



CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC
MBA Executivo em Lean Manufacturing

THIAGO REIS CARDOSO

**DMAIC COMO MODELO PARA RESOLUÇÃO DE
PROBLEMAS: ESTUDO DE CASO EM INDUSTRIA
ALIMENTÍCIA**

Salvador
2018



THIAGO REIS CARDOSO

**DMAIC COMO MODELO PARA RESOLUÇÃO DE
PROBLEMAS: ESTUDO DE CASO EM INDUSTRIA
ALIMENTÍCIA**

Artigo apresentado ao MBA
Executivo em Lean Manufacturing
do CENTRO UNIVERSITÁRIO
SENAI CIMATEC como requisito
parcial para obtenção do título de
MBA Executivo em Lean
Manufacturing

Orientador(a): prof. Carlos César
Ribeiro Santos

Salvador
2018

RESUMO

A acirrada disputa por um espaço no mercado comercial contribui incentivando estratégias gerenciais a constantes evoluções. Com ferramentas de melhoria contínua em seus processos, as organizações buscam atender as necessidades dos clientes e consumidores. O método Seis-Sigma atrelado a melhoria da qualidade do produto ou serviço, tem sido amplamente difundido e utilizado por grandes empresas. Uma das principais ferramentas utilizadas é o DMAIC que consiste em etapas específicas (Definir, Medir, Analisar, Incrementar e Controlar) ao longo das quais se aplica um conjunto de ferramentas estatísticas que podem ser aprimoradas e estruturadas como um modelo de diagnóstico para resolução de problemas. O objetivo desse trabalho foi demonstrar de um modo detalhado a estrutura, aplicação e resultado dessa ferramenta utilizada em uma indústria de alimentos, situada em Salvador/BA, trazendo soluções reais ao seu processo produtivo. O artigo traz uma revisão literária sobre a ferramenta, um estudo de caso utilizando as etapas do DMAIC e uma estrutura proposta para resolução de problemas. Algumas ferramentas de controles de qualidade e controles estatísticos foram selecionadas em prol do resultado. Seguindo o modelo proposto, o estudo de caso obteve um resultado positivo erradicando a perda determinada na primeira etapa do estudo. Assim, concluiu-se que apesar da organização não aplicar a metodologia Seis Sigma como um modelo de gestão, pode-se utilizar o DMAIC como uma ferramenta eficaz de diagnóstico e resolução de problemas pontuais.

Palavras-chave: Seis Sigma, DMAIC, Processos Industriais, Ferramenta da Qualidade.

ABSTRACT

The fierce competition for a space in the commercial market contributes by encouraging managerial strategies to constant evolutions. With continuous improvement tools in their processes, organizations seek to meet the needs of customers and consumers. The Six Sigma method linked to the improvement of product or service quality has been widely disseminated and used by large companies. One of the main tools used is the DMAIC, which consists of specific steps (Define, Measure, Analyze, Increment and Control) along which a set of statistical tools that can be improved and structured as a diagnostic model for problem solving. The objective of this work was to demonstrate in a detailed way the structure, application and result of this tool used in a food industry, located in Salvador / BA, bringing real solutions to its production process. The article provides a literary review of the tool, a case study using the DMAIC steps, and a proposed framework for problem solving. Some tools of quality controls and statistical controls were selected in favor of the result. Following the proposed model, the case study obtained a positive result eradicating the loss determined in the first stage of the study. Thus, it was concluded that although the organization does not apply the Six Sigma methodology as a management model, DMAIC can be used as an effective tool for the diagnosis and resolution of specific problems.

Keywords: Six Sigma, DMAIC, Industrial Processes, Quality Tool.

1. INTRODUÇÃO

A busca por atender as necessidades e desejos dos clientes e consumidores é uma realidade das organizações atuais. Há algum tempo a acirrada disputa por um espaço no mercado contribui direcionando estratégias gerenciais a constantes evoluções, visando melhorias em todas etapas do processo produtivo. Com a entrada dos produtos importados no mercado local no Brasil, houve uma necessidade de aprimorar os processos existentes e uma busca por ferramentas de gestão que auxiliassem o desenvolvimento dos processos se tornou cada vez mais emergencial.

BORNIA (2010), enfatizou sobre a continua modificação do mercado de comercio no Brasil, tornando-o cada vez mais competitivo, tendendo acirrada disputa entre as empresas internas e externas devido a participação mais direta do Mercosul no mercado e a redução das barreiras de entrada para diversos produtos importados.

BORNIA (2010), ainda comenta que no antigo mercado, empresas tradicionais não necessitavam do aprimoramento continuo de eficiência, pois com menos concorrência seus produtos eram absorvidos com suas deficiências a um custo relativamente elevado. Por outro lado, umas das mais importantes preocupações das empresas modernas é a luta incessante por um processo mais eficiente e produtivo, visando a diminuição de custo, tornando assim seu produto aceitável pelos consumidores.

Atualmente, na busca de melhorar a qualidade de seus produtos e processos, as empresas aplicam diferentes métodos de gestão que possibilitam superar seus concorrentes, mantendo a competitividade cada vez mais acirrada. Quando essas metodologias de gestão são aplicadas com disciplina e rigor, as chances de galgar espaço no mercado competitivo são realmente elevadas (LINDERMAN et al., 2013).

O Seis Sigma ou Six Sigma é um dos métodos de gestão o qual empresas brasileiras vêm usualmente aplicando em seus processos, percebendo a importância desse método para a preservação da competitividade de seus negócios (ROTONDARO et al., 2002). Segundo Yang

& El-Haik (2008), o seis sigma tem como objetivo maximizar a quantidade de acertos, ou seja, a metodologia assegura que a progressão ao chegar nos seis sigma tem-se uma quantidade de defeito praticamente zero.

O intuito das organizações que aplicam o Seis Sigma é respaldar as decisões em fatos e dados completamente mesuráveis, garantindo um maior controle em seus processos, atingindo assim uma maior satisfação dos seus clientes (PANDE et al., 2000).

Vale salientar que o Seis Sigma incentiva o conhecimento sobre planejamento, modelagem de processos, controle e otimização conectados aos conhecimentos estatísticos. Com a utilização e a sistemática da ferramenta DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Incrementar e controlar), é possível monitorar e definir um método de diagnóstico, guiando o time responsável pelo processo a identificar oportunidades de ganhos significativos em prol do aumento de lucratividade (HAN; LEE, 2002).

Baseado no contexto de competitividade cada vez mais forte nos principais mercados (incluindo o rumo alimentício) e a necessidade de permanecer com preços mais enxutos, visando a melhoria continua dos processos e reduzindo desperdícios constantemente, este artigo traz um estudo de caso em uma indústria de alimentos que demonstra como utilizar a estrutura da ferramenta DMAIC com intuito de solucionar falhas específicas no processo. Logo o problema de pesquisa, assim como seus objetivos foram relacionados a seguir:

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

Como utilizar a estrutura do DMAIC como uma ferramenta de diagnóstico e resolução de problemas em uma indústria de alimentos de grande porte situada na cidade de Salvador?

1.2. OBJETIVO GERAL

Demonstrar de um modo detalhado a estrutura, aplicação e resultado de uma ferramenta de análise DMAIC utilizada em uma indústria de alimentos para auxiliar a resolução de problemas pontuais do seu processo produtivo.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.3.1. Apresentar o fundamental teórico da ferramenta de análise DMAIC;
- 1.3.2. Apresentar um estudo de caso, estruturando cada etapa da ferramenta DMAIC direcionada a resolução de problemas específicos;
- 1.3.3. Apresentar algumas ferramentas que podem auxiliar a obtenção de resultados positivos na utilização do DMAIC.

1.4. JUSTIFICATIVA DO TEMA

Atualmente com a facilidade de informações e comunicação, o engenheiro conta com uma gama de ferramentas que auxiliam na gestão de processos, porém essas ferramentas facilmente encontradas envolvem, em sua grande maioria, um conceito global e raramente são apresentadas estruturadas como modelo diagnóstico e de resolução de problemas.

Quando a organização não contempla de uma padronização na utilização dessas ferramentas, pode-se utilizar a mesma ferramenta para objetivos diversos, como por exemplo utilizar o PDCA (Plan, Do, Check, Act) para um novo projeto, uma reformulação de layout, resolução de problemas, acompanhamento pessoal, entre outros.

Existem diversas ferramentas que auxiliam em um diagnóstico de problema como: PDCA, DMAIC, 5W2H (What, Where, Why, Who, When, How e How much), FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), 5 Porquês.

Na próxima seção será referenciado a teoria relacionada a utilização de algumas ferramentas na gestão de processos, gestão baseando na metodologia Seis Sigmas e seus benefícios e a utilização do DMAIC como a principal ferramenta do Seis Sigmas. Na seção número 3, será apresentada toda metodologia utilizada neste estudo de caso, assim como suas ferramentas para as análises, seguido para a seção de Análise dos Dados e posteriormente, na seção número 5 o Resultado e a Conclusão deste estudo.

Por fim, a última seção será registrada qual base de estudo literário foi necessário para elaboração deste artigo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresentará uma revisão na literatura constando o nascimento do Seis Sigma, seu conceito e sobre uma ferramenta nomeada de DMAIC (definir; medir; analisar; incrementar; e controlar).

Segundo Larson (2003), por volta dos anos 1980 a Motorola encontrava-se em uma relativa crise. Com clientes insatisfeitos e frustrados, motivados por um sistema produtivo que não prezava pela satisfação do consumidor, muito provavelmente devido à baixa qualidade dos produtos. Assim, com elevado custo de operação e redução da participação do mercado consumidor, a saúde da empresa encontrava-se comprometida.

Procurando uma resposta imediata, o engenheiro da Motorola Bill Smith desenvolveu a metodologia chamada Seis Sigma (Raisinghani et al.,2005). Para Lindermann et al., (2003) o Seis Sigma é um método robusto e bem direcionado, voltado a melhorar continuamente os processos, com base científica ou ferramentas estatísticas, visando reduzir o desperdício em produtos defeituosos. Já Kumar et al. (2008) o Seis Sigma é uma estratégia de negócio que é respaldada na tomada de decisão clara e resolução de problemas, levando em conta fatos significativos e reais, criando metas consideráveis, analisando suas causas de defeitos e propondo soluções para reduzir o espaço entre o processo real e o processo desejado. Yang & El-Haik (2008) afirma que o Seis Sigma promove as ferramentas ideias para elevar a capacidade dos processos, melhorando o desempenho e diminuindo a variabilidade.

O nome Seis Sigma é o desvio padrão da estatística. Levando para o âmbito organizacional de produção o objetivo do Seis Sigma é que os defeitos signifiquem 3,4 por milhão de unidades ou 99,9997% de acertos. Quando esse

padrão é alcançado, representa uma baixa variação no processo e uma extrema melhoria na qualidade do produto Yang & El-Haik (2008).

Outras frentes do Seis Sigma é a introdução do conhecimento sobre planejar, modelar e simular processos, controlar e utilizar a otimização integrados com conhecimento estatístico. Sobre a ferramenta DMAIC, deve monitorar e definir um meio de diagnóstico que auxilia os engenheiros do processo a perceberem oportunidades de melhorias com possíveis ganhos, aumentando assim a lucratividade, como consequência do foco em projetos minuciosamente aprovados (Han; Lee, 2002)

Com outro enfoque, nos dias de hoje, as organizações visam conhecer e aproveitar as oportunidades de ganhos, tendendo uma aproximação do Seis Sigma a estratégia para definição de diretrizes. Santos (2006) discursa que empresas com estratégia corporativa aliada com Seis Sigma tendem a obter melhores resultados. Trad & Maxmiano (2009) sugeriram alguns fatores como base:

- **Liderança e participação da alta administração:** sempre presente e com objetivos claros, planejados e de conhecimento de todos.
- **Seleção de projetos:** Projetos bem determinados e conectado a estratégia do negócio.
- **Recursos humanos:** preza pela capacitação técnica do campo quantitativo, criatividade, colaborar, ser dedicado e comunicativo. Defende a construção correta da equipe.

A utilização da metodologia Seis Sigma sugere diversos métodos de melhorias e resolução de problemas, ordenadamente, lógica e sistemática aplicando uma gama de ferramentas nas suas etapas (Munro, 2000). Segundo diversos autores é um dos métodos estruturados mais utilizados em organizações que aderiram a metodologia Seis Sigma e uma dessas ferramentas é o DMAIC.

2.1. DMAIC

No início da década de 90, a estatística já era enfoque nos trabalhos publicados causando uma revolução nas organizações. A partir de 2009 a priorização pela utilização de estatística com o ciclo DMAIC já era uma realidade. Esse ciclo é caracterizado pelo poder de resolução de problemas e garantir redução crescente na taxa de falhas e defeitos onde aplicado (Trad & Maximiano, 2009).

Segundo Hors (2012) as etapas do DMAIC podem ser descritas da seguinte forma, sendo utilizada como metodologia em sua pesquisa:

- **Definir:** Nesta etapa o problema é definido assim como o contrato do projeto a ser realizado. A equipe do projeto também é definida e aconselha-se que esta equipe seja composta por especialistas das áreas envolvidas. Como seções do contrato do projeto o autor cita o objetivo global, os objetivos específicos, os limitantes do projeto, os indicadores e os benefícios desejados.
- **Medição:** Esta etapa será onde os dados do projeto serão validados, como mostrar a viabilidade do projeto, divulgar sua complexidade, entender sobre o processo em todas as etapas e seus controles de processos. O processo macro estudado é entendido e a complexidade da pesquisa explanada, definindo os indicadores a serem conquistados. Nesta fase tem como objetivos a eliminação de controles paralelos (atendendo a um único modelo de medição), políticas claras e a definição se existe necessidade de revisões ou validação no fluxo de operação.
- **Análise:** Existem várias ferramentas utilizadas no DMAIC e nesta fase não é diferente. O diagrama de Ishikawa pode ser aplicado para mapear as informações importantes ou dificuldades no processo em paralelo com uma matriz quantificando esforço e impacto nas causas que serão devidamente priorizadas. As ações baseadas na priorização serão organizadas para a implementação no próximo passo.

- **Implementação:** Todas as melhorias são implementadas nessa fase do projeto, ações essas definidas na etapa anterior. As implantações são organizadas para assegurar a melhoria de cada ação, mantendo a comunicação e garantindo o êxito.
- **Controle:** Nesta etapa acontece o acompanhamento dos resultados, normalmente durante meses, de forma periódica de seus indicadores e metas definidos no contrato do projeto. Após o acompanhamento por um determinado tempo, as implementações que deram resultados, podem ser mais sofisticadas com a utilização de automação em alguns casos ou revisadas e seu controle pode passar a ser supervisionado por um programa automatizado ou incluso em um sistema supervisorio.

3. REFERENCIAL METODOLÓGICO

Neste artigo foram utilizados dois métodos de pesquisa, sendo o primeiro apresentado da seção 2, fazendo referência ao objetivo de pesquisa número 1.3.1 como um levantamento bibliográfico contribuindo para desenvolver conhecimento teórico sobre a ferramenta DMAIC.

Um levantamento bibliográfico é toda bibliografia pública em relação ao tema estudado e seu objetivo é diminuir o espaço entre o pesquisador e o material existente sobre aquele determinado assunto, dito ou filmado, incluindo conferências e debates registrados de alguma forma segundo Marconi & Lakatos (1990, p.66).

O outro método de pesquisa estará presente na próxima seção, onde será descrito, através de um acontecimento real, ou seja, um estudo de caso estruturado no DMAIC voltado ao diagnóstico e resolução de problemas. Yin (2010) propõe que é possível utilizar a pesquisa de estudo de caso quando existe o objetivo de entender um fenômeno do mundo real e atestar que esse entendimento pode englobar condições contextuais chaves para o caso. Logo Stake (2007) representa um estudo de caso como um sistema delimitado e chama atenção na unidade e globalidade deste sistema. Concentrar energias

nos aspectos relevante para a investigação por tempo determinado, permitindo clareza dos fatos por meio de uma detalhada descrição.

De acordo com Schramm & Roberts (1971 apud YIN, 2010, p.16),

A essência de um estudo de caso, a tendência central entre todos os tipos de estudo de caso, é que ele tenta iluminar uma decisão ou um conjunto de decisões: por que elas são tomadas, como elas são implementadas e com que resultado.

Realizado em 2018, este estudo de caso foi motivado por resultados negativos de disponibilidade de equipamentos em uma linha de produção de biscoito recheado.

O indicador relacionado a este tipo de parada foi Parada Operacional, onde seguindo o conceito da empresa, indicador responsável pelas paradas oriundas a falhas operacionais por falta de método ou execução do método de maneira equivocada. Posteriormente, com o desenvolvimento da análise deste estudo de caso, serão mencionadas algumas das possíveis causas. No entanto, por decisão gerencial toda a indisponibilidade do equipamento relacionada neste estudo de caso será agrupada no indicador de desempenho denominado Parada Operacional, possivelmente por não conhecer ao certo o real motivo dessa perda, que será discutida posteriormente.

Para este estudo de caso foi modelada uma estrutura de atividades e acompanhamento baseada na ferramenta DMAIC, seguindo suas fases e atribuindo no mínimo uma atividade para cada etapa, que melhor se encaixe como uma ferramenta de diagnóstico e resolução de problemas. Foram nomeadas como fases do DMAIC as seções; Definir, Medir, Analisar, Incrementar e Controla. Para cada fase definida foram incrementadas algumas etapas que serviram como um caminho a ser percorrido, facilitando seu diagnóstico, resolução do problema e controle das variáveis que interferiram no resultado.

Após a modelagem desta estrutura foi apresentada, juntamente com o resultado negativo do indicador de Parada Operacional, a gerente da planta com o objetivo de justificar a aplicação de uma equipe multidisciplinar no

combate a esta perda específica no processo. Com a liberação e criação desta equipe os integrantes foram escolhidos ocupando os seguintes cargos (Tabela 01):

Essa equipe foi designada a realizar reuniões diária, seguindo um Master Plan (plano mestre elaborado pelos componentes) durante 1 mês com o objetivo de entregar um diagnóstico e ações eficazes para a resolução do problema. Após o mês em questão, todo controle estatístico e ajustes foram de responsabilidade da equipe.

Tabela 01- Composição da equipe e seus respectivos cargos ocupados na organização

<i>Titulares da Equipe</i>	<i>Cargo Ocupado na Organização</i>
Líder da equipe	Analista de Processos Industriais
Membro 1	Coordenador de Produção
Membro 2	Coordenador de Manutenção Elétrica.
Membro 3	Coordenador de Manutenção Mec.
Membro 4	Supervisor de Fabricação
Membro 5	Operador de Fabricação de Recheio

Fonte: (Autoria própria, 2018)

A organização estudada tem a cultura de designar metas baseada em histórico, logo em uma rápida pesquisa nas lições apreendidas da empresa foi possível notar que problemas erradicados são aqueles que necessitaram de alto investimento financeiro. Logo, com um orçamento apertado e pela necessidade de rápida resolução determinou-se gerencialmente uma meta de 50% de redução (considerado um ganho significativo).

Na próxima seção será demonstrada a estrutura modelada para esse estudo de caso, as análises oriundas dos controles estatísticos, algumas ferramentas de engenharia e qualidade utilizadas no desenvolvimento das análises e os resultados conquistados pela organização.

4. ANÁLISE DE DADOS

Este estudo de caso ocorreu em uma indústria de grande porte do ramo alimentício. Esta indústria tem como sua principal matéria-prima o trigo e nesta sede atuam cerca de 1800 funcionários. A figura 01 demonstra o comportamento do indicador PARADA OPERACIONAL, analisando-se por 6 meses.

É possível notar que de julho/17 a dezembro/17 este indicador obteve oscilações. No mês de dezembro, como mostra a figura 01, seu resultado foi o mais negativo, demonstrando uma oportunidade de melhoria para a organização, resultando neste estudo de caso. As próximas seções trarão cada fase do DMAIC estruturada, relacionando ao objetivo de pesquisa 1.3.2, e como utilizar a ferramenta DMAIC para diagnosticar e resolver problemas, assim respondendo ao problema de pesquisa.

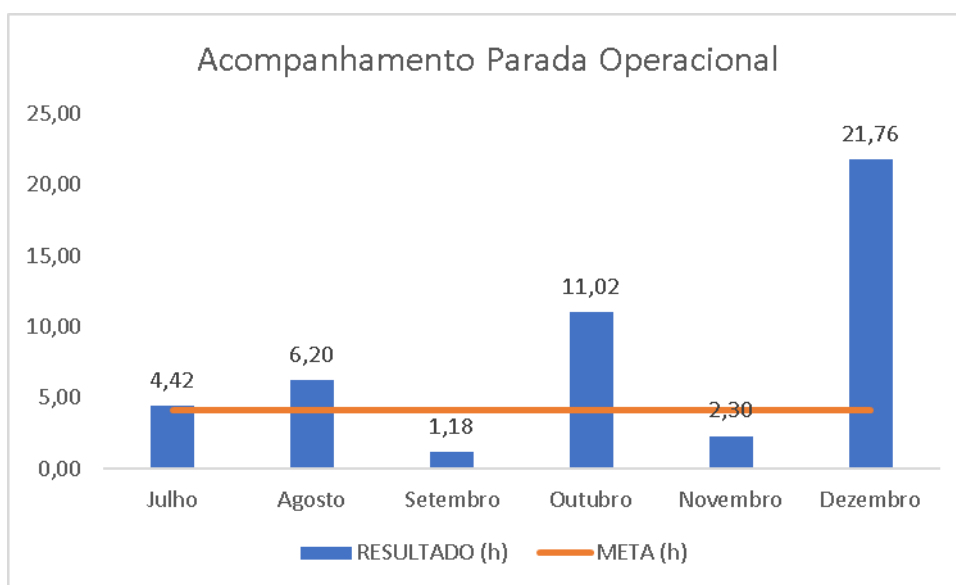


Figura 01- Acompanhamento das paradas operacionais de seis meses consecutivas

Fonte: (Autoria própria, 2018)

4.1. DEFINIR

Após análise do indicador, foi preciso aprofundar os estudos para saber ao certo qual o incremento de cada motivo que ocasionou a parada operacional. A estrutura modelada neste estudo de caso utilizando a

ferramenta DMAIC traz a tabela 02, apresentando a fase D(definir) e suas etapas propostas.

Tabela 02- Fase D (definir) da ferramenta DMAIC e suas etapas propostas

DEFINIR	CAMINHO
1- Qual o incomodo da organização?	Visão Estratégica
2- Quais as consequências para o negócio?	Análise de Impacto
3- Quais são os resultados esperados?	Visão Estratégica
4- Quais as restrições?	Teoria das Restrições
5- Qual o time de melhoria?	Equipe Multidisciplinar
6- Qual é o Master Plan?	-
7- Desenvolver uma visão global do processo.	-
8- Quais são as áreas ou equipamentos críticos de melhorias?	CEP

Fonte: (Autoria própria, 2018)

A coluna denominada “CAMINHO” é uma orientação a seguir a partir de cada etapa. Nesta proposta, não necessariamente, tem-se que seguir este caminho para todos os estudos de casos. Este trabalho seguiu exatamente essa sequência para cada etapa das fases do DMAIC. Este artigo apresentará pelo menos uma etapa de cada fase e logo a seguir, na figura 02 estará disponível as horas de falhas operacionais no processo com o objetivo de responder qual o incomodo da organização, etapa 1 na fase D do DMAIC.

Com base em dados estatísticos de monitoramento e controle fornecidos pela organização, a equipe multidisciplinar concluiu que a grande maioria das paradas relacionadas a operação, foi voltada a planta de recheio, onde a mesma está localizada dentro de uma etapa do processo chamada recheadora. Para facilitar o entendimento de como funciona o processo foi criado uma visão geral, figura 02. Neste artigo a etapa 7 da fase Definir virá primeiro do que a etapa 1 apenas para fins didáticos.

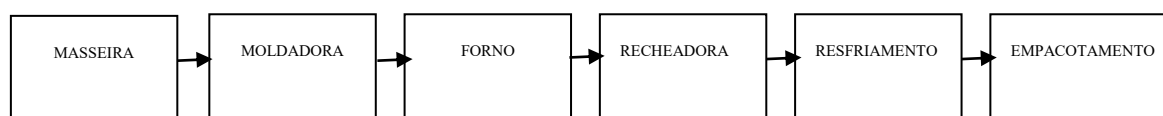


Figura 02- Fluxograma geral do processo de produção de biscoito recheado

Fonte: (Autoria própria, 2018)

Existe um processo na etapa da Recheadora que é a preparação de recheio, onde tem-se um sistema automático que controla a vazão, pressão e temperatura deste recheio chamada de planta de creme ou de recheio. Na figura 03 estão disponíveis os principais problemas acumulados nos últimos 3 meses em análise neste estudo, buscando um melhor entendimento sobre o aumento das paradas operacionais que afetam o indicador de PO.

Com a grande diferença entre os motivos que ocasionaram a perda de produção, ficou claro para a empresa, que o seu incomodo é a parada operacional por creme cristalizado na planta de creme.

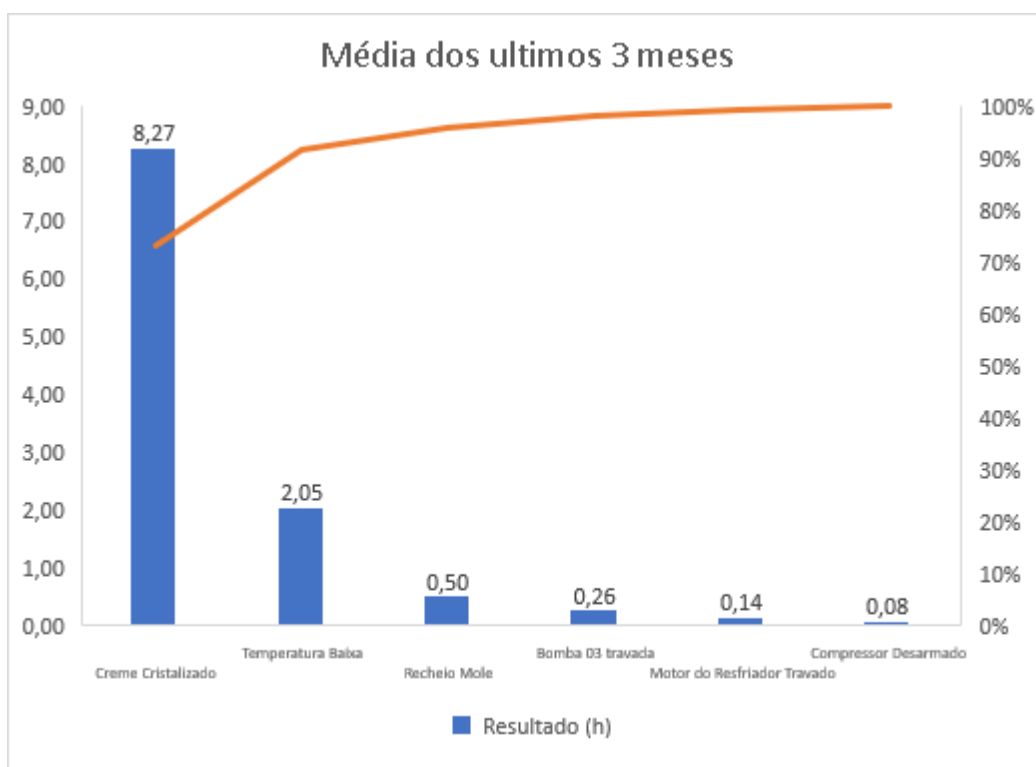


Figura 03- Falhas no processo operacional e seus respectivos tempo(h) nos últimos três meses

Fonte: (Autoria própria, 2018)

Na análise do impacto ficou claro que mesmo atingindo a meta estabelecida para este fenômeno, reduzir em 50% a indisponibilidade, o indicador de desempenho P.O. continuaria acima da sua meta estabelecida.

Logo foram criadas outras frentes de trabalho, não relacionadas as paradas por cristalização de recheio.

Para esse estudo de caso, uma das restrições imposta pela gerência foi utilizar o mínimo de investimento financeiro possível, por conta do orçamento apertado para o ano de 2018.

Visando uma melhor organização e planejamento dos passos a partir do M no DMAIC, a elaboração de um Master Plan (plano mestre) se tornou essencial para este estudo de caso. Este plano mestre foi caracterizado para contemplar as macro etapas enfatizando as atividades com maior importância para o resultado. O Master Plan utilizado para este estudo pode ser visualizado na figura 04.

Analisando a figura 04, nota-se que o D do DMAIC que é o passo 1, tem duração de apenas 1 dia. Isso é apenas uma ilustração, visto que o Master Plan engloba as atividades a partir do Medir.

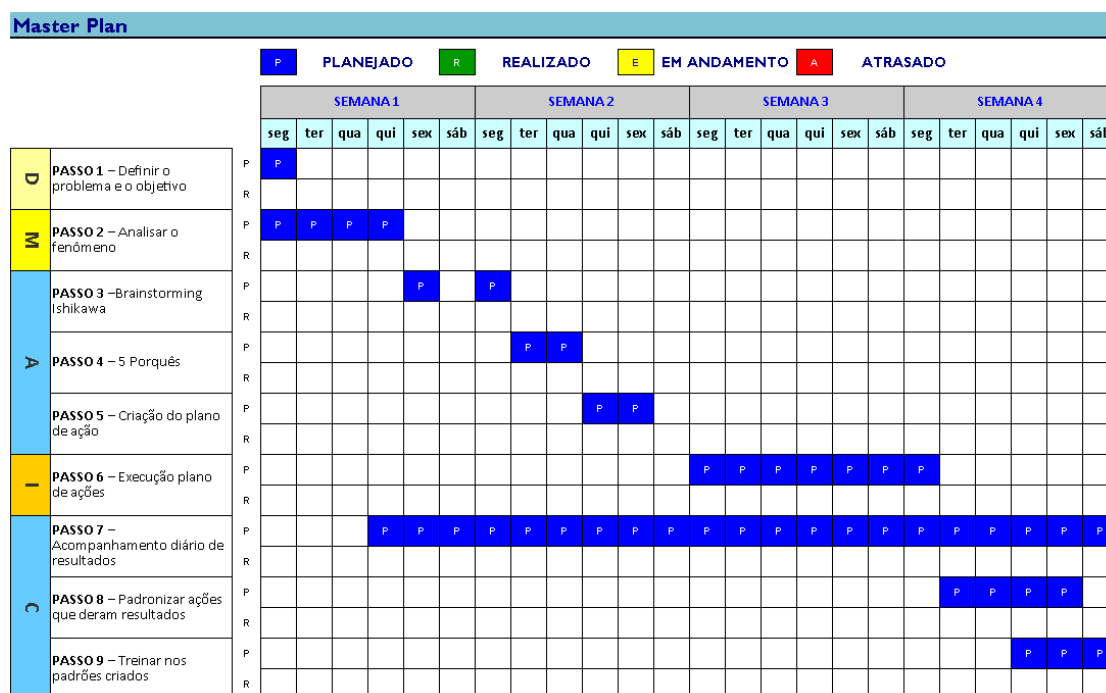


Figura 04- Master Plan das macro etapas no período de quatro semanas

Fonte: (Autoria própria, 2018)

Antes de iniciar a etapa Medir, foi preciso entender quais foram os pontos que ocorreram as cristalizações de recheio. Para isso foi feito um

levantamento no controle estatístico do processo, onde a partir das descrições das paradas operacionais por cristalização foi possível identificar qual área da planta de recheio foi afetada. Outra opção de dados utilizados foi oriunda de uma atividade de limpeza exigida pelo TPM (Manutenção Produtiva Total) incluso no “Padrão de Limpeza”. Essa atividade conta com suporte de um check-list para melhor organizar seu andamento. Apoiado a este check-list e suas descrições, os operadores anotaram as áreas que ocorreram acúmulo de recheio na planta de recheio.

Nas próximas fases do DMAIC serão detalhadas apenas as etapas ou passos presentes no plano mestre. A fase Definir foi devidamente apresentada passo a passo porque é a fase de estruturação do problema e assim achou-se necessária uma maior abrangência.

4.2. MEDIR

Utilizando os dados da fase anterior, foi possível identificar as áreas e equipamentos que seriam de grande importância para conquistar o objetivo de 50% na redução de paradas por cristalização de recheio. A estrutura utilizada pela equipe (tabela 03) contempla uma gama de atividades que foram realizadas pela equipe multidisciplinar e alguns convidados do processo.

Tabela 03- Fase M (medir) da ferramenta DMAIC e suas etapas propostas

MEDIR	CAMINHO
9- Descrever todas as etapas do processo, VA e CA	VSM
10- Quais são os pontos de medição de variáveis?	Pontos Críticos do Processo
11- Identificar relações de variáveis de entrada e de saída	CEP
12- Plano de coleta de dados	-
13- Garantir uma redução da variação no processo de medida	-
14- Validar o sistema de medição	-
15- Coletar dados	-
16- Estudar o processo	Teste de normalidade, Pareto

Fonte: (Autoria própria, 2018)

Os pontos de medições de variáveis foram selecionados a partir de um controle automático do sistema supervisor que gerencia os parâmetros de pressão, vazão e temperatura da planta de recheio.

As etapas do processo foram descritas com a utilização do VSM, porém como o processo é totalmente automatizado, foi utilizado além do VSM a telas do sistema supervisor para facilitar o entendimento.

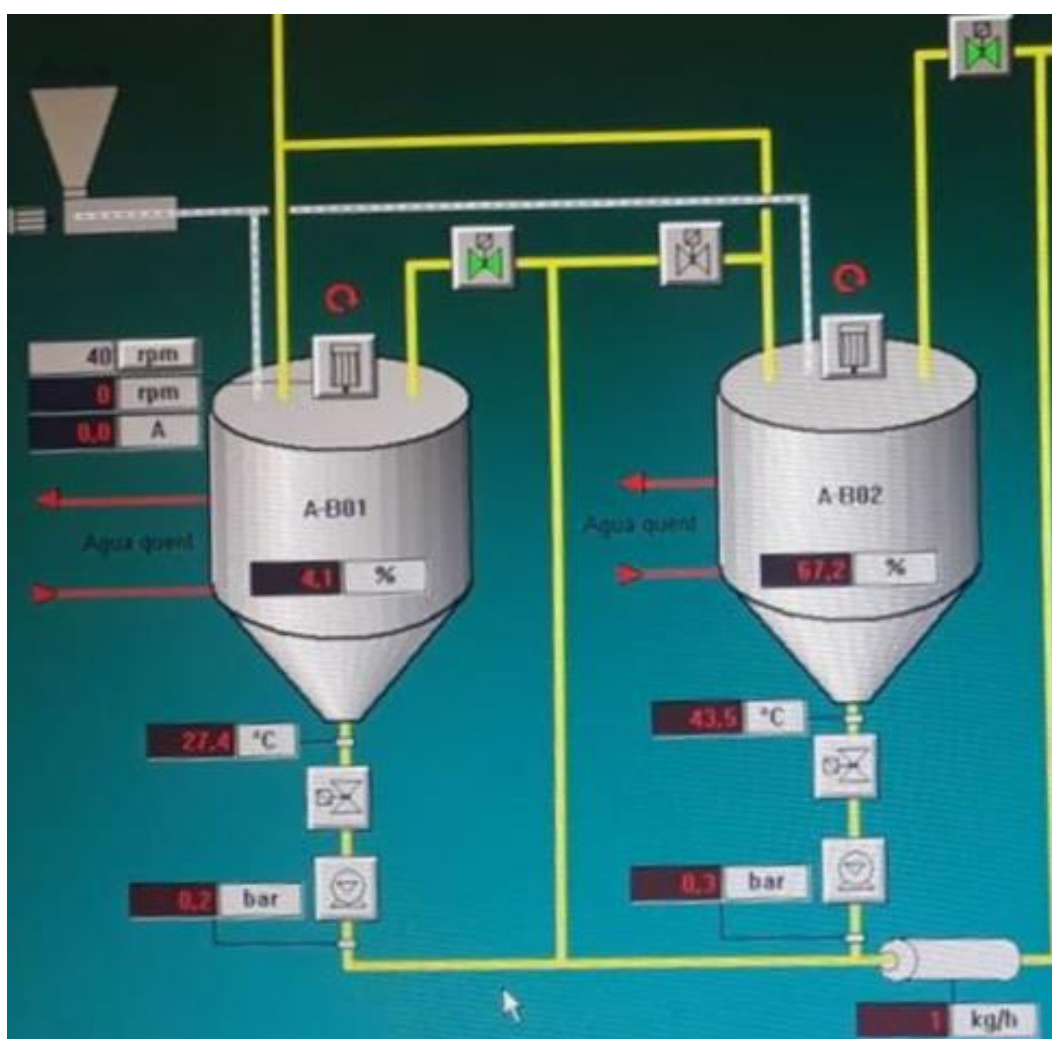


Figura 05- Sistema supervisor da planta de creme

Fonte: (Autoria própria, 2018)

É possível monitorar e controlar os valores de entrada de temperatura e pressão na planta de creme, como mostra a figura 5. Esses pontos contendo os valores de entrada foram os pontos selecionados para serem estudados e com isso foi possível identificar relações com a cristalização de recheio. Outro

ponto de controle utilizado foi o local onde ocorre frequentemente a cristalização do recheio que é a bomba do tanque de transferência, ilustrado na figura 06, atestado pelos registros de paradas operacionais e pelo check-list de limpeza preenchido pelos operadores responsáveis.



Figura 06- Bomba de transferência de recheio com recheio cristalizado

Fonte: (Autoria própria, 2018)

4.3. ANALISAR

A estrutura proposta para a análise do problema em questão está representado na tabela 04.

Tabela 04- Fase A (analisar) da ferramenta DMAIC e suas etapas propostas

ANALISAR	CAMINHO
17- Investigar o Processo (variações)	Castas de controle, teste de hipótese Brainstorming, 5 porquês, Ishikawa Gráfico de dispersão e correlação, tendência, Acompanhamento do processo
18- Determinar causas raízes	
19- Determinar as relações entre variáveis	
20- Identificar fontes de variação	

Fonte: (Autoria Própria, 2018)

Para investigação das causas raízes foram utilizadas as ferramentas de Brainstorming, Ishikawa e 5 porquês.

Para análise do Brainstorming foram convidados outros colaboradores inseridos no processo nas áreas de qualidade, P&D, engenharia de projetos e outros. Após esta etapa, as ideias foram imputadas em uma matriz de prioridade onde as de maiores impactos foram selecionadas e organizadas na ferramenta Ishikawa, para assim serem direcionadas na análise dos 5 porquês. A figura 07 representa a organização das ideias selecionadas pela matriz em forma de espinha de peixe.

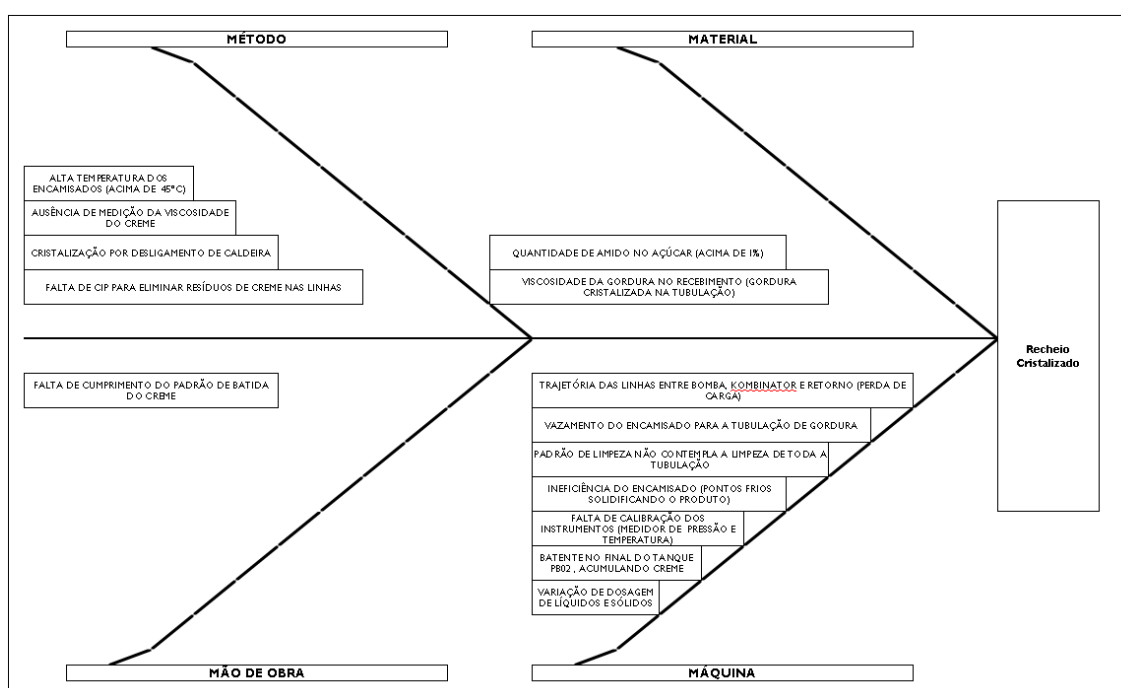


Figura 07- Organização das ideias selecionadas pela matriz em forma de espinha de peixe

Fonte: (Autoria própria, 2018)

Com a análise dos 5 porquês foi possível entender algumas causas raízes como o padrão de limpeza realizado contribuía para a cristalização do creme, a rotação dos agitadores no momento de mistura e transição ajudavam na obstrução da bomba, entre outros.

4.4.INCREMENTAR

Nesta fase Incrementar foram realizadas as análises primárias das ações, seus possíveis resultados, seus riscos e alguns testes antes de implantar as melhorias. A estrutura proposta a seguir do time responsável pelo estudo de caso está descrita na tabela 05.

Tabela 05- Fase I (incrementar) da ferramenta DMAIC e suas etapas propostas

INCREMENTAR	CAMINHO
21- Propor e desenvolver mudanças 22- Analisar riscos nas mudanças desenvolvidas 23- Testar as mudanças em cada piloto 24- Avaliar os resultados 25- Planejar a definitiva implantação das mudanças	- FMEA - Impacto no indicador 5W2H

Fonte: (Autoria própria, 2018)

Para auxiliar a organização das ações, o plano de ação criado e executado por seus responsáveis pode ser visualizado na figura 08 resumidamente.

Nº	DATA CRIAÇÃO DA AÇÃO	Mês	O QUÊ? (What?)	POR QUÊ? (Why?)	ONDE? (Where?)	QUEM? (Who?)	GERÊNCIA	QUANDO? (When?)			
			DESCRIÇÃO	MOTIVO		RESPONSÁVEL		INÍCIO EM	PRAZO PARA CONCLUIR	QTD DIAS REALIZAC	CONCLUÍDO EM
01	10/1/2018	01	PREENCHER O CONTRATO <u>KAIZEN</u>	ITEM OBRIGATÓRIO	ROTEIRO	THIAGO		10/1/2018	11/1/2018	1	11/1/2018
02	10/1/2018	01	ESTRATIFICAR AS PARADAS OPERACIONAIS QUE ENVOLVEM O CREME	PASSO 01	ROTEIRO	THIAGO		10/1/2018	11/1/2018	1	11/1/2018
04	11/1/2018	01	REALIZAR O <u>BRAINSTORMING</u> COM O <u>KAIZEN</u> PREENCHENDO O DIAGRAMA DE <u>ISHIKAWA</u>	PASSO 03	ROTEIRO	THIAGO		11/1/2018	16/1/2018	5	12/1/2018
09	12/8/2018	08	FAZER COTAÇÃO DE APARELHO PARA MEDIÇÃO DE VISCOSIDADE NO MERCADO	<u>BRAINSTORMING</u>	ATIVIDADE EXTERNA	THIAGO		12/1/2018	16/1/2018	4	19/1/2018

Figura 08- Cronograma do plano de ação

Fonte: (Autoria própria, 2018)

4.5. CONTROLAR

Existem diversas maneiras de controlar resultados em mudanças e melhorias de uma determinada ação. A equipe encontrou uma estrutura coesa que contempla 3 etapas e pode ser visualizada na tabela 06.

Tabela 06- Fase C (controlar) da ferramenta DMAIC e suas etapas propostas

CONTROLAR	CAMINHO
26- Realizar efetivamente o plano de implementação 27- Padronização da mudança	Check-list Auditoria interna

Fonte: (Autoria própria, 2018)

Nesta fase o plano de implementação foi devidamente implementado, ocorrendo alguns atrasos, muito por conta de espera por orçamentos e prazos de fornecedores. O plano de ação juntamente com o check-list da etapa 26 auxiliou a um melhor controle e andamento das ações. As ações realizadas não teriam resultados positivos caso não houvesse uma padronização das melhorias. Sendo assim, foram elaborados alguns procedimentos para que essas mudanças não fossem esquecidas com o passar do tempo e que suas atividades fossem realizadas da forma desejada. A figura 09 demonstra as principais atividades oriundas do plano de ação.

	ATIVIDADE	PROBLEMA	TIPO DE PROCEDIMENTO CRIADO
1	Transferência de líquidos	Posicionamento da palheta de mistura	LPP
2	Mistura de líquidos	Posicionamento da palheta de mistura	LPP
3	Calibração de instrumentos	Instrumentos com confiabilidade duvidosa	Cronograma de calibração (em desenvolvimento)
4	Limpeza semanal	Possível acúmulo de açúcar na tubulação	Padrão de limpeza
5	Troca rápida	Sobra de creme para utilizar como retrabalho	LPP
6	Preparo de recheio	O padrão das atividades de preparo não correspondia a necessidade do processo	Formulário de preparo atualizado
7	Preparo de recheio	A formulação de ingredientes estava obsoleta com o praticado	Formulário de preparo atualizado
8	Preparo de creme base	Creme base visualmente muito viscoso quanto misturado a receita de morango	Receita no sistema (atualizada)
9	Direcionamento para decisões	Falta de orientação para tomada de decisão	Árvore decisória

Figura 09- Principais atividades oriundas do plano de ação

Fonte: (Autoria própria, 2018)

A implementação da árvore decisória possibilitou uma maior garantia nas decisões dos operadores, visto que sem essa padronização cada operador poderia seguir uma linha de raciocínio baseada em sua experiência, podendo haver decisões diferentes por operador. Na figura 10 é possível entender como as decisões serão tomadas a partir dos dados do processo.

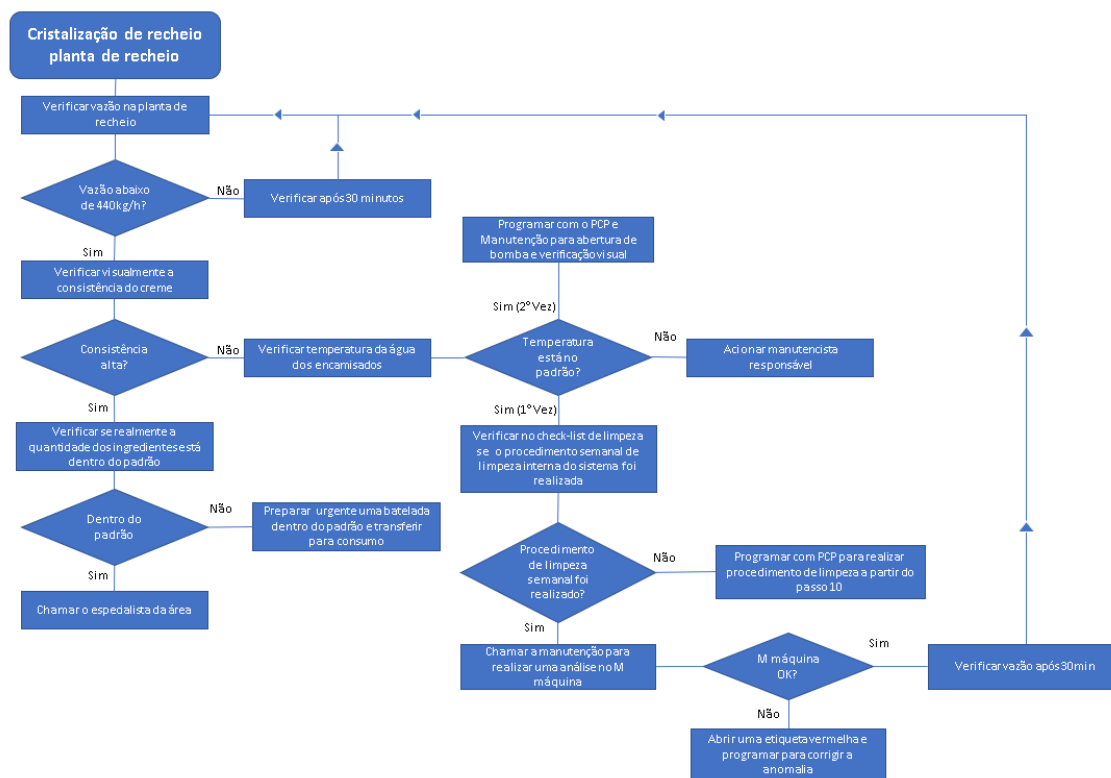


Figura 10- Árvore decisória

Fonte: (Autoria própria, 2018)

Outras ações que geraram grande impacto:

- Aumento na transferência de calor (sistema de água encamisada), na tubulação de recheio dos tanques de preparação até a recheadora. Melhoria realizada em alguns pontos que não eram contemplados.
- Mudanças no posicionamento de bombas e tubulações, assim foram reduzidas 6 curvas de 90°, 2 curvas de 45° e 11m de tubos.
- Foram retirados válvulas e desvios em desuso.

Após a padronização de todas as ações, o sistema continuou sendo monitorado pelo processo e a equipe responsável pela utilização do DMAIC, neste estudo de caso. O prazo para a equipe passar a responsabilidade do monitoramento para a operação é 6 meses após a conclusão das ações. Até o momento final de colheita de dados (2 meses após o termino das ações propostas) não houve evidência de cristalização de recheio na planta de

creme, ou seja, 0% desta falha. Sendo assim, o objetivo da organização foi alcançado, tendo em vista que era reduzir 50% das paradas operacionais por cristalização de recheio.

5. CONCLUSÃO

A metodologia Seis Sigma continua sendo um ponto a ser alcançado pelas organizações. Por motivos como: falta de recursos, falta de conhecimento ou por seus diretores não acreditarem nos seus resultados, muitas organizações não utilizam essa metodologia. Porém a sua principal ferramenta, que é o DMAIC, pode ser aprimorada e estruturada como um modelo de diagnóstico para resolução de problemas, referenciado como objetivo principal deste artigo. Existem uma gama de ferramentas que podem ser utilizadas como caminho para as etapas nas fases do DMAIC, entretanto elas necessitam ser bem aplicadas, conhecendo suas limitações e mantendo uma relação com outras ferramentas existentes. As ferramentas de planejamento, de diagnóstico, de resolução e de monitoramento são essenciais que conversem entre si para um melhor resultado futuro. A exposição dessas ferramentas foi explícita neste artigo, relacionado como um dos objetivos específicos 1.3.3.

Na busca por um resultado positivo, o empenho de todos os participantes é um grande diferencial no trabalho e a formação de uma equipe multidisciplinar é uma solução custosa, porém de necessidade extrema, principalmente quando a real causa raiz não é facilmente encontrada. Neste estudo de caso não existiu uma causa raiz explícita, logo vários problemas foram levantados e suas causas determinadas. As resoluções dos principais desvios trouxeram o resultado positivo. Algumas ferramentas foram utilizadas como Ishikawa, 5 porquês, brainstorming, árvore decisória entre outras, com o intuito de encontrar as principais causas para resolução do problema.

Um dos pontos limitantes deste estudo de caso foi o tempo reduzido para apresentar uma resposta ao problema, sendo assim, as ações foram

executadas em paralelo, não tendo como quantificar ao certo o ganho por incremento de cada implantação.

No entanto, este estudo de caso demonstrou que é possível utilizar o DMAIC para obter resultados pontuais e solucionar problemas desconhecidos dentro de uma organização, como exemplo a erradicação da falha por cristalização de creme na planta de recheio presente no estudo.

REFERÊNCIAS

- Bornia, Antonio Cezar. "Análise Gerencial de Custos: Aplicação em Empresas Modernas/ Antonio Cezar Bornia. – 3. ed – São Paulo: Atlas,2010.
- HAN, C.; LEE, Y. Intelligent Integrated Plant Operation System For Six Sigma. Annual Reviews in Control, V. 26, N. 1, P. 27-43, 2002.
- Han, C.; Lee, Y. Intelligent Integrated Plant Operation System For Six Sigma. Annual Reviews In Control, V. 26, N. 1, P. 27-43, 2002.
- Hors, Cora Et Al . Application Of The Enterprise Management Tools Lean Six Sigma And Pmbok In Developing A Program Of Research Management. Einstein (São Paulo), São Paulo , V. 10, N. 4, P. 480-490, Dez. 2012 .
- Kumar, U.D.; Nowicki, D.; Ramírez-Márquez, J.E.; Verma, D. (2008b) On The Optimal Selection Of Process Alternatives In A Six Sigma Implementation. International Journal Of Production Economics , V. 111, N. 2, P. 456-467.
- Larson, A. (2003) Demystifying Six Sigma: A Company-Wide Approach To Continuous Improvement. New York: Amacom.
- Linderman, K., Schroeder, R. G., Zaheer, S., Choo, A. S. "Six Sigma: A Goal-Theoretic Perspective. Journal of Operations Management, V.3, N. 21, p. 193-200. 2003.
- Linderman, K.; Schroeder, R.G.; Zaheer, S.; Choo, A.S. (2003) Six Sigma: A Goal-Theoretic Perspective. Journal Of Operations Management , V. 21, N. 2, P. 193-203.
- MARCONI, Marina de Andrade, LAKATOS, Eva Maria. Técnicas de Pesquisa, Amostras e Técnicas de Pesquisa, Elaboração, Análise e Interpretação de Dados. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1990.
- Munro, R. A. Linking Six Sigma With Qs-9000. Quality Progress, V. 33, N. 5, P. 47-53, 2000.
- Pande, P. S.; Neuman, R. P.; CAVANAGH, R. R. The Six Sigma Way: How GE, Motorola, And Other Top Companies Are Honing Their Performance. New York: Mcgraw-Hill, 2000.

- Raisinghani, M.S.; Ette, H.; Pierce, R.; Cannon, G.; Daripaly, P. (2005) Six Sigma: Concepts, Tools And Applications. *Industrial Management & Data Systems* , V. 105, N. 4, P. 491-505.
- Rotondaro, R. G. E Vários Colaboradores. *Seis Sigma: Estratégia Gerencial Para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços*. São Paulo: Atlas, 2002.
- Santos, A. B. *Modelo De Referência Para Estruturar O Programa De Qualidade Seis Sigma: Proposta E Avaliação*. São Carlos, 2006. V.1. Tese - (Doutorado Em Engenharia De Produção). Universidade Federal De São Carlos.
- Santos, Adriana Barbosa; Martins, Manoel Fernando. *Modelo De Referência Para Estruturar O Seis Sigma Nas Organizações*. *Gest. Prod.*, São Carlos , V. 15, N. 1, P. 43-56, Abr. 2008 .
- Schramm, W., & Roberts, D. F. (Eds.). (1971). *The Process and Effects of Mass Communication (Rev. ed.)*. In: Yin RK. *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. 4ª ed. Porto Alegre (RS): Bookman; 2010. p.16.
- Stake RE. *Investigación Com Estúdio de Casos*. 4ª ed. Madrid (ES): Ediciones Morata; 2007.
- Trad, S., & Maximiano, A. C. A. (2009). *Seis Sigma: Fatores Críticos De Sucesso Para Sua Implantação*. *Rac*, 13(4, Art. 7), 647-662.
- Yang, K. & El-Haik, B. (2008) *Projeto Para Seis Sigma: Um Roteiro Para O Desenvolvimento Do Produto*. São Paulo: Educator. 675 P.
- Yin RK. *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. 4ª ed. Porto Alegre (RS): Bookman; 2010.