfico em coluna que apresenta as ocorrências mais recorrentes e as dispõe de decrescente. O exemplo de uso deste gráfico pode ser conferido na figura abaixo (Figura 5).

Figura 5: Exemplo de Gráfico de Pareto



Fonte: CABRAL et al., 2018.

- **Histograma:** é um gráfico em as informações são apresentadas de forma quantitativa, possibilitando analisar o comportamento das amostras de um processo. Essa ferramenta pode ser encontrada em diferentes formatos, sendo eles:

- Histograma simétrico: apresenta a frequência mais elevada no centro do gráfico e a diminui gradativamente ao se aproximar das bordas;

- Histograma assimétrico: esse modelo apresenta apenas um pico, ou seja, representa um limite especificado em que o processo é controlado em torno do mesmo;

- Histograma despenhadeiro: o gráfico sobre corte de dados e o histograma fica com aparência de incompleto;

- Histograma de picos: apresentam duas frequências mais altas, isso ocorre pelos dados serem de natureza ou condições diferentes;

- Histograma achatado: este gráfico pode ser conhecido com platô, nele as barras apresentam frequências próximas;

- Histograma ilha isolada: esse tipo de gráfico apresenta dois problemas ou processos para uma anormalidade.

- **Estratificação:** essa ferramenta é aplicada para o levantamento e análise de dados de um problema ou de fatores que possibilitam o agrupamento. Segundo Werkema (2006), as informações coletadas são divididas em

classes e estas possibilitam a determinação da causa raiz. Esta ferramenta pode ser aplicada nas demais etapas do DMAIC.

3.2.3 Analisar

Na terceira parte do projeto, realiza-se o reconhecimento do problema e assim delimita-se sua causa raiz e frequência de ocorrência. Nesta etapa, faz-se o uso de ferramenta estatísticas (Diagrama de causa e efeito, Fluxograma, 5 Porquês) para a garantia da eficácia (CARVALHO; PALADINI, 2016).

- **Diagrama de causa e efeito:** também conhecido como espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa, essa ferramenta possui a finalidade de demonstrar a relação que há entre as possíveis causas com os problemas que interferem no resultado final (ROTONDARO, 2002). Na Figura 6 abaixo, as principais causas são agrupadas em seis categorias, sendo elas: matéria prima, mão de obra, máquina, método, meio ambiente e medição, possibilitando a identificação do problema e suas fontes.

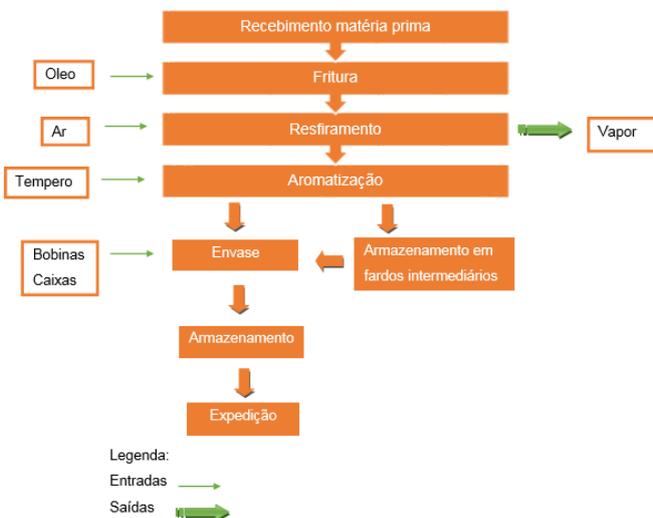
Figura 6: Diagrama de Causa e Efeito.



Fonte: PALADINI, 2008.

- **Fluxograma:** demonstra sequencialmente as etapas do processo produtivo, possibilitando a análise das atividades de forma geral e a verificação de problemas e/ou pontos a serem melhorados (CESAR, 2011). A figura 7 apresenta um exemplo de fluxograma.

Figura 7: Fluxograma de produção de pellets.



Fonte: Autoria própria, 2020.

- **5 Porquês:** Segundo Slack et al. (2002), a técnica dos 5 Porquês é uma ferramenta simples e eficiente, baseia-se no questionamento sequenciado em 5 vezes após a identificação de algum problema e tem como objetivo, o auxílio na compreensão da causa raiz que desencadeou o problema. A Figura 8 mostra um exemplo de aplicação da técnica dos 5 Porquês.

Figura 8: Técnica dos 5 Porquês.

| Definição do problema: Aumento do descolamento das sandálias High | | | | | |
|---|---|---|--|--|--|
| Causas | Por quê? | Por quê? | Por quê? | Por quê? | Por quê? |
| Inspeção nos produtos acabados. | Os produtos acabados são enviados sem inspeção. | Não existe controle frequente para inspeção de produtos acabados. | O responsável pela inspeção não consegue realizar a atividade. | Ele é sobrecarregado com diversas atividades. | Só existe uma pessoa responsável para o controle de qualidade. |
| Prensagem de materiais para fixar a cola. | A prensagem não é feita de maneira correta. | As máquinas não estão calibradas. | Os operadores não sabem calibrá-las. | Não existe treinamento específico. | Existe um grande rodízio de funções. |
| Película nos emborrachados | O material é montado com películas no emborrachado. | O material entra no processo produtivo com películas. | Os operadores não retiram materiais com película do processo. | Os operadores não são instruídos para fazer essa retirada. | Não existe orientação para retirada desse material. |

Fonte: Pesquisa de Campo, 2012.

3.2.4 Melhorar

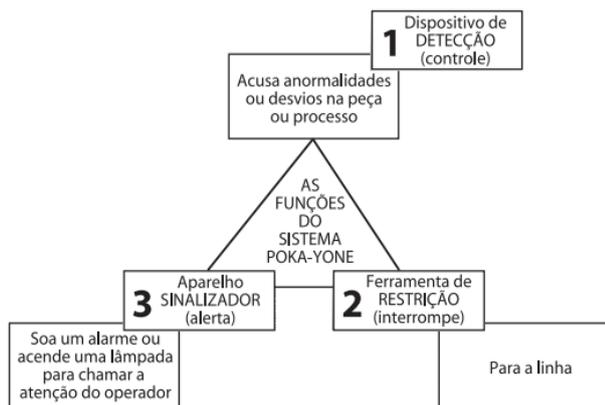
Com enfoque na melhoria, utiliza-se os dados obtidos nas fases anteriores para determinar os gargalos de maior relevância e assim, propor soluções e as implementá-las inicialmente em pequena escala. Caso obtenha-se sucesso, a implementação passará para larga escala com objetivo de sanar a causa raiz do problema (WERKEMA, 2002). Nesta etapa, faz-se o uso das seguintes ferramentas estatísticas como Poka Yoke e Matriz de Priorização.

- **Poka Yoke:** são dispositivos empregados aos processos a fim de prevenir erros e apresentar o mínimo de defeitos (SHIMBUN, 1998). Possuem funções de suspensão de produção, análise de especificações pré-estabelecidas do produto e apontamento de falhas (Figura 9). Essa ferramenta pode apresentar duas metodologias.

- Método de controle: neste sistema se tem paralização de produção quando encontrado anomalias, a suspensão do processo evita a reincidências da irregularidade.

- Método de alerta: neste caso não se tem a paralisação. Ao ser identificado uma anomalia, são emitidos sinais sonoros ou luminosos para que se tomem as devidas providências. A figura abaixo demonstra as funções dos dispositivos (Figura 9).

Figura 9: Esquematização das funções dos dispositivos Poka Yoke.



Fonte: MOURA E BANZATO, 1996.

- **Matriz de priorização:** esta ferramenta possibilita a seleção dos gargalos e a classificação de priorização. Distribuem-se pesos aos critérios avaliados e os multiplicam, permitindo identificação dos desvios com maior pontuação e conseqüentemente, os que serão tratados de maneira imediata (RODRIGUES, 2006). A Figura 10 apresenta um exemplo de uma Matriz de Priorização.

Figura 10: Matriz de priorização.

| Pesos para priorização | | | | | | |
|---|--------------------|----------------------|-----|---------------------|--|--|
| Peso | Gravidade (G) | Urgência (U) | | | Tendência (T) | |
| 5 | Extremamente grave | Extremamente urgente | | | Se não for resolvido piora imediatamente | |
| 4 | Muito grave | Muito urgente | | | Vai piorar em curto prazo | |
| 3 | Grave | Urgente | | | Vai piorar em médio prazo | |
| 2 | Gravidade moderada | Urgência moderada | | | Vai piorar em longo prazo | |
| 1 | Sem gravidade | Sem urgência | | | Não há perspectiva de piorar | |
| Problema | (G) | (U) | (T) | G+U+T= Grau Crítico | Sequência de prioridade | |
| Não existe controle frequente para inspeção de produtos acabados. | 5 | 5 | 5 | 15 | 1º | |
| Não existe treinamento específico. | 4 | 4 | 5 | 13 | 2º | |
| Os operadores não retiram materiais com película do processo. | 4 | 3 | 1 | 8 | 3º | |

Fonte: Pesquisa de Campo, 2012.

3.2.5 Controlar

Na quinta e última fase, faz-se a confirmação da melhoria, eliminação da causa raiz do problema e análise dos ganhos obtidos. Verifica-se a necessidade de instruções e inserção de ferramentas de controle por fim realiza-se auditoria nos processos e validação de desempenho (MATOS, 2003).

- **Procedimento Operacional Padrão (POP):** Segundo Moraes (2010), essa ferramenta é de grande importância quando se pensa em processos padronizados; seu objetivo é promover estabilidade e constância durante a produção e reduzir o número de falhas. Na Figura 11 abaixo, pode ser observado um modelo de elaboração de POP.

Figura 11: Modelo de Procedimento Operacional Padrão.

| PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO | | PADRÃO Nº: 02 | | | |
|--|---|-----------------------------|---------------------|---------------------|-------------|
| NOME DA TAREFA: INÍCIO DE OPERAÇÃO DE ENVASE DE ÁGUA SEM GÁS (LINHA 4) | | ESTABELECIDO EM: 04/05/2018 | | | |
| RESPONSÁVEL: OPERADOR DE ENVASE | | REVISADO EM: 00/00/0000 | | | |
| | | Nº DA REVISÃO: 00 | | | |
| MATERIAL NECESSÁRIO | | | | | |
| GARRAFAS | - | NITROGÊNIO | - | | |
| OZÔNIO | - | TAMPAS | - | | |
| PASSOS CRÍTICOS | | | | | |
| 1 | VERIFICAR QUAIS TAMPAS ESTÃO NO JET FLOW ANTES DO INÍCIO DE PRODUÇÃO (EVITAR TAMPAS ERRADAS) | | | | |
| 2 | LIGAR A CHAVE GERAL DA ENCHEDORA | | | | |
| 3 | LIGAR APARELHO DE GÁS OZÔNIO (OZONIZADOR) | | | | |
| 4 | ABRIR A VÁLVULA QUE LIBERA ÁGUA PARA O RINSER | | | | |
| 5 | ABRIR REGISTRO DO CILINDRO DE NITROGÊNIO E VERIFICAR O VOLUME E A PRESSÃO DE SAÍDA DO NITROGÊNIO | | | | |
| 6 | ABRIR VÁLVULA DE NITROGÊNIO (COR VERMELHA PRÓXIMO A PORTA 2) | | | | |
| 7 | COLOCAR ENCHEDORA EM MODO MANUAL, VERIFICAR SE OS 30 BICOS ESTÃO FIXADOS E SE AS BORBOLETAS ESTÃO NA MÁQUINA | | | | |
| 8 | VERIFICAR SE AS VÁLVULAS (B) E (C) ESTÃO FECHADAS (EVITAR QUE ESTEJA ALGUMA VÁLVULA ERRADA ABERTA) | | | | |
| 9 | ABRIR DE 15 A 20 BORBOLETAS DA ENCHEDORA PARA ESGOTAR MAIS RÁPIDO | | | | |
| 10 | ABRIR 1/3 DA VÁLVULA (A) E COLOCAR PARA DRENAR POR 5 MINUTOS | | | | |
| 11 | APÓS A DRENAGEM, ACIONAR O SETOR DE QUALIDADE PARA ANÁLISE DA ÁGUA. SE ESTIVER LIBERADO SEGUIR AS ETAPAS ABAIXO | | | | |
| 12 | ABRIR VÁLVULA DE AR COMPRIMIDO (ACIMA DO RINSER) | | | | |
| 13 | ABRIR VÁLVULAS DE AR COMPRIMIDO E CO ₂ (VÁLVULA DE COR AZUL PRÓXIMO À PORTA 3) | | | | |
| 14 | FECHAR PORTAS DA ENCHEDORA E GIRAR A CHAVE "SETUP" NA POSIÇÃO "DESLIGA" | | | | |
| 15 | APERTAR O BOTÃO AZUL (RESET) POR 2 SEGUNDOS ATÉ A LUZ AZUL APAGAR | | | | |
| 16 | ABRIR TOTALMENTE A VÁLVULA (A) | | | | |
| 17 | APÓS LIBERAÇÃO, NA ENCHEDORA CLICAR EM MENU "LIBERA TAMPAS" E CLICAR EM AUTOMÁTICO | | | | |
| 18 | AO INICIAR O CICLO DE ENVASE, REDUZIR A VELOCIDADE DE OPERAÇÃO PARA 5.000 GF/H ATÉ QUE NÍVEL DA ENCHEDORA ESTEJA DENTRO DO PADRÃO OPERACIONAL | | | | |
| 19 | AJUSTAR A VELOCIDADE DESEJADA NA ENCHEDORA. | | | | |
| MANUSEIO DA MÁQUINA | | | | | |
| 1 | ANTES DO ENCERRAMENTO DO 2º TURNO, ESGOTAR A LINHA DA ENCHEDORA APÓS O TÉRMINO DO ENVASE | | | | |
| 2 | QUANDO HOUVER PRODUÇÃO NA LINHA 3, PEDIR PARA QUE SEJA LIGADA A BOMBA GERAL | | | | |
| 3 | AJUSTAR A VELOCIDADE DA ENCHEDORA DE ACORDO COM A PRODUÇÃO DA SOPRADORA E ABASTECIMENTO MANUAL (RINSER), NÃO ULTRAPASSANDO A VELOCIDADE NOMINAL DE 11.000 GF/H. | | | | |
| PARÂMETROS DE EQUIPAMENTOS | | | | | |
| BICOS DA ENCHEDORA | PRESSÃO <2,0 Bar> | | | | |
| PAINEL DA ENCHEDORA | CONTRA PRESSÃO < 0,5 à 1,0 kgf/cm ² > | | | | |
| | PRESSÃO ENTRADA <8,0 kgf/cm ² > | | | | |
| | PRESSÃO OPERAÇÃO <3,5 kgf/cm ² > | | | | |
| | PRESSÃO PISTÃO <2,0 à 2,4 kgf/cm ² > | | | | |
| TERMÔMETRO ENCHEDORA | TEMPERATURA <20 à 29°C> | | | | |
| TORQUE DAS TAMPAS | <8 à 16 Lbf.pol> | | | | |
| EPI'S NECESSÁRIOS | | | | | |
| BOTA DE PVC BRANCA | - | JALECO BRANCO | - | PROTECTOR AURICULAR | - |
| CALÇA BRANCA | - | LUVA DESCARTÁVEL | - | TOUCA | - |
| CAMISETA BRANCA | - | MÁSCARA DESCARTÁVEL | - | | - |
| APROVAÇÃO | | | | | |
| | | | | | |
| | DIRETOR | GESTOR DE PRODUÇÃO | GERENTE DE PRODUÇÃO | | COLABORADOR |

Fonte: CABRAL et al. 2018.

Além do POP na fase de controle, pode ser aplicada a ferramenta 5W2H assim como na etapa de definição e, o histograma da etapa de medição do projeto.

4. CONCLUSÃO

Portando, ao se observar o patamar em que as indústrias atualmente se encontram, estas exigem cada vez mais processos de alta qualidade, com redução de custos e erros. A competitividade e o anseio por projetos lucrativos estão abrindo oportunidades para aplicação de ferramentas da qualidade que possibilitam a análise sistemática do processo produtivo e a resolução de problemas.

Dentre as metodologias disponíveis como a cultura KAIZEN, gestão de processos e o ciclo PDCA que auxiliam no atendimento dos requisitos desejados pelas indústrias; os projetos LEAN SEIS SIGMA utilizam o DMAIC como guia. Suas etapas focam em diferentes partes das ocorrências que juntas e aplicadas corretamente,

apresentam resultados satisfatórios de melhoria contínua, controle de processos, redução de custos e erros de produção, além de promover satisfação ao cliente e da empresa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. INDG, 2006.
- ANDERSON, P.; TUSHMAN, M. Technological Discontinuities and Dominant Designs: A Cyclical **Model of Technological Change**. **Administrative Science Quarterly**. v. 35, p. 604-633, 1990.
- CABRAL, A. J. C; DUARTE, C. N; ADRIANO, J. F; ADRIANO J. F; SILVA, T. M. Proposta de aplicação da metodologia DMAIC e pensamentos sistêmicos para melhoria contínua em uma empresa de envase de água mineral do interior de Goiás: um estudo de caso. **GETEC**: v.8, n.21, p.90-106. 2018.
- CAFFYN, S.; BESSANT, J. A capability-based model for continuous improvement. **Proceedings of 3th International Conference of the EUROMA**. London, 1996.
- CAMPOS, V. F. TQC – **Controle da Qualidade Total**. Nova Lima – Minas Gerais: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.
- CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: Teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- CARVALHO, M. M.; PALADINI, E.P. (Coord.). **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.
- CARVALHO, M. M. et al. **Gestão da Qualidade: teorias e casos**. Rio de Janeiro. Elsevier, 2005.
- CESAR, F. I. G. **Ferramentas Básicas da qualidade. Instrumentos para gerenciamento de processo e melhoria contínua**. Biblioteca 24horas, Seven System Internacional. São Paulo, SP. 2011.
- CORONADO, R. B.; ANTONY, J. Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organizations. **The TQM Magazine Journal**, [S. 1.]: v. 14, n. 2, p. 92-99, 2002.
- DOMINGUES, J. P. D. **Aplicação de ferramentas Lean e seis sigma numa indústria de sistemas de fixação**. 2013. Dissertação. (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial). Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova Lisboa, 2013.
- GEORGE, M. L. **Lean Seis Sigma para serviços**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.
- GEORGE, M. L. **Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed**. McGraw-Hill, 2002.
- GOLDSBY, T; J; MARTICHENKO, R. **Lean Six sigma logistics: Strategic Development to Operational Success**, J. Ross Publishing, Inc. 2005.
- GONÇALVES, J. E. L. **As empresas são grandes coleções de processos**. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v.40, n.1, p. 6-19, jan./mar. 2000.

- HARRINGTON, J. **Gerenciamento Total da Melhoria Contínua**. São Paulo: Makron Books, 1993.
- HINES, P.; TAYLOR, D. Going Lean. **Lean Enterprise Research Centre Text Matters**. New York, 2000.
- HOLANDA, L. M. C.; SOUZA, I. D.; FRANCISCO, A. C. Proposta de aplicação do método DMAIC para melhoria da qualidade dos produtos numa indústria de calçados em Alagoa Nova-PB. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 8, nº 4, p. 31-44, 2013.
- LÉXICO LEAN. **Glossário Ilustrado para Praticantes do Pensamento Lean**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.
- LISBOA, M. G. P. **Design e qualidade: uma análise do processo produtivo de ourivesaria**. 2009. 161f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.
- LUCAS, J.M. The Essential Six Sigma. **Quality progress**, Milwaukee: v. 35, n. 1, p. 27-31, Jan. 2002.
- MARSHALL JUNIOR, I. et al. **Gestão da Qualidade**. Rio de Janeiro. FGV, 2006.
- MATOS, J. L. **Implementação de um projeto de melhorias em um processo de reação química em batelada utilizando o método DMAIC**. Dissertação (Mestrado). UFRGS, 2003.
- MOURA, A. R.; BANZATO, J. M. **Poka-Yoke: a eliminação dos defeitos com o método à prova de falhas**. São Paulo: Iman, 1996.
- PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2008.
- RODRIGUES, M. V. **Ações para qualidade GEIQ (Gestão Integrada para Qualidade): Padrão Seis Sigma /classe mundial**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**. Lean Institute Brasil. São Paulo, 1999.
- ROTHER, M.; HARRIS R. **Criando fluxo contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.
- ROTONDARO, R. G. **Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Editora Atlas, 2002.
- SCATOLIN, A. C. **Aplicação da metodologia Seis Sigma na redução das perdas de um processo de manufatura**. São Paulo, 2005.
- SHIMBUN, N. K. **Poka-Yoke: improving product quality by preventing defects**. Cambridge: Productivity Press, 1998.
- SLACK, N. et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002.
- SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. São Paulo. Atlas, 1999.

SMEDS, R. **Managing Change towards Lean Enterprises**. International Journal of Operations & Production Management, v.14, n.3 p. 66-82. University Press, 1994.

STAMATIS, D. H.; Six **Sigma Fundamentals: A Complete Guide to the System, Methods and Tools**, New York, 2004

TAPPING, D. et al. Value Stream Management: eight steps to planning, mapping, and sustaining lean improvements. **Productivity Press**. New York, 2002.

VARVAKINS, G. J. R. et. al. **Gerenciamento de processos**. Florianópolis, 1998. 71p.

VOITTO. **Afinal, o que é VOC (Voz do Cliente)?** Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/o-que-e-voc>. Acesso em: 23 abr. 2020.

VOITTO. **Histograma: o que é, quais tipos existem e como montar um**. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/o-que-e-um-histograma>. Acesso em: 14 jul. 2020.

VOITTO. **Método DMAIC: o que é e como funciona?** Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/metodo-dmaic>. Acesso em: 23 abr. 2020.

WATSON, G.H. **Cycles of learning: observations of Jack Welch**. ASQ Publication, Milwaukee, 2001.

WERKEMA, C. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

WERKEMA, M. C. C. **Criando a cultura Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

WERKEMA, M. C. C. **Lean seis sigma: Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing**. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2006.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 4a Edição. Rio de Janeiro, 1998.

WOMACK, J. P; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. **Campus**. 5a Edição. Rio de Janeiro, 1992.