

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FILIPPE SANTANA SOLA

ANÁLISE CRÍTICA DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES ALIADO A
MELHORIA CONTÍNUA DA METODOLOGIA SEIS SIGMA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA
2017

FILIPPE SANTANA SOLA

**ANÁLISE CRÍTICA DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES ALIADO A
MELHORIA CONTÍNUA DA METODOLOGIA SEIS SIGMA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, do curso de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Medianeira.

Orientador: Prof. Me. Carine Cristiane Machado Urbim Pasa

Co-orientador: Prof. Me. Edson Hermenegildo Pereira Junior

MEDIANEIRA
2017



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Medianeira

Diretoria de Graduação e Educação profissional
Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE CRÍTICA DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES ALIADO A MELHORIA CONTÍNUA DA METODOLOGIA SEIS SIGMA

Por

FILIPE SANTANA SOLA

Este trabalho de conclusão de curso (TCC) foi apresentado às ____ h do dia __ de ____ de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela banca examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho _____.

Me. Carine Cristiane Machado

Urbim Pasa

Orientador

Me. Edson Hermenegildo

Pereira Junior

Co-orientador

Peterson Diego Kuhn

Membro

Alencar Servat

Membro

(O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso).

Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais, a minha irmã e aos meus amigos, companheiros de todas as horas!

AGRADECIMENTOS

A professora Me. Orientadora e ao professor Me. Co-orientador, braço amigo de todas as etapas deste trabalho.

A minha família, pela apoio e confiança em todas as minhas decisões.

Aos amigos e colegas que colaboraram de alguma forma nessa caminhada.

Aos professores, que contribuíram com meu crescimento intelectual.

A todos, que de alguma forma, acrescentaram para a realização e conclusão deste trabalho.

“ Se você não estiver disposto a arriscar,
esteja disposto a ter uma vida comum. ”

(Jim Rohn)

RESUMO

SOLA, F.S. **Análise crítica da Teoria das Restrições aliado a melhoria contínua da metodologia Seis Sigma**. 2017. 96 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2017.

A partir do momento que se percebe um crescimento da demanda de quaisquer produtos ou serviços, as organizações sofrem com um forte, e muitas vezes inesperado, aumento da concorrência. Neste contexto, a procura por um diferencial que os faça manter-se ativo no mercado se torna prioridade, seja na redução de custos organizacionais que possibilitariam diminuição do preço de venda ou no aumento dos ganhos organizacionais que propiciariam investimento em inovação e sustentabilidade. Com base nisso, o presente trabalho teve como objetivo propor um modelo de integração de duas metodologias mais utilizadas quando se trata de melhoria e otimização de processos, Teoria das Restrições e Seis Sigmas, no ramo de produção de farinha de trigo do Paraná. Um estudo bibliográfico possibilitou identificar os pontos de convergências das duas metodologias e unificá-las com a ferramenta DMAIC. A pesquisa, de cunho prático-conceitual, se propõe a simplificar a utilização de um método adaptando-o de acordo com a utilização das ferramentas e com a situação encontrada na empresa. Nos resultados são explanadas as ferramentas utilizadas para este caso e as mudanças aplicadas através da interpretação dos dados gerados pela utilização do método, reduzindo as barreiras que impedem esta integração.

Palavras-chave: Teoria das Restrições. Seis Sigma. Integração.

ABSTRACT

SOLA, F. S. **Critical Analizys of the Theory of Constraints allied to the continuous improvement of methodology Six Sigma.** 2017. 96 f. Work Completion of Course (Bacharel of Production Engeneering) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2017.

From the moment that is perceived an demand growth of any products or services, the organizations suffer from a strong, and often unexpected, rise in competition. In this context, the search for a differential that makes them keep together active in the market becomes priority, either in the reduction of organizational costs that makes possible the decrease in the selling price or the increase in the organizational gains, which would provide investment in innovation and sustainability. Based on this, the present work had as objective propose a model of integration of two of the most used methodologies when it comes to improvement and optimization of process, Theory of Constraints and Six Sigmas, in the field of wheat flour production in Paraná. A bibliographic study made it possible to identify the points of convergence between the two methodologies and unify them with the DMAIC tool. The search, of practical-conceptual stamp, proposes to simplify the utilization of the new method adapting the use of the tools according to the situation found in the company. In the results are explained the tools used for this case and the changes applied through the interpretation of the data generated by the application of the method, reducing the barriers that prevent this integration.

Keywords: Theory of Constraints. Six Sigma. Integration.

LISTA DE ABREVIATURA

TOC – Teoria Das Restrições

TPC – Tambor-Pulmão-Corda

PR – Processo de Raciocínio

DMAIC – Definir, Medir, Analisar, Implementar, Controlar

SS – Seis Sigma

CEP – Controle Estatístico do Processo

6M – Matéria Prima, Mão de Obra, Máquina, Método, Meio Ambiente e Medição

VOC – Voz do Cliente

VOP – Voz do Processo

LSE – Limite Superior Especificado

LSI – Limite Inferior Especificado

PPM – Parte por Milhão

EPI's - Equipamentos de Proteção Individual

P1 – Posto de trabalho 1

P2 – Posto de trabalho 2

PP – Índice de Desempenho

PPk – Índice de Verificação

5W2H – O que, Onde, Porque, Quem, Quando, Como e Quanto custa

4W1H – O que, Quem, Quando, Porque e Como

5S - 5 Sensos

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma geral	22
Figura 2 - Estrutura organizacional - Seis Sigma	39
Figura 3 - Exemplo de Diagrama de Pareto	43
Figura 4 - Exemplo de uma carta de controle.....	44
Figura 5 - Exemplo de Histograma	44
Figura 6 - Exemplo de Diagrama Causa-Efeito	45
Figura 7 - Exemplo de gráfico de Capabilidade.....	455
Figura 8 - Delimitação da integração das metodologias.....	50
Figura 9 - Probability Plot - 150 segundos.....	60
Figura 10 - Box-Cox Probability - 150 segundos	61
Figura 11 - Probability Plot - 180 segundos.....	61
Figura 12 - Probability Plot - 200 segundos.....	62
Figura 13 - Box-Cox Probability - 200 segundos	62
Figura 14 - Probability Plot - 220 segundos.....	63
Figura 15 - Probability Plot - 150 segundos.....	64
Figura 16 - Probability Plot - 180 segundos.....	64
Figura 17 - Probability Plot - 200 segundos.....	65
Figura 18 - Probability Plot - 220 segundos.....	65
Figura 19 - Carta de Controle - 150 segundos	67
Figura 20 - Carta de Controle - 180 segundos	68
Figura 21 - Carta de Controle - 200 segundos	68
Figura 22 - Carta de Controle - 220 segundos	69
Figura 23 - Carta de Controle - 150 segundos	69

Figura 24 - Carta de Controle - 180 segundos	70
Figura 25 - Carta de Controle - 200 segundos	70
Figura 26 - Carta de Controle - 220 segundos	71
Figura 27 - Capabilidade - 150 segundos.....	72
Figura 28 - Capabilidade - 180 segundos.....	72
Figura 29 - Capabilidade - 200 segundos.....	73
Figura 30 - Capabilidade 220 segundos.....	73
Figura 31 - Capabilidade - 150 segundos.....	74
Figura 32 - Capabilidade - 180 segundos.....	74
Figura 33 - Capabilidade - 200 segundos.....	75
Figura 34 - Capabilidade - 220 segundos.....	75
Figura 35 - Grau Sigma	76
Figura 36 – Avaliação 5s	79
Figura 37 - Cartas de Controle condensada.....	82
Figura 38 - Capabilidades condensadas	83
Figura 39 - Cartas de Controle condensadas.....	84
Figura 40 - Gráficos de Capabilidade condensados.....	85
Figura 41 - Pontuação 5S pré-mistura e ensaque	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição das etapas	24
Quadro 2 - Visão geral dos "caminhos" do modelo DMAIC de Melhoria de Processos e projetos/reprojeto de processos	37
Quadro 3 - Mapa de funções e responsabilidades	40
Quadro 4 - Mapa das funções e responsabilidades do projeto – Aplicador.....	53
Quadro 5 - Mapa das funções e responsabilidades do projeto - Gerente de produção	53
Quadro 6 - Mapa das funções e responsabilidades do projeto – Operários.....	54
Quadro 7 - Farinha de trigo para Panificação Extra	57
Quadro 8 - Pré-mistura pão francês	58
Quadro 9 - Resultado do Grau Sigma do Processo	77
Quadro 10 - Plano de Ação	87

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1 A EMPRESA.....	19
3.2 FARINHA DE TRIGO.....	19
3.3 MISTURA DE ADITIVOS E EMBALAGEM.....	20
3.4 PROCESSOS ENVOLVIDOS NA PRODUÇÃO DAS FARINHAS DE TRIGO ESPECIAIS.....	21
3.5 TEORIA DAS RESTRIÇÕES.....	24
3.7 TAMBOR-PULMÃO-CORDA.....	26
3.8 GERENCIAMENTO DAS RESTRIÇÕES	27
3.9 OS PRINCÍPIOS DA TOC	29
3.10 SEIS SIGMA.....	32
3.11 METODOLOGIA PARA GERENCIAMENTO DO SEIS SIGMA.....	36
3.12 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL SS	38
3.13 INDICADORES DE DESEMPENHO –SEIS SIGMA.....	41
3.14 SISTEMAS DE MEDIÇÃO.....	42
3.15 PONTOS CONVERGENTES DA TOC E SS.....	46
3.16 5 SENSOS.....	46
4 MATERIAL E MÉTODOS	49
5 RESULTADOS E DICUSSÕES	52
6 CONCLUSÕES	91
REFERÊNCIAS	93

1 INTRODUÇÃO

As organizações estão passando por rápidas mudanças em todos os aspectos operacionais devido ao intenso processo de globalização e internacionalização da economia. Esse fenômeno não afeta apenas as industriais de bens de capital e/ou indústrias de bens de consumo, tecnologia e inovação, mas também as indústrias de bens de produção e matéria prima base.

Um dos segmentos de indústria que está inserida nesse contexto, são as que produzem farinha de trigo, que é uma das principais matérias primas para produção de diversos produtos de alto consumo, como pães, bolos, pizzas, pastéis, biscoitos, entre outros.

Esse fator gera uma gama grande de opções para o consumidor, que possui como resultado uma concorrência entre as empresas cada vez maior. E buscar melhoria em seus processos e modelo de negócio, para alcançar as demandas, a satisfação de seus clientes e sustentabilidade, se tornou não mais um diferencial, mas uma necessidade neste mercado competitivo.

Muitos profissionais da área de Engenharia de Produção que pretendem exercer suas atividades no controle e melhoria de processos, cada vez mais são exigidos para alcançar níveis máximos de produtividade e qualidade. Com isso e reduções de custos com reprocesso, alavancam os ganhos financeiros das empresas e evitam gastos desnecessário por conta da falta de qualidade.

Uma das formas de manter-se ativa e evidente nesse âmbito, é encontrar maneiras inovadoras de maximizar os resultados das organizações com a integração de metodologias gerenciais, preenchendo as lacunas que a utilização individual de cada uma delas possivelmente poderia gerar. E a adoção de novas metodologias e formas gerenciais geram mudanças, impondo a necessidade de adaptação, possibilitando que essas organizações se tornem autossustentáveis no quesito melhoria contínua (ALMEIDA, 2007).

E um último fator e não menos importante no cenário atual, é a importância da manutenção dos requisitos anteriores, para que a organização se mantenha sempre competitiva no mercado.

Nesse contexto e com base no ramo de atuação da empresa foco de estudo, foi escolhido duas metodologias que procuram a melhoria e controle de processos com enfoque nos principais problemas que restringem o desempenho máximo do processo e da qualidade, Seis Sigmas e Teoria das Restrições.

O presente trabalho contribui para a redução da lacuna que as ferramentas estatísticas do Seis Sigmas com foco na redução de custos, combinada com a TOC, que possui uma visão mais sistêmica e com enfoque no aumento do ganho organizacional. Destarte, as duas metodologias se complementam para definir o

gargalo ou a restrição de capacidade, medir o desempenho dos mesmos, analisa-los, implementando e controlando as melhorias definidas e aplicadas no processo em estudo.

Seis Sigmas é uma metodologia que se dedica a identificar e calcular os benefícios voltado para a eliminação de desperdícios, e este tipo de estudo remete diretamente no que diz respeito a redução de custos organizacionais. Mas como se trata de um processo complexo que avalia processos interdependentes, ou seja, que possuem relação entre si, a identificação correta da restrição de todo o processo é uma etapa primordial, isso permite integração com a abordagem da Teoria das Restrições (TOC) na identificação de gargalos e através de sua visão sistêmica, identifica o foco a ser trabalhado.

O gerenciamento das restrições, parte da TOC, é uma abordagem que procura planejar e controlar a produção de produtos e serviços. Permite o reconhecimento que uma determinada restrição limita o desempenho do processo, conseqüentemente do todo (FERREIRA, 2007).

Aliado à aplicação integrada, medir os resultados do processo em estudo para analisar e avaliar com base nos indicadores de desempenho, permitem com clareza a interpretação dos dados, contribuindo para o cumprimento das metas de melhoria implantadas no processo, parte primordial dos Seis Sigmas.

Deste modo, abordando as etapas dessas duas metodologias, objetiva-se propor uma integração dos fatores convergentes das metodologias Teoria das Restrições e Seis Sigmas, aplicado ao gerenciamento dos processos produtivos de uma empresa de farinha de trigo localizada no Paraná, buscando a redução de custos e reprocesso, aumentando os ganhos organizacionais e produtividade.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Propor uma integração dos fatores convergentes das metodologias Teoria das Restrições e Seis Sigmas, aplicado ao gerenciamento dos processos produtivos de uma empresa localizada no Paraná.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Analisar os processos para identificar o gargalo e/ou a restrição de capacidade no sistema de produção;
- b) Acompanhar e avaliar os resultados com o Seis Sigmas;
- c) Padronizar o melhor sigma no processo;
- d) Propor alternativas para elevar o grau sigma do processo.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A EMPRESA

A empresa está localizada no Oeste do Paraná. Suas atividades envolvem a recepção do grão de trigo inteiro, estocagem de trigo, análise da qualidade do trigo, moagem e preparo do trigo para a produção de farinha, preparo de vários tipos de farinha, venda de farelo de trigo (resíduo não aproveitado na moagem do trigo) e distribuição de farinha em bags de 1250kg, sacarias de 25kg e 50kg, e pacotes de 5kg em fardos de 5 unidades.

O nicho de mercado atualmente da empresa engloba os mais diversos segmentos, sendo eles: indústrias de grande, médio e pequeno porte, padarias com demandas variadas, supermercados e clientes personalizados.

Sua missão é oferecer ao consumidor produtos com qualidade, homogeneidade e livre de agentes nocivos, de forma que possam satisfazer os requisitos dos consumidores. E a visão é ser uma empresa que contribua e gere oportunidade para todos os seus colaboradores, de forma que os mesmos se sintam inspirados a cada dia dar o melhor de si. Além disso, a empresa tem como objetivo ser sustentável, eficiente e dinâmica em suas atividades

3.2 FARINHA DE TRIGO

De acordo com a Portaria nº 354 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, de 18 de julho de 1996, que regulamenta as características mínimas da qualidade da farinha de trigo:

“Entende-se por farinha de trigo o produto obtido a partir da espécie *Triticum seativan* ou de outras espécies do gênero *Triticum* reconhecidas (exceto *Triticum durum*) através do processo de moagem do grão beneficiado. ”

Grande parte dos moinhos de trigo do Brasil estão situados na região sul, os quais a maior parte da produção é destinada aos setores de panificação, cerca de 55% é destinado a esse fim. O restante se divide em 17% para uso doméstico, 15% para a produção de massa alimentícias, 11% para a fabricação de biscoitos e 2% para outros usos, como produtos de confeitaria (Embrapa 2008). Segundo uma pesquisa realizado pelo INMETRO em meados de 2000, o consumo de farinha de trigo no Brasil seria de 53kg per capita por ano. E o consumo anual brasileiro é cerca de 7,5 milhões de toneladas por ano.

Devido a diversas variáveis que distinguem a qualidade do trigo, muitos consideram a produção de farinha de trigo uma arte. Um dos grandes desafios das indústrias que efetuam a moagem do trigo para a produção de farinha é manter os parâmetros de qualidade da farinha, tais como cor, teor de qualidade das proteínas formadoras de glúten, teor de matéria orgânica (teor de cinzas), entre outros, superando a oscilação dessas características a cada safra (ORTOLAN, 2006).

Já sobre elementos que interferem na farinha de trigo, deve-se levar em conta os fatores que estão presentes na hora da utilização/processamento desse produto, como a quantidade de água utilizada, o tempo de descanso da massa, procedimento de mistura da farinha, o tempo de mistura da farinha e sua consistência. Isto afeta as propriedades reológicas da massa, as quais são utilizadas para analisar a qualidade panificável da farinha de trigo.

3.3 MISTURA DE ADITIVOS E EMBALAGEM

A mistura de ingredientes juntamente com a farinha faz com que a mesma se torne apta a diferentes finalidades como foi relatado acima. Para Cauvain e Young (2009) pode-se misturar diversas farinhas e/ou adicionar aditivos específicos de forma a controlar, manter a qualidade da mistura e obter o produto desejado, afim de fornecer para o cliente uma farinha nos padrões de rendimento e especificações desejadas.

De acordo com Matz (1991) a mistura desses aditivos com a (s) farinha (s) ocorre em um equipamento chamado de Misturador de Batelada, onde esses produtos são depositados no equipamento e misturados por um determinado tempo, afim de se obter a máxima homogeneidade possível no menor tempo possível.

Como neste trabalho o estudo foi realizado apenas no processo de mistura da farinha com os aditivos e o envase do produto acaba, necessita-se o detalhamento específico do funcionamento desse processo.

3.4 PROCESSOS ENVOLVIDOS NA PRODUÇÃO DAS FARINHAS DE TRIGO ESPECIAIS

Os processos que envolvem a produção das farinhas de trigo especiais, que são aquelas que contém um o mais tipo de farinha e aditivos, é relativamente simples. Abaixo segue um fluxograma global simplificado (Figura 1) do processo e em seguida uma breve descrição do que envolve cada etapa (Quadro 1).

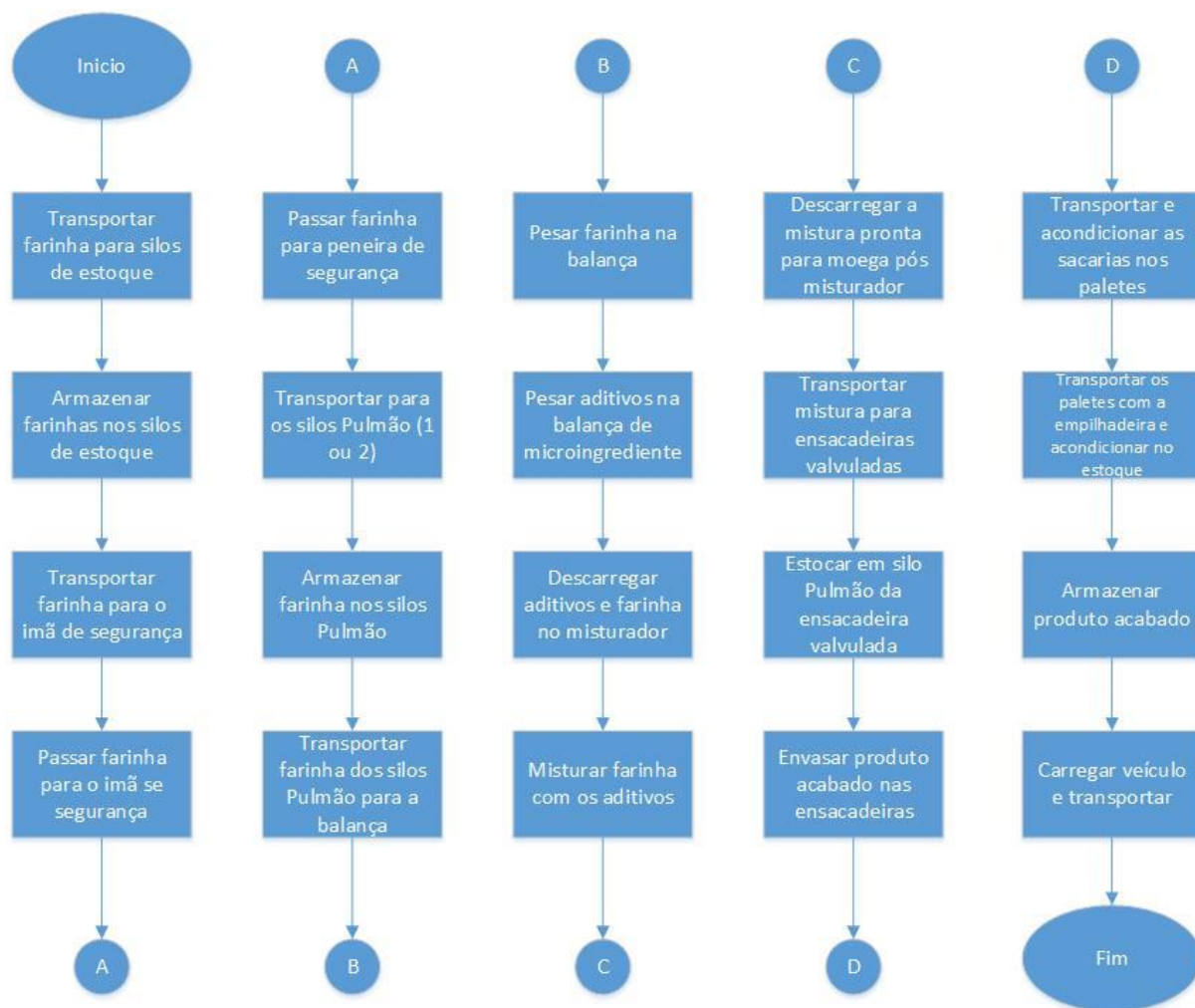


Figura 1 - Fluxograma geral
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Etapas detalhadas:2

Transporte de Farinha para Silos de Estoque	Transportar farinha da rosca de misturas até os respectivos silos de armazenagem (Uns dois oito silos localizados na expedição)
Armazenagem da Farinha nos Silos de Estoque	Avaliação das características da farinha para formulação do produto final
Passagem de Farinha pela Peneira de Segurança	Retenção de partículas com dimensões maiores que X mm
Passagem de Farinha pelo Imã de Segurança	Retenção de partículas ferrosas
Transporte de Farinha para Imã de Segurança	Transporte da farinha para processamento no imã de segurança

Transporte para Silos Pulmões (1 ou 2)	Transporte de farinha da peneira de segurança para silos pulmões
Armazenagem de Farinha nos Silos Pulmões	Garantir o abastecimento contínuo da balança de farinha
Transporte da mistura para Ensacadeiras Valvuladas	Transportar farinha da moega p/ ensacadeira afim de permitir o envase
Pesagem de Farinha na Balança	Pesar a quantidade exata de farinha de acordo com a formulação
Pesagem dos Aditivos na Balança de Micro ingredientes	Possibilitar a dosagem correta de aditivos na mistura
Descarga dos aditivos e farinha para Misturador	Permitir que a mescla possua todos os ingredientes necessários.
Mistura de Farinha com Aditivos	Homogeneizar a mistura entre farinha e aditivos
Descarga de Mistura Pronta para Moega pós Misturador	Liberar o misturador para novos processos
Transporte da mistura para Ensacadeiras Valvuladas	Transportar farinha da moega p/ ensacadeira afim de permitir o envase
Armazenagem de Farinha nos Silos Pulmões	Garantir o abastecimento contínuo da balança de farinha
Transporte de Farinha dos Silos Pulmões para a Balança	Abastecimento da balança de farinha
Estoque em silo pulmão da Ensacadeira Valvuladas	Garantir abastecimento contínuo para as ensacadeiras valvuladas
Transporte da mistura para Ensacadeiras Valvuladas	Transportar farinha da moega p/ ensacadeira a fim de permitir o envase
Envase de Produto Acabado nas Ensacadeiras	Possibilitar o armazenamento e movimentação prática do produto acabado
Transporte e acondicionamento das sacarias nos pallets	Facilitar a movimentação e armazenagem das sacarias
Estoque em silo pulmão da Ensacadeira Valvuladas	Garantir abastecimento contínuo para as ensacadeiras valvuladas
Transporte por Empilhadeira dos pallets p/ acondicionamento no Estoque	Armazenagem prática de produto acabado

Armazenagem do Produto Acabado	Criação de estoque de segurança para absorção de possíveis variações de demanda
Transporte e carga de Veículos	Transporte de farinha para clientes finais

Quadro 1 - Descrição das etapas

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Como pode-se observar na figura 1 e quadro 1, o processo não possui nenhuma atividade complexa, o que pode facilitar o entendimento e análise do mesmo.

Após a descrição do processo em estudo, vamos explanar as duas metodologias utilizadas nesse trabalho para posteriormente difundi-las como proposto nos objetivos iniciais.

3.5 TEORIA DAS RESTRIÇÕES

Teoria das Restrições é um desenvolvimento relativamente recente no aspecto prático da tomada de decisões organizacionais nas quais existem restrições.

A Teoria das Restrições (*Theory Of Constraints* – TOC) foi desenvolvida pelo físico israelense Eliyahu Goldratt e tornou-se uma das melhores ferramentas de gestão empresarial, que o levou mesmo ainda estudando física, a se tornar um importante consultor na área. A necessidade surgiu de um pedido de um amigo para que ele desenvolvesse um planejamento sistêmico para produção de gaiolas de aves, e nesse contexto, surgiu a base para criação do software OPT (Optimized Production Technology), voltado para uma nova forma de programação da produção. Com isso, no final dos anos 1970, foi fundada nos Estados Unidos a empresa Creative Output Inc., que passou a comercializar o novo sistema. Conforme aplicada na prática a nova sistemática e os devidos aperfeiçoamentos, a empresa se expandiu com filiais no país de origem e também em alguns países da Europa. E então diversos princípios que compõe o pensamento da tecnologia de produção otimizada (OPT) foram definitivamente estabilizados (COGAN, 2007).

Ainda no enredo do software OPT, foi publicado em 1984 o livro *A Meta*, de Goldratt. Com enfoque muito maior na forma de construção sistêmica de raciocínio, dedicou-se consideravelmente para a importância de gargalos (conceito originalmente da TOC) e para o conflito entre os indicadores mais utilizados de custos que levam ao encontro das metas das empresas de manufatura. Ainda sobre o livro, apesar dos elementos tambor-pulmão-corda serem citados, os processos da execução da metodologia não foram inclusos, muito menos o trabalho com pulmões antecessores e posteriores ao gargalo, conceitos abordados posteriormente no próximo livro de Goldratt, *The Race*, escrito com a coautoria de Robert Fox. Este segundo livro, embasado na dificuldade dos clientes em abordarem as novas versões do método que os impediram de usufruir de sua eficiência, foi formulada e explicada a abordagem tambor-pulmão-corda (COX III; SPENCER, 2002).

3.6 TIPOS DE RESTRIÇÕES

A ideia fundamental da TOC é que toda organização deve ter pelo menos uma restrição.

Segundo Goldratt (1998, p.161):

“Gargalo é um recurso cuja capacidade não é suficiente para produzir as quantidades que o mercado demanda. Dessa forma, o gargalo impede a empresa de ganhar mais dinheiro.”

Partindo da premissa que toda empresa de fins lucrativos objetivam o retorno financeiro máximo, os gargalos ou as restrições são fatores que impedem o alcance dessa meta.

Os gargalos não são bons ou ruins, mas caso os gestores passem a ignorá-los, o desenvolvimento se limita, tornando-o algo ruim para a organização. Mas caso eles sejam identificados e controlados, as empresas podem chegar a resultados antes não imaginados.

Estas restrições, segundo a TOC, podem ser de dois tipos. Segundo Guerreiro (1999, p.14)

“A primeira, física, engloba mercado, fornecedor, máquinas, materiais, pedido, projeto, pessoas, e é denominada restrição de recurso, em que um gargalo reflete um caso particular de restrição em que existe capacidade insuficiente. Um segundo tipo de restrição, é aquela formada por normas, procedimentos e práticas usuais do passado, denominada de restrição política.”

3.7 TAMBOR-PULMÃO-CORDA

O TPC (tambor-pulmão-corda) é uma técnica baseada na sincronização do fluxo produtivo de forma balanceada globalmente, e não na otimização de cada processo individualmente (AGUIAR et al.,2004; COGAN; CORREIA; BUENO, 2008).

Segundo Cogan (2007), esse método teve sua fundamentação equivalente a uma tropa de soldados, conforme exposto no livro “A Corrida” (Goldratt e Cox, 1997), que é bastante equivalente a um processo fabril. A analogia continua quando o tambor é comparado ao quanto e quando o material deve ser adquirido e processado, caracterizando a programação da produção. O pulmão é um estoque anterior e posterior ao gargalo que o mantém sempre em atividade, não deixando o fluxo ser interrompido. E por fim a corda é o que garante que todo o processo esteja alinhado, garantindo que a quantidade a ser processada seja a mesma.

Athavale e Cristovão (2013), define o sistema TPC da seguinte maneira:

Tambor (*Drum*): Tem esse nome pois sincroniza e estabelece o ritmo da organização ou processo, o que minimiza a falta ou o excesso de trabalho na restrição. Portanto toda a organização “marcha” conforme as batidas do tambor.

Pulmão (*Buffer*): o pulmão é um mecanismo de proteção, onde em um sistema make-to-order é medido por meio do tempo e não do material. Refere-se às unidades que chegam algum tempo antes de entrar na restrição, criando um pulmão.

Corda (*Rope*): é um controle de comunicação que liga a restrição aos pontos de entrada e saída dos materiais, que assegura que os input e output são enviados

para processamento à velocidade da restrição, o que faz com que não haja a falta ou o excesso de material no limitador do sistema.

Para Sharagenheim e Ronen (1990), a metodologia tambor-pulmão-corda permite principalmente para as organizações de manufatura, uma melhora na programação da produção e melhorias para o chão de fábrica, incluindo o processo de tomada de decisões. Com isso, um número crescente de implementação vem sendo notada em diversos segmentos.

3.8 GERENCIAMENTO DAS RESTRIÇÕES

Em qualquer sistema que contenha mais de um processo, existem restrições, conhecido também como gargalos produtivos, que tem impacto direto sobre o sistema, já que como definido anteriormente, a TOC trata do processo como um todo (GOLDRAFT, 1894).

Segundo Cox III e Spencer (2008) “O gerenciamento de restrições é o contra pino que conecta os outros sistemas para adequar-se às necessidades particulares de uma fábrica”.

Para isso foi desenvolvida a Gestão das Restrições, que detém de cinco passos para identificar o gargalo do sistema.

A descrição desses passos, segundo Goldratt e Cox (1997), segue abaixo:

- a) Identificar uma ou mais restrições do sistema: É o primeiro passo decisório da teoria das restrições, pois identifica o gargalo que limita o desempenho do sistema, diretamente ligado ao resultado global da organização, já que o mesmo depende da exploração da restrição (RODRIGUEZ, 2009).

Restrições podem ser internas ou externas à empresa. Um exemplo interno, pode ser possível analisando a entrada e saída de recursos produtivo, onde será possível identificar se os recursos de entrada são maiores que a capacidade do processo seguinte, desde modo identificando o gargalo do sistema (COGAN, 2005). Externamente, pode ser possível identificar uma das restrições mais importantes para a empresa, que limita o ganho (HENRIQUES; GONÇALVES, 2008).

Um exemplo é o processo de vendas não estar conseguindo alienar a quantidade produzida com a vendida, assim observamos o gargalo no setor de marketing da empresa. Dentre outros inúmeros exemplos.

Para os autores, Davis, Aquilano e Chase (2008) “Uma vez que o gargalo é o componente mais lento do processo, ele fixa o ritmo do sistema – como uma batida de tambor fixa o ritmo da marcha para a banda”.

- b) Explorar da melhor forma possível uma ou mais restrições do sistema: Esta etapa é muito relativa, pois depende de onde a restrição se encontra. Se for diagnosticada uma restrição interna, deve se agir de modo a liberar a capacidade ocultada do gargalo, conseqüentemente o ganho maximizado. Caso o diagnóstico apontar uma restrição externa, significa momentaneamente que não possui gargalos no processo produtivo, o que implica que a restrição está no mercado e no desempenho das vendas da empresa, que passa a ser necessário a criação de demanda.
- c) Subordinar todos os demais recursos à decisão da etapa anterior: Independente da restrição ser interna ou externa, deve-se balancear o fluxo de produção subordinado ao gargalo, para que possa possibilitar o aumento da capacidade do mesmo, que por consequência, refletirá no sistema todo.

Autor Antunes et al., (2008) esclarece:

“Subordinar todos os demais recursos à decisão tomada no passo dois. A lógica deste passo, independente da restrição ser externa ou interna, consiste no interesse de reduzir ao máximo os investimentos e as despesas operacionais, e ao mesmo tempo garantir o ganho teórico máximo do sistema de produção, definindo a partir da utilização do passo dois.”

- d) Elevar a capacidade da restrição: Este passo pode ocasionar diversas mudanças sobre o sistema, sejam elas físicas e estruturais, de eficiência, de investimento na compra de novos equipamentos ou até redução do tempo de preparação no gargalo, entre outros (ANTUNES et al, 2008).

Nesta etapa, é necessário que a empresa avalie o que ela almeja, já que na maioria das vezes, é necessário a atribuição de capital em investimentos no gargalo, objetivando ganhos adicionais de capacidade.

- e) Se a restrição for quebrada na etapa anterior, volte à etapa inicial, mas não deixe que a inércia se torne uma restrição: Com a execução dos passos

anteriores, a restrição inicial deixará de existir, o que implica necessariamente o retorno a etapa inicial, de modo a identificar um novo gargalo a ser explorado, subordinado e elevado, buscando sempre a melhoria contínua. Vale ressaltar que as premissas adotadas para a extinção de um gargalo, podem e provavelmente não serão as mesmas para outro, necessitando por parte do gestor uma nova avaliação de todo o sistema, não deixando que a falta de ação se torne um gargalo.

3.9 OS PRINCÍPIOS DA TOC

Segundo Guerreiro (1999), se tratando de otimização da produção, a TOC propõe que a soma dos ótimos locais não é igual ao ótimo total se ainda houver restrições limitantes no sistema, e estabelece nove princípios aplicados à gestão, cuja descrição é apresentada a seguir:

1. Balancear o fluxo e não a capacidade, isto é, deve-se voltar a atenção para o fluxo de materiais e não sobre a capacidade instalada, onde se é possível a identificação do gargalo, pois eles estarão limitando o fluxo. Sugere-se que onde existirem gargalos, estes devem ser o controlador do fluxo do sistema, desde a entrada até o produto final.
2. A utilização de um recurso não gargalo não é determinada por sua disponibilidade, mas por alguma outra restrição do sistema: o nível de utilização de um recurso não-gargalo é determinado por outra restrição do sistema e não por seu próprio potencial.
3. A utilização e ativação de um recurso não são sinônimos, a utilização de um recurso não-gargalo é quando você o utiliza necessariamente objetivando atingir os resultados, obtendo ganho para o sistema. No caso da ativação do recurso não necessariamente está ligado a alcançar as metas, Goldratt e Cox (2002, p. 221) explicam que é como apertar o botão que liga uma máquina, ela vai estar em funcionamento gerando benefícios ou não pelo seu trabalho.

4. Uma hora perdida no gargalo é uma hora perdida no sistema inteiro, por tanto o controle de qualidade, de tempo de setup e a produção de apenas o necessário deve estar sempre em vigor. O gargalo é o limitador do sistema, devendo estar sempre em funcionamento. As peças defeituosas não podem chegar ao gargalo, a redução de tempo de preparação em outros processos que não influenciam no gargalo é uma ilusão. O enfoque deve estar no processamento do gargalo, que garantirá o funcionamento do sistema inteiro.
5. Uma hora economizada no recurso que não é gargalo, é uma ilusão, então como o sistema trabalha em função do gargalo, qualquer esforço que não o atingir é considerado desperdício de tempo e recursos.
6. Os gargalos governam o ganho e o inventário, toda e qualquer melhoria no gargalo que gere ganho para o processo, será um ganho para o sistema inteiro. E o mesmo determina, de acordo com sua capacidade de processamento, os níveis de inventário que o sistema irá tolerar. É importante determinar o limite de inventário que o gargalo suporta para pode determinar nos processos anteriores, não excedendo a capacidade do gargalo. E nos processos posteriores, devido os mesmos terem maior capacidade, o inventário deve ser reduzido ou nulo.
7. O lote de transferência pode não ser e, frequentemente, não deveria ser igual ao lote de processamento, ou seja, pode-se utilizar a técnica de fracionamento dos lotes de processamento, o que implica que os lotes de transferência serão sempre uma fração dos lotes de processamento. Esta divisão dos lotes permite reduzir o tempo de passagem dos produtos ao longo do processo. Porém isso só se converge em uma redução de lead time global se esta técnica for aplicada em um recurso gargalo. Caso a técnica seja aplicada em recursos não-gargalo, terá o impacto de chegada antecipada nos processos subsequentes, consequentemente no pulmão, fazendo com que fique recurso esperando para ser processado, o que não implica na redução de lead time global.
8. O lote de processamento deve ser variável e não fixo, diferente dos sistemas tradicionais considera que o lote de processamento deve ser igual independentemente da situação que a empresa se encontra. A TOC define

que os tamanhos dos lotes devem ser definidos de acordo com a situação da empresa e do tipo de operação que o lote será processado. Conforme Corrêa e Corrêa (2007) o tamanho dos lotes é determinado em função dos custos de estoque, custos de setups, qual o fluxo dos itens e dos tipos de recursos (gargalo ou não-gargalo), entre outros.

9. Os programas devem ser estabelecidos, considerando-se todas as restrições simultaneamente e não sequentemente, ou seja, a TOC deve abordar o problema considerando de forma simultânea a programação de atividades e quanto o gargalo suporta, e não priorizar recursos independentemente que possam melhorar pontualmente os processos, mas que acabam afetando o sistema como um todo.

Com os conceitos construídos até aqui, pode-se responder as três perguntas que compunham o Processo de Raciocínio (PR) da Teoria das Restrições: O que mudar, para o quê mudar, como mudar. Isso nos possibilita construir uma análise de causa-efeito dos problemas identificados e com isso determinar o foco da aplicação da teoria, ou seja, o problema medular, chamado pela teoria de Conflito Principal. Como cada organização possui a sua estrutura cultural, cabe ao gestor traçar uma estratégia e um plano específico para implementação da mesma, inclusive por quem e quando, incluindo ações a serem tomadas para a melhoria de desempenho das restrições encontradas (UMBLE; UMBLE, 2006).

Alguns depoimentos coletados por Ferreira A. H. (2007) em seu estudo multicaso da TOC de gestores e empresários que aplicaram os princípios da teoria e notaram resultados muito além do esperado.

Empresa 1:

“A maneira de pensar, aquela questão de pensar simples de uma forma inteligente e objetiva... isso veio ao encontro as minhas necessidades na época. E aí eu fui implantando apoiado pelo programa e pela equipe de TI, e os ganhos foram muitos, porque nós conseguimos com poucas pessoas na empresa, até então nós tínhamos uma estrutura muito enxuta, nós conseguimos controlar muita coisa de maneira rápida, o aprendizado foi muito rápido. Principalmente para eu que não tenho uma formação administrativa (informação verbal).”

Empresa 2:

“Para gestão, o principal é poder enxergar a empresa com uma coisa bem mais simples do que a contabilidade

convencional enxerga. Eu como gestor e formado em mecânica, a contabilidade tradicional dificultava a visão da empresa. Os princípios da TOC me permitiram enxergar todo o sistema, como funcionava, um aspecto interessante é que a TOC trabalhava com bom senso (informação verbal). “

Empresa 3:

“Com a implementação da TOC, a programação de produção da empresa passou de empurrada para puxada, baseada nos pedidos dos clientes. Foram criados estoques de segurança de produtos acabados e pulmões de inventários para que o gargalo fosse interrompido. Os níveis dos pulmões e do estoque intermediário são controlados e, dependendo do seu percentual, a produção é acionada para atendê-lo. ”

3.10 SEIS SIGMA

Seis sigmas (do termo em inglês *Six Sigma*), segundo Perez-Wilson (1999, p. 148-150) possui vários significados, entre eles:

- a) Seis Sigmas é um Benchmark: parâmetro para comparar o nível de qualidade entre diversos processos, operações e produtos;
- b) Seis Sigmas é meta: aproximar-se de zero defeitos;
- c) Seis Sigmas é medida: representação do nível de qualidade;
- d) Seis Sigmas é filosofia: de melhoria perpétua do processo e eterna redução de sua variabilidade;
- e) Seis Sigmas é estatística: calculada para cada característica crítica da qualidade;
- f) Seis Sigma é estratégia: baseado na inter-relação existente entre projeto, fabricação, qualidade final, confiabilidade, ciclo de controle, inventários, reparos, sucata, defeitos, falhas e entrega de um produto a um cliente;
- g) Seis Sigmas é valor: derivado da multiplicação de 12 vezes um sigma característico;
- h) Seis Sigma é Visão: a de levar a empresa a ser a melhor em seu ramo estendendo a qualidade para além do que é esperado pelos clientes.

Apesar dessas diversas definições, podemos observar que a uma característica em comum a todas, explicitamente ou intrinsecamente, o que nos permite chegar a uma definição em comum para o objetivo do programa Seis Sigmas, o enfoque na qualidade, um termo muito delicado na atualidade (PEREZ-WILSON, 1999).

O Seis Sigma é considerado a filosofia da qualidade para este novo século. Os seus resultados proporcionam, além de melhoria nos processos, um considerável ganho na lucratividade das empresas, o que tem levado elas a alcançarem resultados importantes (PEREZ-WILSON, 1999).

O projeto SS (Seis Sigmas) visa algo que muitos consideram impossível, busca a perfeição em um processo, o que ao atingir o sexto sigma, permite que os processos sejam capazes de produzir não mais do que 3,4 defeitos por milhão (adotando a definição de que defeito seja qualquer coisa que esteja fora das especificações desejada pelo cliente, seja interno ou externo) (RAMOS et al, 2013).

O primeiro programa Seis Sigma foi desenvolvido e implementado pela Motorola Corporation por volta de 1980 e de acordo com Adams et al (2003, p. 182), a Motorola registrou ganhos de produção da ordem de UU\$ 2 bilhões durante os primeiros cinco anos da implementação do programa (de 1987 a 1992). Ainda segundos os autores, “ Durante esse período as vendas da companhia dobraram, as margens de lucro subiram e sua reputação decolou”. Os autores Harry e Schroeder (2000, p. 21), cita também as empresas Ases Brown Boveri, AlliedSignal, General Electric que tiveram ganhos na casa dos bilhões de dólares.

No Brasil, a aplicação dessa filosofia iniciou-se através do conhecimento advindo das matrizes multinacionais com suas filiais localizadas no Brasil. Segundo Rosenberg (1999, p. 89), “A pioneira na implementação do Seis Sigmas com tecnologia nacional foi o Grupo Brasmotor, que, em 1999, obteve mais de 20 milhões de reais de retorno, a partir dos projetos Seis Sigma”.

Diante de tantos relatos de sucesso na implementação, são grandes os benefícios do Seis Sigmas. Pande et al (2000, p. 11-13) apontam:

- a) Geração continuada de sucesso para a companhia;
- b) Objetivos de desempenho para todas as áreas da companhia;
- c) Maior valor entregue aos clientes;

- d) Aceleração dos índices de melhoria;
- e) Promoção do aprendizado e
- f) Execução de mudança estratégica proposta pela companhia

Bem como:

- Redução de custos;
- Aumento de produtividade;
- Crescimento da participação de mercado;
- Maior retenção de clientes;
- Redução do tempo de ciclo;
- Redução dos níveis de defeito;
- Mudança cultural;
- Desenvolvimento de novos produtos e serviços.

As organizações que almejam sucesso, precisam entender a variabilidade de seus processos e passar a controlá-las como forma de redução de falhas e aumento da confiabilidade, o que vai além de apenas eliminar o defeito, o SS trabalha com essa variabilidade. A filosofia é um meio de controlar a variabilidade usando a estatística de uma forma inteligente, “Obtenha os dados do seu processo transforme em dados estatísticos, resolva o problema estatisticamente, transforme o resultado em dados de seu processo” (MARI, 1997).

Geralmente, um bom padrão de qualidade é delimitado por 3σ (nível 3 sigma), o que representa, para um determinada variável de produção de interesse e a variável for distribuída normalmente, então 99,73% (por cento) da saída do processo estará dentro dos padrões de qualidade. Mas ainda assim, 0,27% (por cento) se encontra fora dos padrões, o que representa 2.700 por milhão produzido. (GROOVER, 2011).

Para Pande et al (2000, p. 15-17), são seis os princípios que justificam a aplicação do Seis Sigmas:

- a) Foco genuíno no cliente: a identificação de melhoria é identificada de acordo com o que o cliente, interno ou externo, aponta. O que diferencia o Seis Sigma é que são esses que definem o defeito.
- b) Gerenciamento baseado em dados e fatos: a garantia de sucesso do Seis Sigmas é tornar as tomadas de decisões embasadas em análises com base em dados concretos, e não em opiniões pessoais ou crenças infundadas.

- c) Gerenciamento, melhoria e foco nos processos: o sucesso do Seis Sigma está diretamente ligado a uma boa gestão dos processos.
- d) Gerenciamento proativo: cria hábitos gerenciais saudáveis, tais como definir prioridades com clareza, foco em metas e objetivos ambiciosos, estar em constante verificação dos mesmos, trabalhar com a prevenção em lugar da reação, entre outros.
- e) Colaboração sem fronteiras: explora com profundidade o trabalho em equipe e demanda ampla visão dos processos globais da companhia.
- f) Busca da perfeição com tolerância a falhas: a resistência a mudança deve ser considerada um risco para qualquer iniciativa. O medo das consequências de uma atitude errada leva ao marasmo, putrefação e morte da companhia.

Buscando um meio de entender melhor os principais valores adotados pela abordagem Seis Sigma, Harry e Schroeder (2009), elaboram uma tabela que uni os níveis dos sigmas, o nível de qualidade, a taxa de erro, os defeitos por milhão de oportunidades e custo da não qualidade.

Tabela 1 - Escala Seis Sigma

Nível Sigma	Nível de Qualidade	Taxa de Erro	Defeitos por Milhão de Oportunidades (DPMO)	Custo da Não Qualidade (% do faturamento)
1□	30,90%	69,10%	691,462	Não se aplica
2□	69,10%	30,90%	308,538	Não se aplica
3□	93,30%	6,70%	66,807	25 a 40%
4□	99,38%	0,62%	6,21	15 a 25%
5□	99,997%	0,023%	233	5 a 15%
6□	99,99966%	0,00034%	3,4	< 1%

Fonte: Harry e Schroeder (2000)

Na tabela 1, pode-se verificar que se o valor do desvio padrão é baixo, mais uniforme será o processo e menor a variação que existirá entre os resultados. Quanto menor for o desvio padrão, melhor será o processo e menor será a possibilidade de falhas (TRAD e MAXIMIANO, 2009).

3.11 METODOLOGIA PARA GERENCIAMENTO DO SEIS SIGMA

De acordo com Werkeman (2002, p. 21-22), o Seis Sigmas não é nada essencialmente novo, pois a utilização do arsenal estatístico e das ferramentas da qualidade para eliminação de defeitos, já são conhecidas. É a forma de implementação do Seis Sigma que justifica seu sucesso.

A implementação dos Seis Sigmas pode ser feita por meio de diversas ferramentas. Segundo Eckes (2011), são elas:

- DMAIC (definir, medir, analisar, implementar e controlar);
- PDCA (Plan – Planejar, Do – Executar, Check – Verificar e Action – Agir);
- DMACV (Define – Definir, Measure – Mensurar, Analyze – Analisar, Design – Desenhar e Verify – Verificar).

Segundo Rotondaro (2014), Seis Sigmas é uma metodologia que utiliza métodos e ferramentas estatísticas para definir os problemas e pontos de melhoria, medir para obter os dados e informações necessárias, analisar esses dados e informações coletadas, implementar melhorias nos processos, controlar os processos e aprender com os erros de implementação até alcançar etapas ótimas, o que levará a um ciclo de melhoria contínua.

Acordado com o descrito acima, todas as ferramentas de implementação do Seis Sigma convergem para o DMAIC, sendo este o escolhido para aplicação neste trabalho.

O modelo DMAIC concentra uma série de outras ferramentas para definição, medição, análise, identificação, implementação de melhorias nos processos onde a variabilidade que gera ocorrência de defeitos esteja presente, considerando o produto ou serviço recebido tanto para o cliente final ou o cliente interno do processo.

Um das vantagens da adoção do modelo, segundo Pande et al (Ibid, p.151) é o destaque que ele dá para dois elementos essencialmente críticos do Seis Sigmas: o cliente e as medições.

O método DMAIC é interativo, de forma que suas etapas não são lineares. Durante a aplicação do projeto e desenvolvimento, a equipe pode fazer descobertas que os levam a revisar seus objetivos, podendo fazer com que retroceda uma ou mais

etapas do modelo. Por exemplo, falha de soluções adotadas durante a etapa “Melhorar”, pode levar a equipe de volta à etapa “Analisar”. (PANDE et al, Ibid., p.1239).

O quadro 2 detalha o ciclo original PDCA (*Plan-Do-Check-Action*).

Processos de Melhoria Seis Sigma		
	Melhoria de Processo	Projeto/Reprojeto de processo
1. Defina	<ul style="list-style-type: none"> *Identifique o problema *Defina requisitos *Estabeleça metas 	<ul style="list-style-type: none"> *Identifique problemas específicos ou amplos *Defina objetivo/Mude a visão *Esclareça o escopo e as exigências do cliente
2. Meça	<ul style="list-style-type: none"> *Valide problema/processos *Redefina problema/objetivo *Meça passos-chave/entradas 	<ul style="list-style-type: none"> *Meça desempenhos em relação as exigências *Colete dados sobre eficiência do processo
3. Análise	<ul style="list-style-type: none"> *Desenvolva hipótese causais *Identifique causas-raiz “poucas e vitais” *Valide hipóteses 	<ul style="list-style-type: none"> *Identifique “melhores práticas” projeto de processo com/sem valor agregado, gargalo do processo, caminhos alternativos *Redefina exigências
4. Melhore	<ul style="list-style-type: none"> *Desenvolvida ideias para remover causa-raiz *Teste soluções *Padronize solução/meça resultados 	<ul style="list-style-type: none"> *Projete novo processo (desafie suposições, aplique criatividade, princípios de fluxo de trabalho) *Implemente novos processos
5. Controle	<ul style="list-style-type: none"> *Estabeleça medidas-padrão para manter desempenho *Corrija problema quando necessário 	<ul style="list-style-type: none"> *Estabeleça medidas e revisões para manter desempenho *Corrija problema quando necessário

Quadro 2 - Visão geral dos "caminhos" do modelo DMAIC de Melhoria de Processos e projetos/reprojeto de processos
 Fonte: Pande (2002)

Para Pande (2002), os métodos PDCA e DMAIC são amplamente usados para melhoria de processo e também para projetos/reprojetos de produtos ou processos. Apesar da abrangência do modelo, Pande (2002) ressalta que o DMAIC não pode ser utilizado para qualquer coisa. Segundo o autor, a aplicação do Seis Sigma tem que ter três características:

- Há uma disparidade entre o desempenho atual e o desempenho necessário/desejado;
- A causa do problema está mascarada, ou seja, não é claramente compreendida;
- A solução não é predeterminada, nem é a solução aparente.

3.12 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL SS

Na estruturação do projeto, é de grande importância definir os limites que a equipe estará trabalhando, ou seja, definir claramente o foco da implementação do projeto (o problema a ser resolvido), isso permite o direcionamento dos esforços da equipe. Na sequência, metas e objetivos atingíveis devem ser determinados, acordados entre a equipe e o líder, ambos devem estar cientes das melhorias a serem atingidas.

Essa equipe deve ter uma estrutura hierárquica bem definida, com isso as funções e reponsabilidades ficam claras durante todo o projeto. A figura 2 mostra a disposição ideal dessa estrutura.

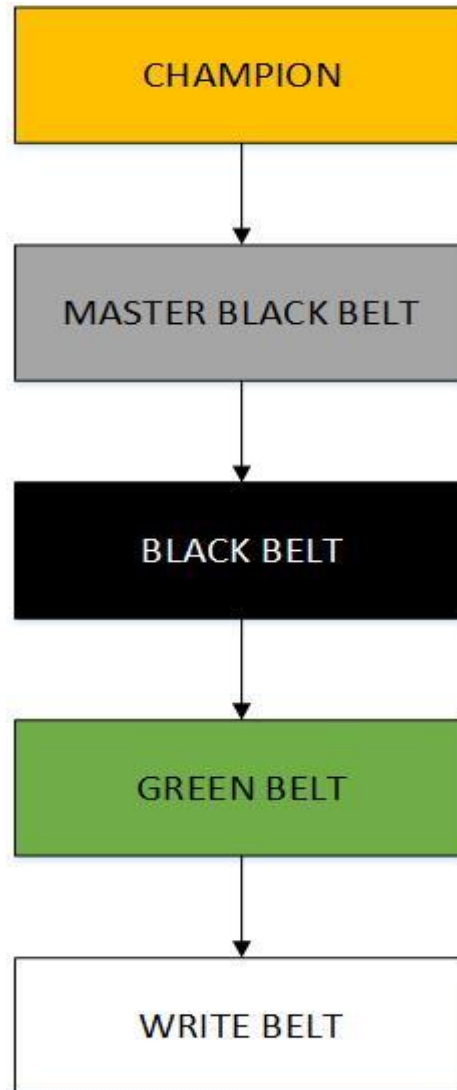


Figura 2 - Estrutura organizacional - Seis Sigma
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

CHAMPION: Executivo que organiza e apoia o projeto Seis Sigmas nos níveis hierárquicos mais altos da empresa, deve conhecer bem a empresa e os objetivos do projeto, conhecer as teorias do Seis Sigmas, organizar as equipes, motivar, financiar e acompanhar os resultados.

MASTER BLACK BELT: Sua função é implementar os projetos Seis Sigmas na organização, conhecer bem as ferramentas e regras do Seis Sigmas e saber aplicá-las, responsável por treinar os Black Belts e Green Belts para aplicar os métodos de forma correta e por fim deve ajudar o Champion nas escolhas de projetos.

BLACK BELTS: Trabalham sob as orientações dos Master Black Belt, deve possuir conhecimentos matemáticos e de ferramentas estatísticas, conhecer e ser influente na sua área de trabalho e ter habilidade de trabalhar em equipe.

GREEN BELT: Responsáveis pela execução dos projetos Seis Sigmas, solucionam problemas, auxilia o Black Belt na coleta e análise dos dados gerados, e através de metodologias gerenciais da qualidade lideram pequenos projetos.

Nesta fase de estruturação, existem ferramentas que podem ser utilizadas para definir os principais envolvidos, suas funções e responsabilidades em cada fase do projeto.

Um exemplo de mapa de funções e responsabilidades conhecido como *Team Charter* pode ser visto no quadro 3.

Principais envolvidos	Fases do Projeto				
	Definição	Medição	Análise	Melhoria	Controle
Membro					
Equipe Ampliada					
Especialista					
Interessados					

Quadro 3 - Mapa de funções e responsabilidades
Fonte: Rotorando (2002)

Cada função possui dimensões básicas, para Rotondaro (2002):

- a) Membro: participante efetivo em todas as etapas;
- b) Equipe ampliada: membro que toma parte amplamente em uma determinada fase do projeto e tem responsabilidade como membro da equipe;
- c) Especialista: aquele que “agrega” conhecimento específico à equipe ou aprovas as decisões tomadas;
- d) Interessados: que tem interesse no andamento do projeto e devem ser mantidos informados.

Após essa fase, espera-se que as equipes tenham uma linguagem em comum, conheçam bem suas reponsabilidade e fronteiras de atuação no projeto, os cuidados que deveram tomar e por fim os recursos que serão necessários (RONTONDARO, 2002).

3.13 INDICADORES DE DESEMPENHO –SEIS SIGMA

A metodologia Seis Sigmas possibilita a medição e controle de todas as áreas da organização, como a qualidade, custo e o tempo. Por isso se tornou muito importante na gestão de desempenho para avaliar e validar as melhorias implantadas. E se tornou indispensável para a melhoria de processos e implementação de estratégias competitivas para as organizações (MAUKIEWICZ E SUSKI, 2009).

“De fato, a essência da melhoria está no conhecimento que a organização tem sobre o que é necessário para melhorar, bem como sobre os indicadores financeiros e não financeiro que refletem o desempenho organizacional” (NELLY, 1998. P.208). É preciso identificar as falhas nos processos e definir indicadores de desempenho que forneçam dados para que se possa tomar ações corretivas e preventivas com base nos mesmos.

Já Groover (2011), menciona que quando se trata de SS, são seis as metas gerais:

- Satisfação dos Clientes;
- Alta qualidade de produtos e serviço;
- Defeitos reduzidos;
- Melhoria da capacidade de processos por meio da redução nas variações de processo;
- Melhoria contínua;
- Redução de custos por meio de processos mais efetivos e eficientes.

Para alcançar essas metas o embasamento nas ferramentas estatísticas é fundamental para que o projeto seja implementado com sucesso, que essas ferramentas sejam aplicadas de forma correta. Para isso, é relevante destacar as principais utilizadas pelas organizações para o controle de processos e posteriormente em um trabalho futuro, detalhar sua utilização (JOHANN et al. 2011).

3.14 SISTEMAS DE MEDIÇÃO

A Matemática Aplicada possui diversos ramos de aplicação. No contexto Seis Sigmas é relevante a Análise e interpretação dos dados experimentais, a chamada Estatística. Este ramo permite observar dados de um processo, definir, medir, analisar, melhorar e controlar um processo. (BALESTRASSI, 2014).

Medidas de dispersão são ferramentas que permitem a análise de dados de um determinado processo, podendo ser reconhecida também através da CEP (Controle Estatístico de Processo), que ressalva o conceito de que qualidade e variabilidade são conceitos adversos, no sentido em que se há muita variabilidade, o débito será na qualidade. Esta ideia funciona tanto para processos bem como produtos (WERNKE, 2011).

São essas algumas medidas de dispersão:

- Variabilidade: define-se como a variação ou diversificação de todos os dados de uma população em torno de uma média de valores (JOHANN, et al. 2011). Para Ribeiro e Caten (2012), conforme as fontes de variabilidade podem agir de forma diferente sobre o processo, podendo resultar em: pequenas diferenças peça-a-peça, alteração gradual no processo, alteração brusca no processo, entre outras.
- Desvio padrão: representado pela letra grega sigma em minúsculo (σ) é um parâmetro muito usado em estatística, que indica o grau de variação de um conjunto de elementos. Se o desvio padrão for alto, a uma maior variação nos dados medidos, ou seja, os dados se afastaram mais da média, o que não é um bom resultado. Se o desvio padrão for baixo, os dados se aproximam mais da média, o que implica em uma menor variação dos mesmos, ou seja, resultado positivo (HARRIS).

Os dados coletados na aplicação das ferramentas podem ser representados de diversas formas. Abaixo estão descritas algumas ferramentas gráficas utilizadas no Seis Sigmas:

- Diagrama de Pareto: neste diagrama ocorre a descrição dos dados que apresentam informações de forma que possibilite a análise para concentração

dos esforços de melhoria nos pontos onde os ganhos obtidos são maiores. Segundo Braz (2002), no Diagrama de Pareto concentra-se em “poucos problemas vitais” e, depois, “nas poucas causas vitais” desses problemas, possibilitando melhorias mais significantes.

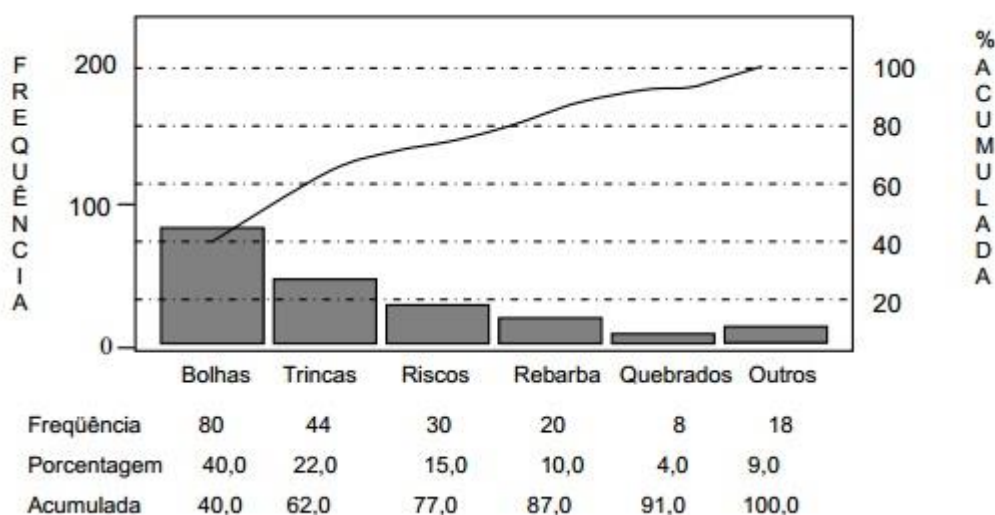


Figura 3 - Exemplo de Diagrama de Pareto
Fonte: Braz (2002)

- Carta de Controle: permite uma análise dos dados proveniente de amostragem, substituindo a simples detecção e correção de produtos com defeito para uma prevenção dos problemas que afetam a qualidade, visando impedir a produção desses produtos defeituosos. (RIBEIRO e CATEN, 2012). Segundo ISHIKAWA (1993), o principal objetivo da Carta de Controle é mostrar variações no processo, destacando por pontos que apresentam comportamentos contrários ao comportamento necessário. Esses dados devem ser definidos de acordo com as características do processo ou produto em estudo, podendo ser: dimensões de uma peça usinada, viscosidade de um produto químico,

resistência de um componente, número de defeitos em um circuito impresso, peso de um produto, entre outros.

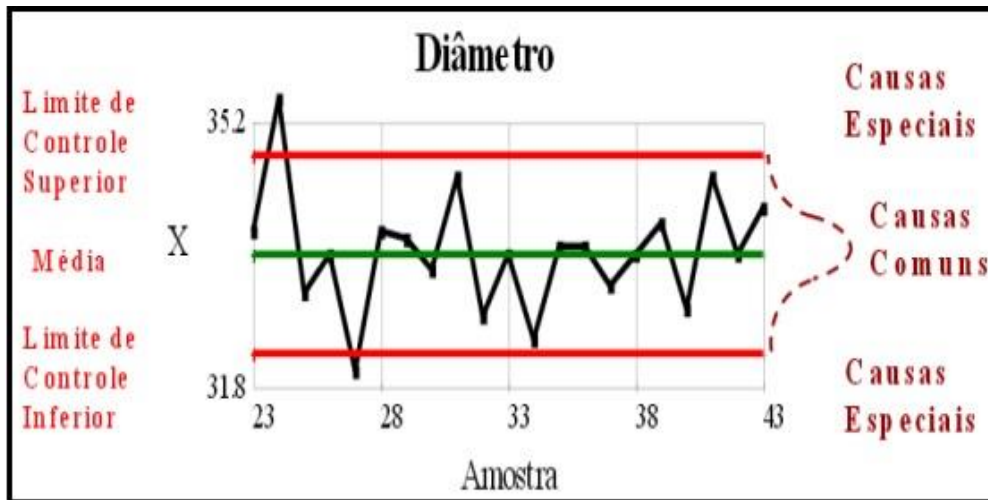


Figura 4 - Exemplo de uma carta de controle
Fonte: Ribeiro, Caten (2012)

- Histograma: gráfico que descreve quantitativamente a frequência de ocorrências em um determinado intervalo. Permite também verificar a forma da distribuição do valor central e dispersão dos dados (BRAZ, 2014).

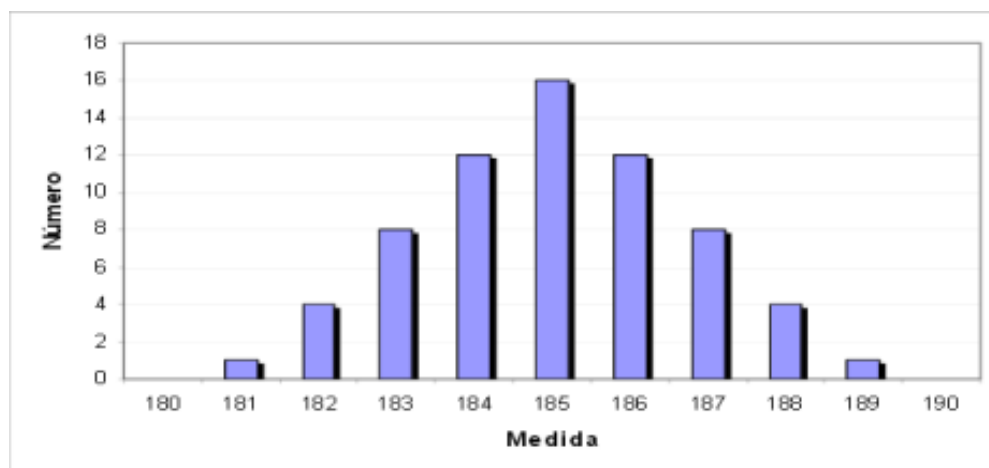


Figura 5 - Exemplo de Histograma
Fonte: Paladini (1997)

- Diagrama de causa e efeito: esta ferramenta escolhe um problema prioritário (efeito) e busca uma relação dos possíveis motivos (causa) para que o mesmo

esteja ocorrendo. É um diagrama simples, mas de muita eficiência na identificação das causa-raiz de qualquer problema com base nos 6 M (BRAZ, 2014).

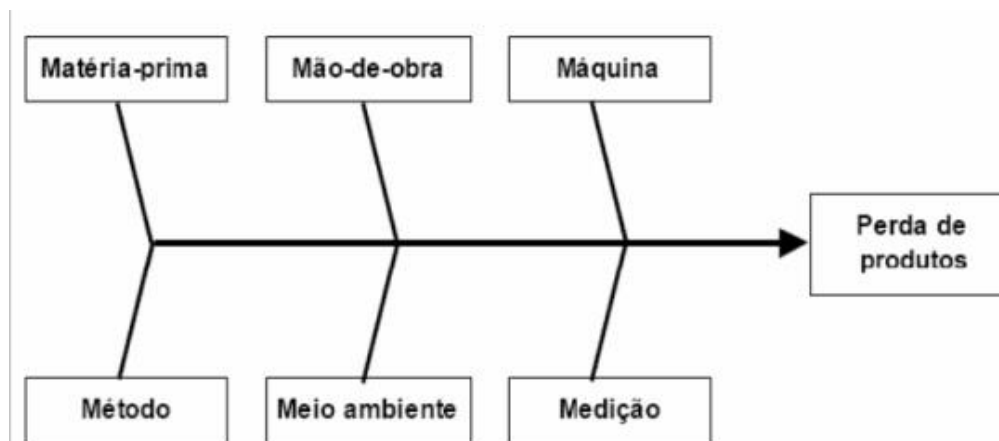


Figura 6 - Exemplo de Diagrama Causa-Efeito
Fonte: Fonte (2008)

- **Capabilidade:** As medidas de capacidade de um determinado processo medem o desempenho de um processo com respeito às especificações dos clientes. São indicadores de qualidade de um processo e permitem paragonar diferentes processos entre si e o mesmo processo ao decorrer do tempo.

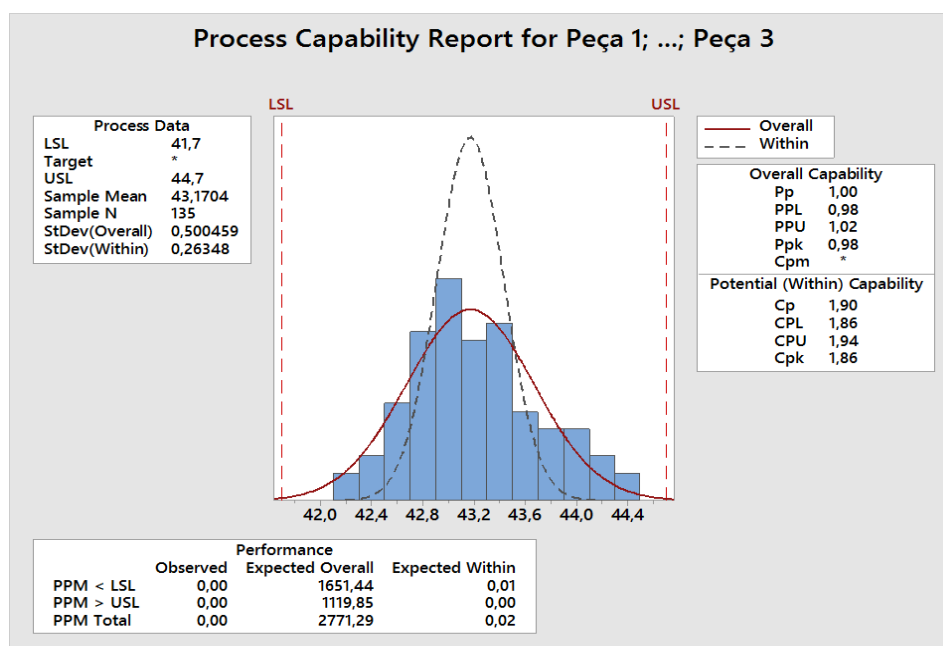


Figura 7 - Exemplo de gráfico de Capabilidade
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Esse sistema possibilita também avaliar se os esforços de melhoria estão gerando resultados.

3.15 PONTOS CONVERGENTES DA TOC E SS

Um modelo de integração que toma como base a TOC como forma de gerenciamento, planejamento e apoio na implementação de um projeto Seis Sigmas (ALMEIDA, 2007).

Apesar do projeto Seis Sigmas buscar dados que mensurem rapidamente os benefícios de sua implementação, geralmente este fica voltado apenas para redução de desperdícios, que refletem prematuramente nos custos organizacionais. Isto acarreta muitas vezes no ocultamento da verdadeira necessidade da organização, no problema real. Neste contexto que entra a importância da TOC. Implementar um projeto sem o processo de raciocínio da TOC impedem a obtenção de um melhor desempenho. (ALMEIDA, 2007).

A principal semelhança entre essas duas metodologias é que ambas consistem em identificar e focalizar variáveis essenciais para o processo de melhoria desejado.

Aliando isso e monitoramento dos resultados, permitem observar as melhorias a nível global da organização, observando os pontos críticos que podem impedir a implementação e os atacando. Desse modo a melhoria será integrada a todo o processo dentro das fronteiras estabelecidas (ALMEIDA, 2007).

Esta integração estará melhor detalhada na metodologia deste trabalho.

3.16 5 SENSOS

O programa 5S é um conceito muito simples em sua teoria, porém um pouco mais complicado para sua implementação. Porém quando esses conceitos são praticados eles são capazes de modificar o humor das pessoas, o ambiente de

trabalho, a maneira de conduzir todas as atividades rotineiras e suas atitudes. Acredita-se que os cinco sentidos é o ponto de partida para mudança organizacional em busca da qualidade total e evoluir para um ambiente favorável na busca por melhoria contínua.

A base do programa está firmada nos conceitos dos 5 sentidos, de utilização, organização, limpeza, saúde/segurança e autodisciplina, já que estes suprem todas as necessidades para tais mudanças.

Os benefícios do Senso de Utilização são a liberação de espaço físico, reciclagem de recursos, realocação de recursos que não estejam sendo bem utilizados, restringir o excesso de burocracia e outros, conseqüentemente diminuindo os custos com inutilidades.

Economia de tempo, diminuição do cansaço físico e mental por movimentação desnecessária, melhoria do fluxo de pessoas e materiais, agilidades na movimentação de recurso humano e material, diminuição do estresse por perda de tempo e outros, são os benefícios do Senso de Organização.

Manter o ambiente com a sensação de bem-estar para os colaboradores, sentimento de excelência passado aos clientes, prevenção de acidente, manutenção da qualidade do produto entregue e dos serviços executados internamente e externamente e outros, são os princípios básicos que o Senso de Limpeza trás.

Os benefícios do Senso de Saúde e Segurança são evidentes quando os serviços são executados de forma eficiência e eficaz, já que preservando a vida para que o funcionário tenha condições ideais de trabalho, permitirá que ele transforme energia física e mental e bens e serviços de qualidades.

O Senso de Autodisciplina é percebido por alguns indicadores que trazem muitos benefícios para a organização, como a redução de absenteísmo, cumprimento de prazos e acordos, iniciativa de autodesenvolvimento profissional e pessoa, para detecção e resolução de problemas, proatividade e etc.

O programa 5S trata-se de uma mudança de cultura dentro da organização, em todos os níveis hierárquicos. Quando sua implementação é feita de forma correta, os resultados são imediatos. Os funcionários têm o prazer de cuidar do patrimônio da empresa, do espaço de trabalho e por um ambiente agradável para exercerem suas

atividades. Diminuindo o risco de acidente, melhora a produtividade e a qualidade dos produtos e processos.

Mesmo diante de tudo isso, vale lembrar que o 5S não é a solução de todos os problemas de uma organização, mas sim um dos primeiros passos para a busca da excelência na qualidade de seus produtos ou serviços.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para Gil (1999), um método científico é um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos utilizados para atingir o conhecimento. Para que seja classificado como conhecimento científico, é preciso identificar os passos necessários para sua verificação, ou seja, determinar a maneira que possibilitou chegar a determinado conhecimento.

Lakatos e Marconi (1992) defendem que o tema da pesquisa deve ser especializado para que possa ser tratado com profundidade. No entanto, as autoras deixam claro os perigos da excessiva especialização, que restringe a síntese do trabalho, a conexão entre as ciências e pode proporcionar uma visão parcial do tema.

Os estudos aplicados nesse trabalho envolvem métodos que possuem literaturas ideológicas e aplicadas, envolvendo filosofias de desenvolvimento organizacional e estudos estatísticos, que medem números e os caracterizam de acordo com o que necessita ser elencado. Desde modo define-se que se trata de uma pesquisa Quantitativa (VEIGA, 1996).

Esse tipo de pesquisa trata tudo o que pode ser mensurado, o que significa que é possível transformar números em informações classificadas e analisadas que auxiliam nas tomadas de decisões. Se faz uso de recursos técnicos estatísticos (percentagem, média, mediana, moda, coeficiente de correlação, desvio padrão, análise de regressão, variância, etc.) (MORESI, 2003).

A pesquisa quantitativa trabalha em torno da objetividade, desde modo, o foco está em reconhecer o problema e selecionar a melhor ferramenta que permita propor uma solução. De acordo com as definições, a restrição foi caracterizada e classificada para a aplicação do método.

É importante salientar que a pesquisa, devido à restrição de tempo para aplicação do método, tem cunho transversal, ou seja, em um curto espaço de tempo, e não longitudinal.

O objeto de estudo foi uma empresa de farinha de trigo do Oeste do Paraná.

Objetivando um melhor sequenciamento e organização das etapas envolvidas na implementação do modelo, a ferramenta DMAIC (definir, medir, analisar,

implementar e controlar) foi selecionada para esta missão. Com ela, foi possível delimitar as fronteiras e responsabilidade da utilização de cada metodologia, conforme pode ser visto na figura abaixo.

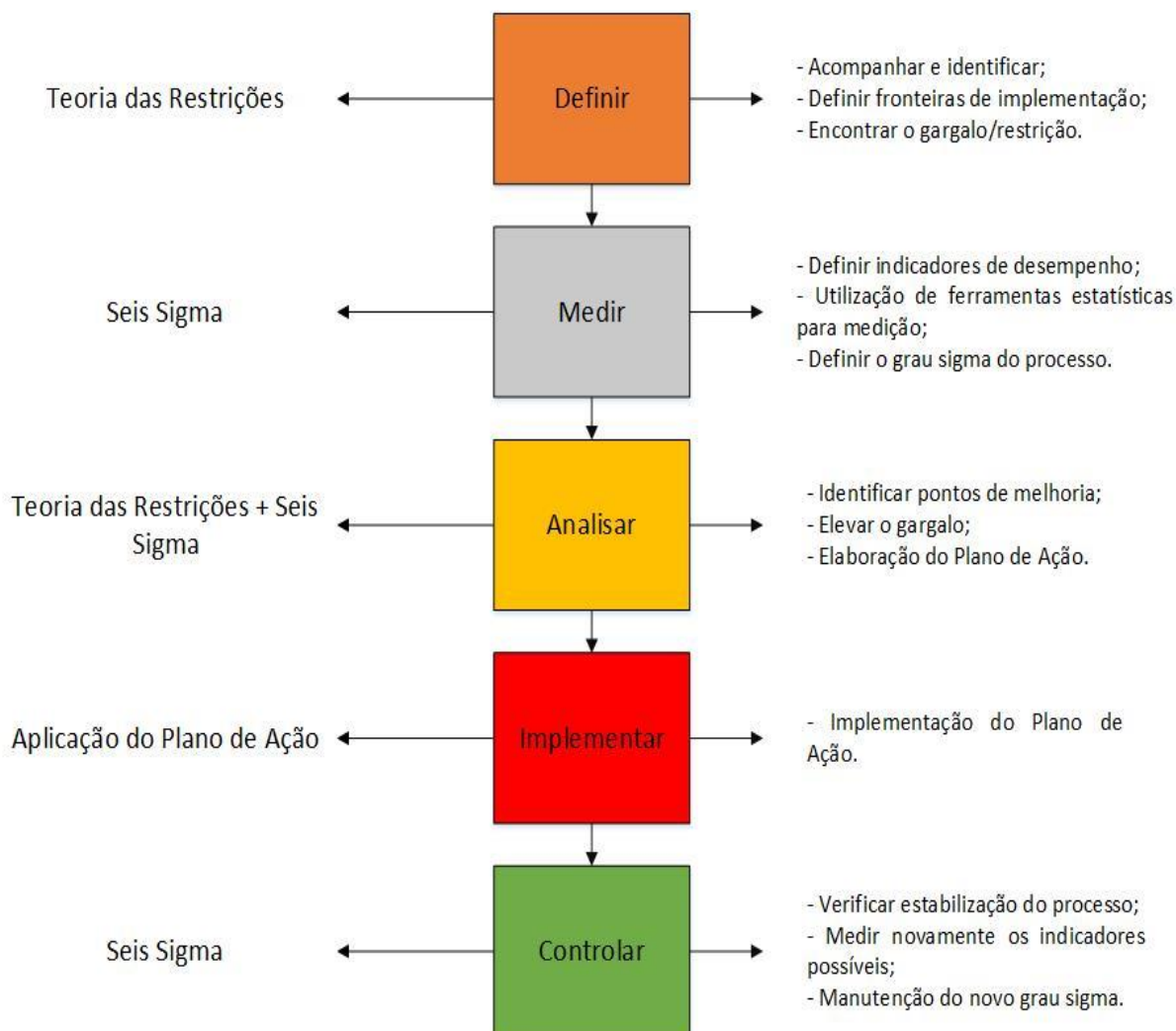


Figura 8 - Delimitação da integração das metodologias
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Com base na figura 8, iniciou-se a aplicação do método com a utilização de várias ferramentas para o desenvolvimento do mesmo.

Na primeira etapa utilizou-se, de modo geral, conceitos da Teoria das Restrições para definir as restrições dos processos, que este caso foi definido um gargalo que restringia a capacidade e uma restrição de capacidade, que afetava não só a produção, mas também a qualidade.

Após a conclusão da etapa anterior, os indicadores de desempenho foram discutidos e definidos, posteriormente medidos utilizando as ferramentas da metodologia Seis Sigma e de raciocínio lógico, como observações direta e média simples para mensurar a capacidade do gargalo, cartas de controle e gráfico de capacidade para diagnosticar o recurso de restrição de capacidade. Esses indicadores foram elaborados com o intuito de possibilitar a medição da capacidade no gargalo e dos fatores que influenciam na restrição do processo, detalhando-os posteriormente juntamente com o método e ferramentas utilizadas para avaliação. E a partir dessas análises, definiu-se o grau sigma dos processos.

Após essas etapas, embasados nos resultados da medição dos processos, pontos de melhoria foram observados com o intuito de elevar o gargalo e eliminar a restrição de capacidade. E para a aplicação dessas mudanças, foi desenvolvido um plano de ação simples e de rápida implementação para obtenção de resultados imediatos.

Dentro deste plano de ação, foram adotadas as ferramentas do 5s, padronização de processos e monitoramento de mudanças, que foram implementadas na etapa de implementação do DMAIC.

Por fim, após o monitoramento de mudanças e verificação de estabilidade do processo, as medições foram realizadas novamente para verificar se houve a manutenção do melhor cenário dos processos e se as mudanças se transformaram em melhorias.

5 RESULTADOS E DICUSSÕES

Iniciando a aplicação do método, o estudo e acompanhamento do processo produtivo da empresa, cujo o produto acabado era um determinado tipo de farinha de trigo. Este definido pela ordem de produção elaborada pelo Gerente de Produção (responsável direto pela Planejamento e Controle da Produção) de acordo com o pedido emitido pelo departamento de vendas.

Constatou-se que a empresa dispunha de vários tipos de produtos, que são divididos em duas categorias de peso, 25kg e 5kg. Abaixo estão listados os tipos de produtos separados em suas respectivas categorias:

- Pré Mistura Pão Francês Premium (25kg);
- Pré Mistura Pão Francês (25kg);
- Farinha de Trigo Panificação Premium (25kg);
- Farinha de Trigo para Panificação (25kg);
- Farinha de Trigo para Panificação Extra (25kg);
- Farinha de Trigo para Massas Frescas (25kg);
- Farinha de Trigo para Massas Frescas Extra (25kg);
- Farinha de Trigo Especial (25kg);
- Farinha de Trigo Inteira (25kg);
- Farinha de Trigo Comum (25kg);
- Farinha de Trigo Tradicional (5kg);
- Farinha de Trigo para Pastel (5kg);
- Farinha de Trigo para Pizza (5kg);
- Farinha de Trigo Premium (5kg).

Devido a esta variedade de produtos, juntamente com o Gerente de Produção, foi definido que o estudo detalhado do processo produtivo e aplicação do método seria realizado nos produtos de maior saída da empresa, sendo estes a Farinha de Trigo para Panificação Extra (25kg) e Pré-Mistura Pão Francês (25kg).

Com a definição das fronteiras de execução, acompanhamento produtivo e dialogando com colaboradores e o Gerente de Produção, foi definido que o processo produtivo continha um gargalo (por conta da capacidade) e uma restrição de capacidade (reprocesso).

O gargalo foi encontrado devido a disparidade da capacidade de ensaque valvulado 25kg do produto acabado com a capacidade total que o sistema era capaz de produzir, já que o sistema ficava parado por conta dessa diferença de produtividade.

E a restrição de capacidade ocorria pelo retorno de produtos não conformes (fora das especificações do cliente), devido a não homogeneidade do produto acabado, problema ligado diretamente ao processo de mistura da farinha com os aditivos.

Com as definições estabelecidas, de modo a facilitar a aplicação da metodologia, foi criado um mapa de responsabilidade com os principais envolvidos nos processos, para que todos possam estar cientes de que fases e fronteiras do projeto os mesmos atuam, já que cada membro participou do projeto em algumas fases distintas, conforme os quadros 4,5 e 6 abaixo.

Principais envolvidos	Fases do Projeto				
	Definição	Medição	Análise	Melhoria	Controle
Membro	X	x	x	x	x
Equipe Ampliada					
Especialista					
Interessados					

Quadro 4 - Mapa das funções e responsabilidades do projeto – Aplicador
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Principais envolvidos	Fases do Projeto				
	Definição	Medição	Análise	Melhoria	Controle
Membro					
Equipe Ampliada					
Especialista					
Interessados	X		x		x

Quadro 5 - Mapa das funções e responsabilidades do projeto - Gerente de produção
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Principais envolvidos	Fases do Projeto				
	Definição	Medição	Análise	Melhoria	Controle
Membro					
Equipe Ampliada		x			X
Especialista					
Interessados					

Quadro 6 - Mapa das funções e responsabilidades do projeto – Operários
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

A etapa “Definir” foi satisfeita, onde foi acompanhado o processo produtivo, definido as fronteiras de trabalho e encontrado o gargalo e a restrição de capacidade do processo, o que permite executar a etapa seguinte do método.

Em seguida, foi mensurado a eficiência produtiva por hora no ensaque valvulado de 25kg, ou seja, a capacidade que o sistema tinha para ensacar o produto acabado no espaço de tempo delimitado.

A medição foi realizada de forma simples, apenas pela quantidade de produto acabado que o sistema consegue ensacar em uma hora e comparada com a capacidade máxima do sistema, que é de 14 toneladas por hora.

O sistema operava com duas ensacadoras valvuladas de 25kg, sendo cada uma com apenas 1 operador, totalizando 2 operadores. Os principais procedimentos realizados por eles eram os mesmo para as duas ensacadoras, conforme descrito abaixo:

1. Retirar sacaria do montante localizado ao lado da ensacadora;
2. Posicionar a sacaria no pico da ensacadora para enchimento com o produto;
3. Pressionar o botão “*start*” para liberação da quantia configurada do produto;
4. Aguardar a liberação total da farinha;
5. Retirar a sacaria do bico da ensacadora e levar até o palete localizado ao lado;
6. Posicionar a sacaria no palete;

Conhecendo o procedimento, foi realizado a contagem de quantas sacarias os operadores eram capazes de ensacar em 1 hora, sem intervalos ou troca de operador. Foram avaliados todos os dias da semana no período de 3 horas na parte da manhã, do dia 11/09/2017 ao dia 15/09/2017 e 18/09/2017 ao dia 22/09/2017.

Com os dados obtidos, foi realizada uma média simples de quantas sacarias eram produzidas por hora. Chegou-se à conclusão que em média, a capacidade do sistema de ensaque era de 300 sacarias/hora, totalizando 7,5 toneladas/hora.

Portanto, com base nos dados obtidos, pode-se concluir que o sistema de ensaque atual, utiliza apenas 53,57% da capacidade total do sistema, índice muito baixo para a demanda da empresa.

Partindo para a medição da restrição de capacidade, o indicador foi a homogeneidade do produto acabado. Essa homogeneidade pode ser verificada através de um dos agentes adicionados a farinha no processo de mistura, o peróxido de benzoíla (denominado agente “b”), responsável por atuar no branqueamento da farinha. Esse agente branqueador atua sobre os pigmentos carotenoides da farinha de trigo por aproximadamente 48 horas, oxidando-os, isto permite a obtenção de discos com miolo mais branco, que é uma característica que agrada bastante o consumidor. Após esse tempo, ele estabiliza e para de agir na farinha, o que permite a análise da farinha para verificar sua homogeneidade.

Essa análise é realizada através do equipamento Colorímetro, que permite medir o quanto o componente agiu, ou seja, se o valor do agente “b” variar muito durante as amostras, significa que ele não homogeneizou adequadamente com a farinha, conseqüentemente se os valores estiverem mais próximos da média das amostras de cada processo, significa melhor homogeneidade. Esses parâmetros são importantes para evitar o reprocesso do produto final, o que evita custos com falta de qualidade e o não atendimento da demanda, restringindo a capacidade do sistema por conta dessas não conformidades.

Esse procedimento foi realizado de acordo com o sistema de ensaque valvulado de 25kg. O mesmo possui um pulmão de armazenamento de produto acabado com capacidade para 40 sacarias de 25kg, ou seja, 1 tonelada, que é constantemente alimentado pelo sistema de mistura paralelamente com o ensaque. Mas para a realização do estudo, o pulmão foi abastecido apenas uma vez e posteriormente a isso iniciou-se o ensaque.

Para obter melhores resultados, foi descartado a coleta de amostra de farinha dos 4 primeiros sacos por conta de haver resíduos no sistema, posterior a isso, foi iniciada a coleta. A cada sacaria retirada, era coletada uma amostra de farinha de 150

gramas aproximadamente e depositada em sacos plásticos numerados de 1 a 36 (número de amostras) para armazenamento de 48 horas e análise da homogeneidade conforme descrito anteriormente.

Essa homogeneidade está diretamente relacionada com o tempo de mistura que o misturador está programado, ou seja, o tempo que a farinha fica misturando com os aditivos, o que interfere diretamente no resultado da qualidade do produto acabado. Portanto, para discernir e encontrar o tempo de mistura ideal, os procedimentos descritos foram aplicados em quatro tempos diferentes de mistura, 150 segundos, 180 segundos, 200 segundos e 220 segundos e para os dois tipos de farinhas definido na primeira etapa do método.

Os dados obtidos com os valores do agente "b" encontrado estão listados nos quadros 7 e 8, abaixo:

150 segundos Agente "b"	180 segundos Agente "b"	200 segundos Agente "b"	220 segundos Agente "b"
8,96	8,16	8,66	8,51
8,9	8,11	8,51	8,54
8,97	8,15	8,68	8,6
8,94	8,17	8,57	8,51
8,96	8,14	8,68	8,49
8,93	8,16	8,48	8,54
8,99	8,17	8,66	8,48
8,95	8,18	8,62	8,56
8,94	8,12	8,73	8,55
8,96	8,12	8,68	8,58
8,92	8,11	8,73	8,55
9	8,16	8,69	8,49
8,9	8,15	8,7	8,52
8,91	8,16	8,59	8,61
8,83	8,19	8,79	8,61

Quadro 7 - Farinha de trigo para Panificação Extra (Continuação)
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

8,99	8,14	8,64	8,59
8,73	8,18	8,74	8,49
8,88	8,15	8,73	8,51
8,65	8,15	8,71	8,56
8,78	8,12	8,71	8,53
8,66	8,15	8,7	8,51
8,77	8,1	8,68	8,55
8,56	8,14	8,76	8,58
8,59	8,1	8,7	8,48
8,62	8,09	8,7	8,58
8,59	8,15	8,74	8,52
8,55	8,16	8,73	8,6
8,54	8,1	8,74	8,35
8,48	8,12	8,69	8,57
8,53	8,12	8,69	8,59
8,48	8,07	8,77	8,61
8,52	8,14	8,74	8,57
8,51	8,12	8,71	8,52
8,55	8,17	8,74	8,57
8,49	8,15	8,72	8,56
8,43	8,14	8,73	8,45

Quadro 8 - Farinha de trigo para Panificação Extra (Conclusão)
 Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

150 segundos Agente "b"	180 segundos Agente "b"	200 segundos Agente "b"	220 segundos Agente "b"
7,67	7,59	7,62	7,54
7,68	7,54	7,67	7,56
7,66	7,63	7,66	7,58
7,67	7,61	7,65	7,56
7,71	7,6	7,61	7,55

Quadro 9 - Pré-mistura pão francês (Continuação)
 Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

7,72	7,6	7,65	7,57
7,74	7,56	7,64	7,53
7,67	7,62	7,62	7,56
7,7	7,59	7,7	7,56
7,73	7,58	7,66	7,57
7,68	7,61	7,67	7,55
7,74	7,56	7,68	7,54
7,68	7,59	7,67	7,51
7,69	7,58	7,64	7,51
7,69	7,61	7,66	7,54
7,71	7,58	7,66	7,56
7,66	7,62	7,66	7,59
7,74	7,61	7,67	7,59
7,69	7,52	7,64	7,59
7,72	7,64	7,71	7,55
7,66	7,6	7,68	7,58
7,72	7,63	7,67	7,57
7,69	7,58	7,63	7,59
7,75	7,54	7,69	7,49
7,72	7,66	7,7	7,6
7,65	7,51	7,68	7,59
7,8	7,59	7,69	7,6
7,73	7,58	7,7	7,58
7,73	7,6	7,7	7,62
7,68	7,64	7,69	7,52
7,64	7,61	7,69	7,54
7,73	7,66	7,64	7,57
7,74	7,64	7,66	7,56
7,69	7,61	7,68	7,54
7,58	7,59	7,71	7,54
7,56	7,61	7,66	7,57

Quadro 10 - Pré-mistura pão francês (Conclusão)
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Devido o curto espaço de tempo de coleta e a necessidade de diminuir o ritmo de produção para realizar o estudo, o que limitaram essa ação, a coleta de dados foi de cunho transversal e não longitudinal, no entanto, ainda permitindo a aplicação das ferramentas estatísticas do Seis Sigma.

Para medir o processo, foi utilizado dois parâmetros muito importantes para diagnosticar a situação atual do processo e qual é a sua tendência caso o mesmo não seja alterado, Voz do Cliente (VOC) e Voz do Processo (VOP). Esses parâmetros permitem capturar o que o cliente espera (seja interno ou externo) de um determinado processo, ou seja, o que ele considera bom (VOC) e o que o processo consegue produzir (VOP).

E para gerar esses resultados, foi utilizado um *software* quando aplicado o Seis Sigma, o Minitab 2017.

Para a avaliar a VOP, utilizou-se um dos sistemas de medição citados na fundamentação deste projeto, a Carta de Controle.

Já trabalhando na interface do *software*, é necessário verificar se os dados coletados permitem gerar os gráficos para análise. Para isso, foi utilizado a função *Probability Plots* para verificar a normalidade dos dados.

Ao analisar um *Probability Plot*, é importante observar o valor de probabilidade, o “P-Value” dos dados, que é a probabilidade de um determinado modelo estatístico que, quando a hipótese nula é verdadeira, o resumo estatístico (como a diferença média da amostra entre dois grupos comparados) seria o mesmo ou de maior magnitude do que os resultados reais observados. Para que a normalidade dos dados seja válida, segundo a literatura Seis Sigma, os valores das amostras devem estar dentro das 3 linhas diagonais representadas no gráfico de probabilidade (Pedro A. *et al* 2004). Caso isto esteja complicado de observar, deve-se avaliar o valor do “P-Value”, que neste caso deverá ser maior que 0,05.

Caso a condição citada acima não seja satisfeita, é possível fazer a correção dos dados para ser possível sequência do projeto, utilizando mais uma ferramenta do *software* Minitab, o *Box-Cox Plot*. Esta função corrige a disparidade dos dados do experimento em relação aos resultados reais observados, transformando-os na distribuição desejada, que neste caso é a distribuição normal de probabilidades.

Porém pode haver casos que a ferramenta de correção não seja efetiva, não obtendo o ajuste satisfatório, ou seja, não há dados normais nesta tentativa. Nestes casos, o experimento pode prosseguir, porém é necessário deixar claro que os resultados gerados terão viés, ou seja, com Desvio Irregular de Centralidade, onde

existe a probabilidade de aparecer causas com potencial a serem especiais, mas que ainda não são.

Definidos esses parâmetros, abaixo pode-se observar o resultado e a conclusão de cada experimento:

- Farinha de trigo para Panificação Extra

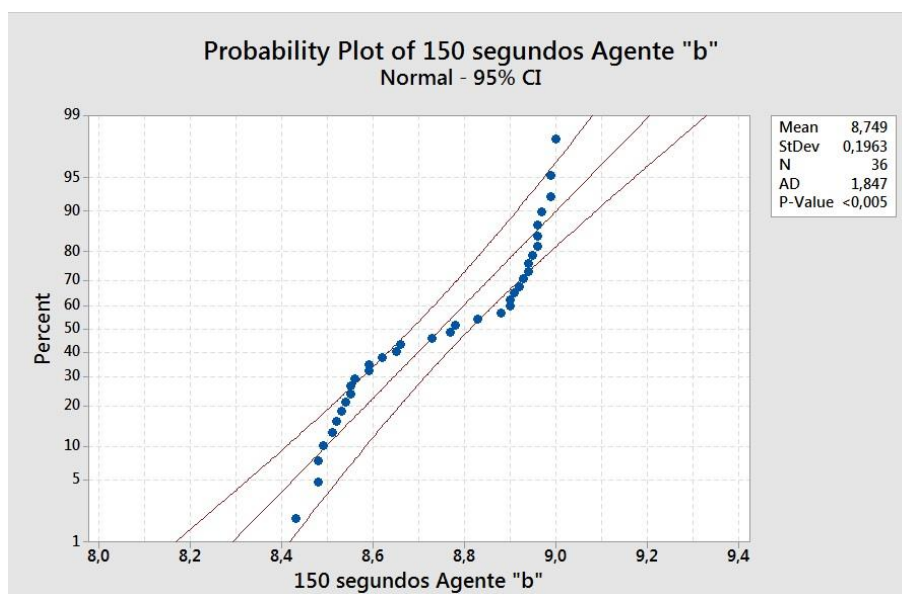


Figura 9 - Probability Plot - 150 segundos
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Neste primeiro caso, pode-se observar claramente na Figura 9, a não normalidade dos dados, pois vários deles se encontram além dos limites das 3 linhas, validando com o valor do "P-Value" (canto superior direito) que é menor que 0,05, necessitando de correção.

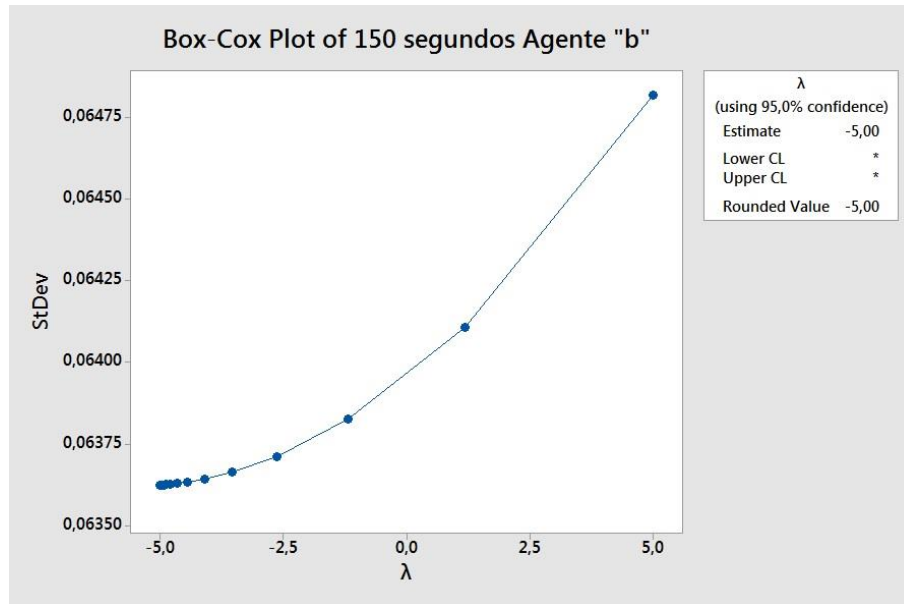


Figura 10 - Box-Cox Probability - 150 segundos
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Observando a Figura 10, concluiu-se que não é possível efetuar a correção dos dados, pois os mesmos não são normais. No entanto, isso não restringe a utilização dos dados, portanto foram utilizados sem correção.

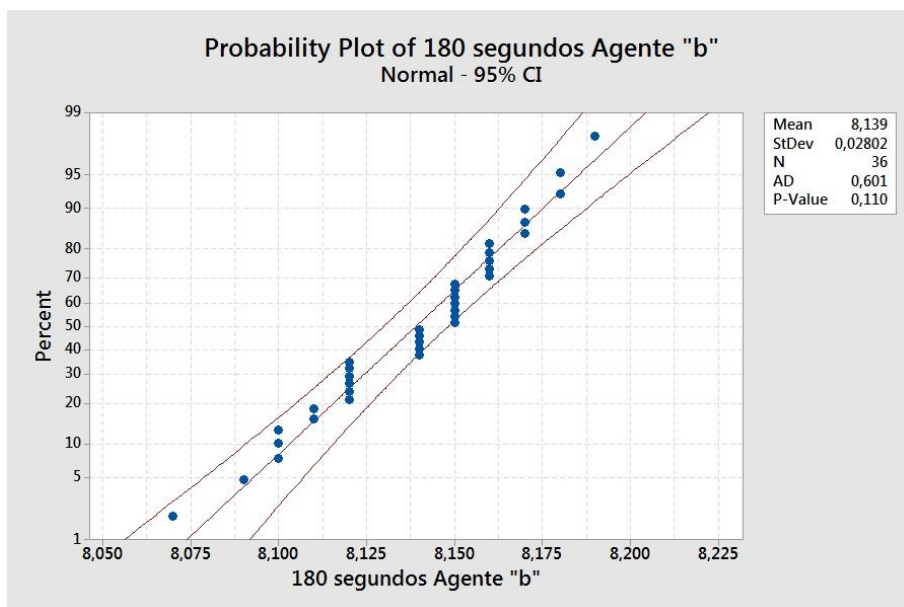


Figura 11 - Probability Plot - 180 segundos
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Já no segundo caso, a grande maioria dos pontos da Figura 11 se apresentam dentro das linhas de probabilidade e o valor do "P-Value" é maior que 0,05, portanto

não foi necessário a aplicação do *Box-Cox Probability*, ou seja, dados considerados normais.

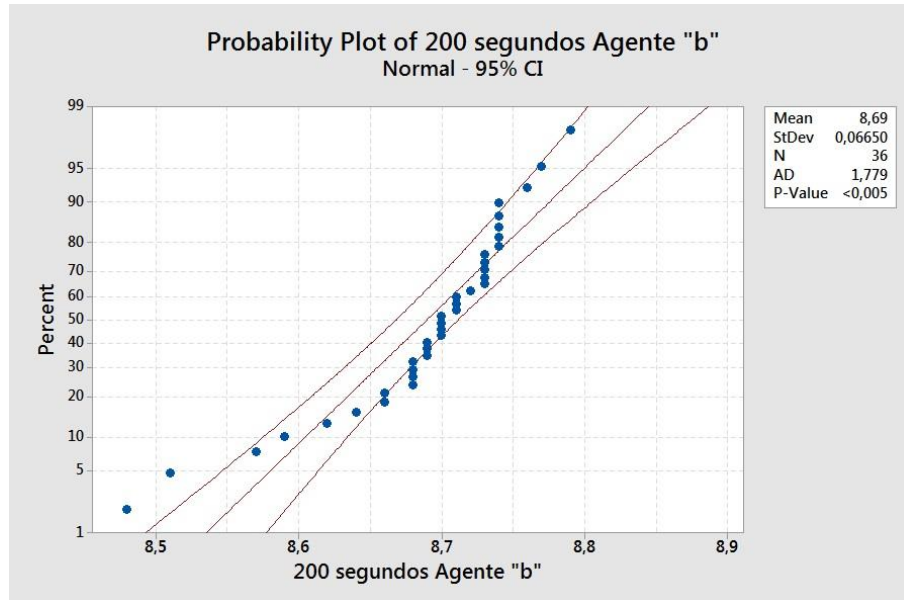


Figura 12 - Probability Plot - 200 segundos
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Observando o Valor de Probabilidade do tempo de 200 segundos na Figura 12, concluiu-se que não há normalidade dos dados, ou seja, o "P-Value" é menor que 0,05. Portanto, aplica-se a ferramenta de correção.

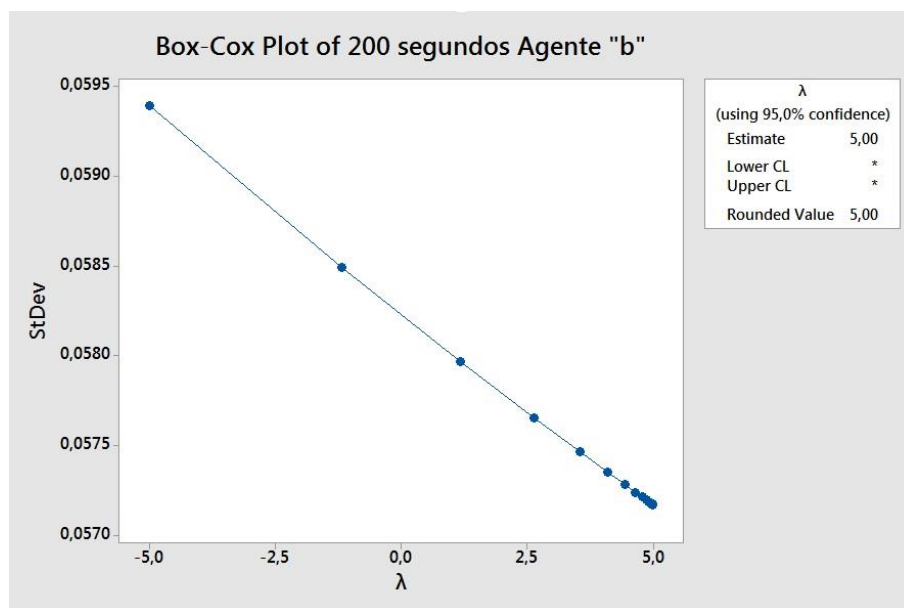


Figura 13 - Box-Cox Probability - 200 segundos

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Conforme Figura 13, o programa não encontrou solução para normalizar os dados, isso implica na utilização dos mesmos novamente sem normalidade.

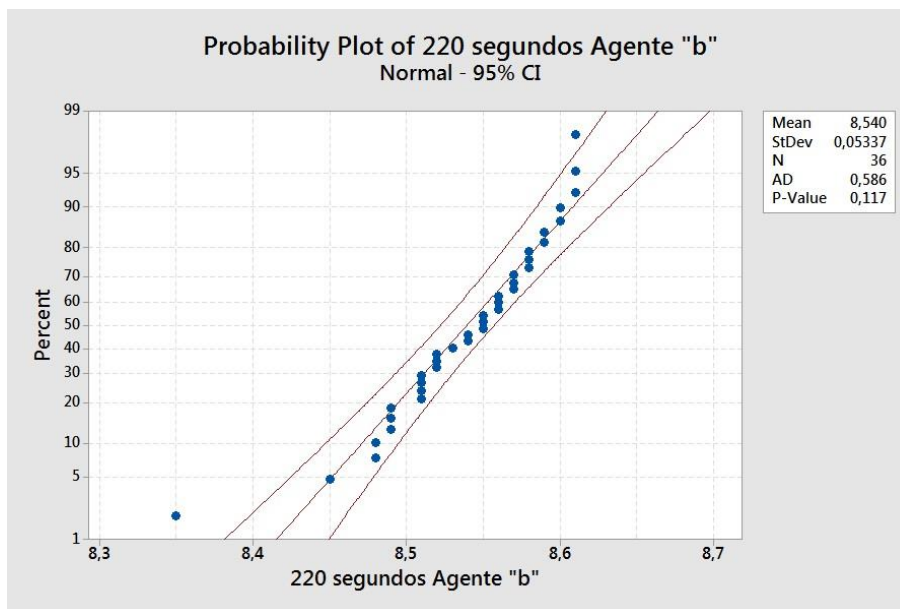


Figura 14 - *Probability Plot* - 220 segundos
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Em mais um caso, como pode ser observar no "P-Value" da Figura 14, os dados satisfazem a condição de normalidade, com a grande maioria das amostras dentro das linhas de probabilidade.

Depois da verificação dos dados para a Farinha de Trigo para Panificação Extra, foi feito o mesmo procedimento para a Pré-Mistura Pão Francês.

- Farinha do tipo Pré-Mistura Pão Francês

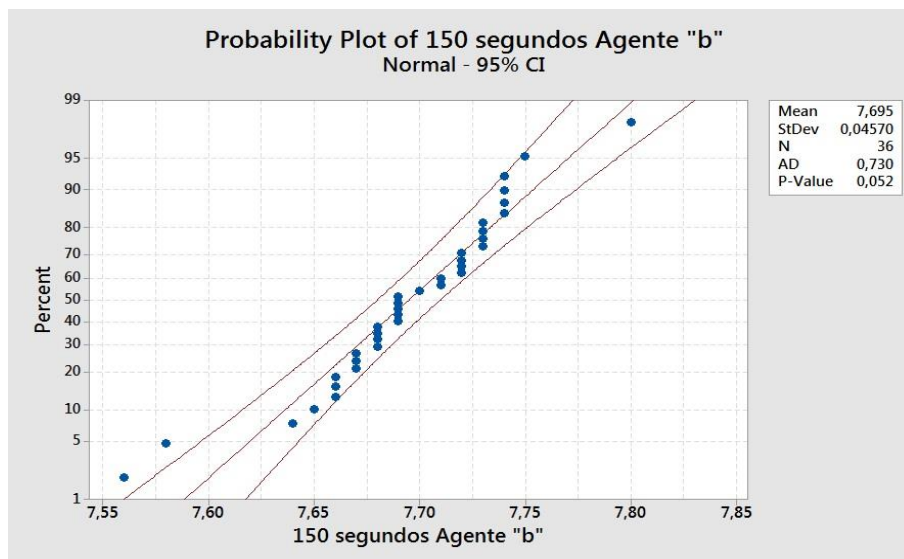


Figura 15 - Probability Plot - 150 segundos
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

No caso de 150 segundos da Farinha do tipo Pré-Mistura Pão Francês (Figura 15), os dados são considerados normais, já que o seu Valor de Probabilidade é maior que 0,05.

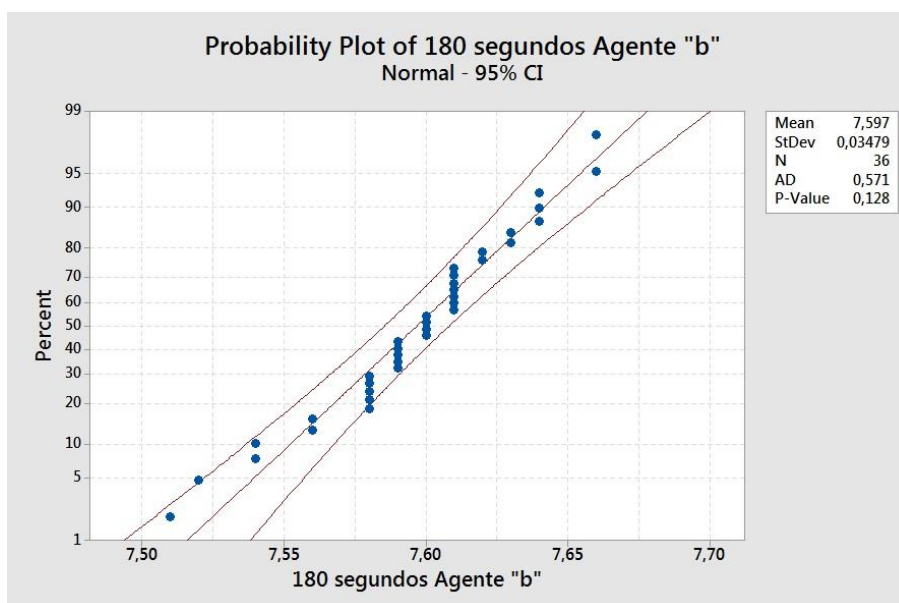


Figura 16 - Probability Plot - 180 segundos
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Para 180 segundos (Figura 16) o "P-Value" é igual a 0,128, implicando na validação da normalidade dos dados.

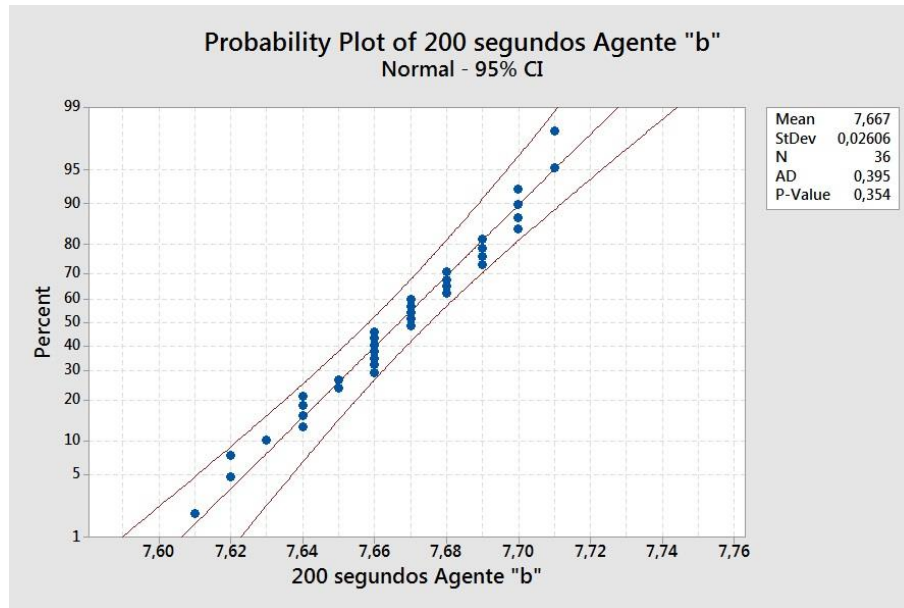


Figura 17 - Probability Plot - 200 segundos
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Na Figura 17 verifica-se a normalidade, "P-Value" igual a 0,354. Novamente não é necessário aplicar o *Box-Cox Probability*.

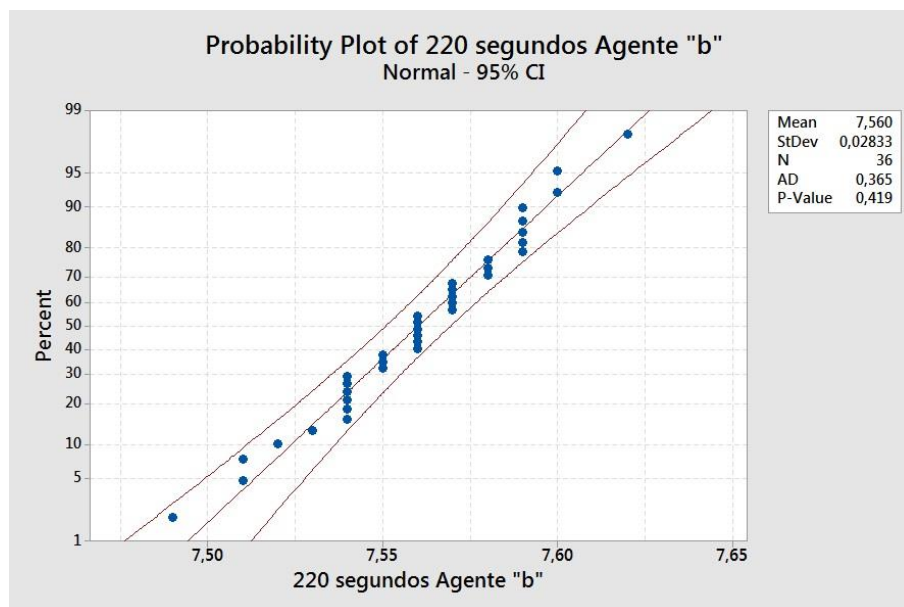


Figura 18 - Probability Plot - 220 segundos
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Valor de Probabilidade igual a 0,419. Portanto, a condição de normalidade é validada, conforme Figura 18.

Pode-se verificar nas extremidades do gráfico uma menor densidade probabilística, e apresentando os mesmos resultados em diferentes percentuais. E então concluiu-se que a maioria dos dados se dispõe da chama Distribuição Triangular Uniforme (Triangular pois as extremidades possuem menor densidade probabilística e Uniforme porque apresentam os mesmos resultados em diferentes percentuais). No entanto, isso não restringe a utilização dos dados, incluindo até mesmo os que não foram possíveis efetuar as correções (Ribeiro e Caten, 2012)

A verificação do motivo da distribuição ser diferente do esperado, poderá ser encontrada em um trabalho futuro, mas como o objetivo do trabalho não é explicar os tipos de distribuição, continuou-se com a aplicação das ferramentas de análise do processo.

De modo geral, observando o resultado da verificação de normalidade, pode-se concluir que grande parte das amostras coletadas representam uma distribuição triangular uniforme normal. Mas como explicados anteriormente, as próximas etapas do projeto podem ser executadas mesmo com uma distribuição diferente do padrão.

Ainda na etapa de medição, após a validação dos dados, é possível medir o desempenho do processo na voz do cliente (VOC) e a voz do processo (VOP).

Primeiramente foi avaliado a voz do processo. Para isto, utilizou-se da Carta de Controle, sistema de medição eficiente para visualizar o desempenho do processo dentro das especificações que o mesmo exige. Devido ao estudo ser constituído por dois produtos diferentes, os limites especificados serão diferentes para cada tipo de farinha.

Para definir o Limite Superior Especificado (LSE) e o Limite Inferior Especificado (LIE) necessário para medir o processo, foi verificado qual o intervalo ideal que os tipos de farinha em estudo devem encontrar-se para que estejam com um bom padrão de qualidade, ou seja, uma boa homogeneidade. Esses valores foram verificados com o responsável direto que realiza os testes anteriormente e posteriormente a produção e aprovação da farinha, o técnico de laboratório da panificadora e o Gerente de Produção, pois ainda não foi definido um parâmetro ideal por alguma literatura, já que estes dependem de muitas variáveis.

Então, ficou acordado que para a Farinha de Trigo para Panificação Extra, o LIE é igual a 8,40 e o LSE é igual a 8,60. Já para Farinha do Tipo Pré-Mistura Pão Francês, o LIE é igual a 7,40 e o LSE é de 7,60.

Portanto, esses parâmetros foram aplicados para cada tempo de mistura, gerando uma carta de controle para cada tipo de farinha e seus respectivos tempos.

- Farinha de trigo para Panificação Extra

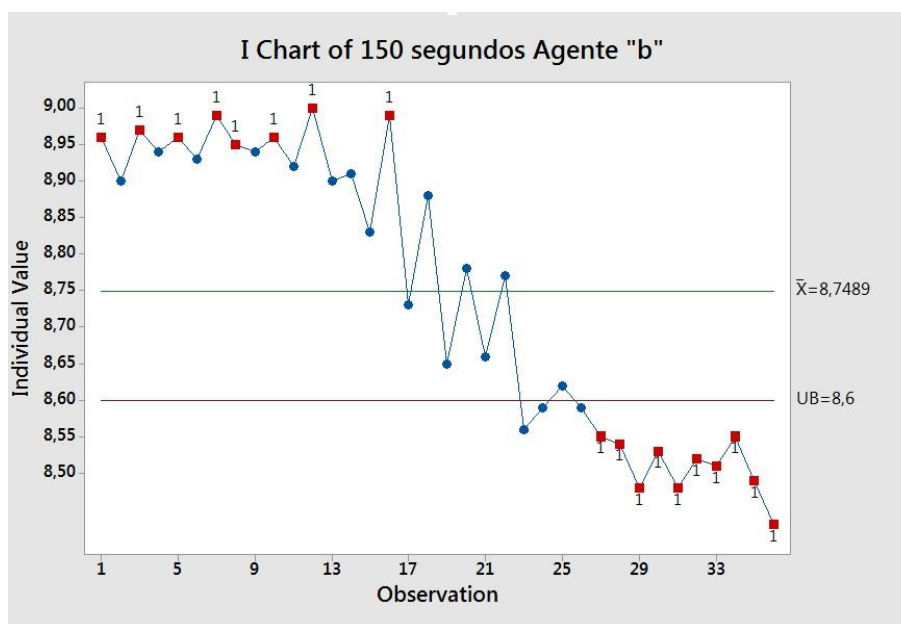


Figura 19 - Carta de Controle - 150 segundos
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

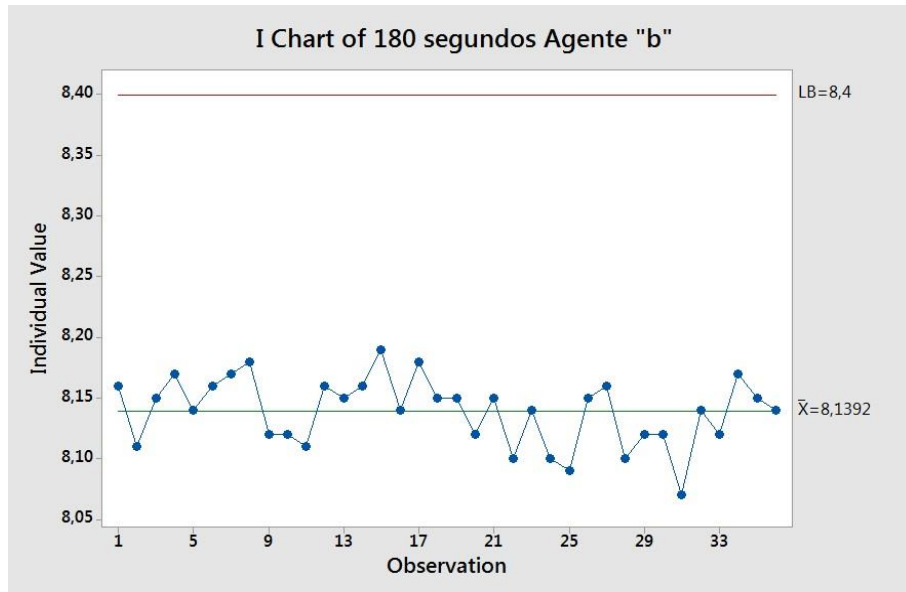


Figura 20 - Carta de Controle - 180 segundos
 Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

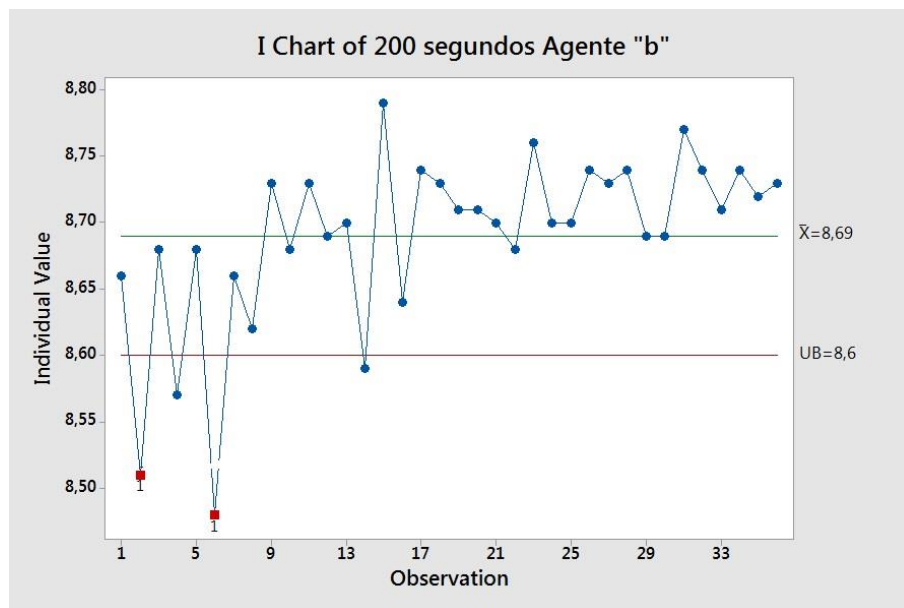


Figura 21 - Carta de Controle - 200 segundos
 Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

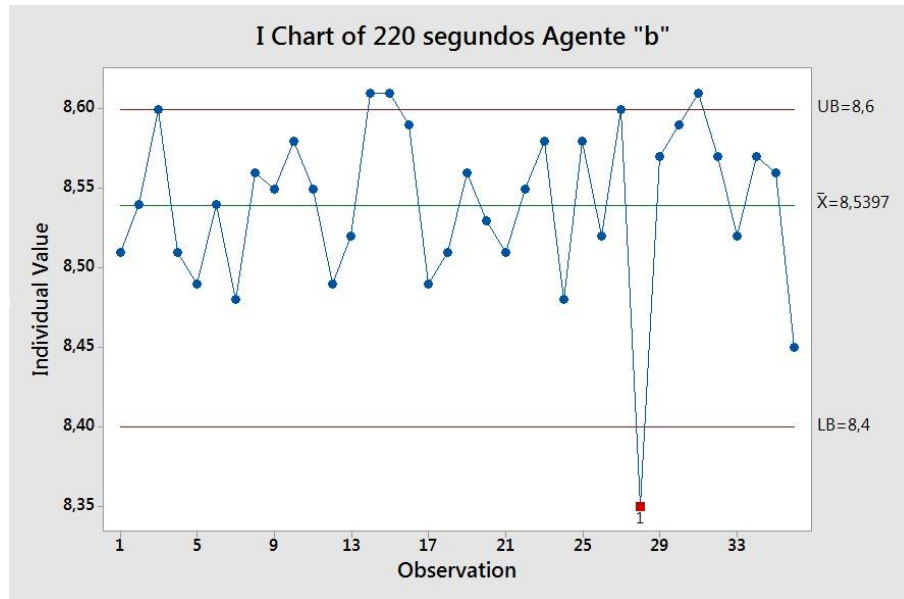


Figura 22 - Carta de Controle - 220 segundos
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

- Farinha do tipo Pré-Mistura Pão Francês

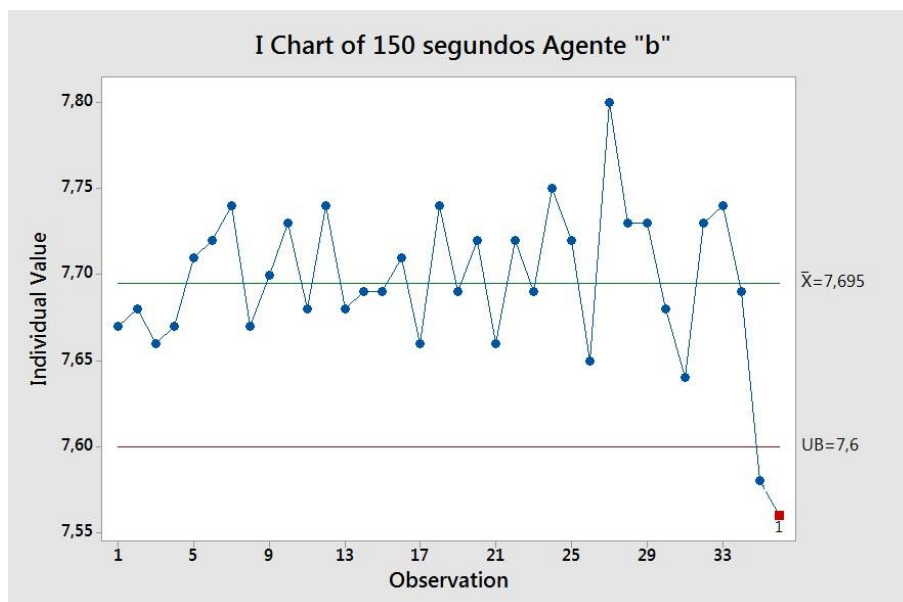


Figura 23 - Carta de Controle - 150 segundos
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

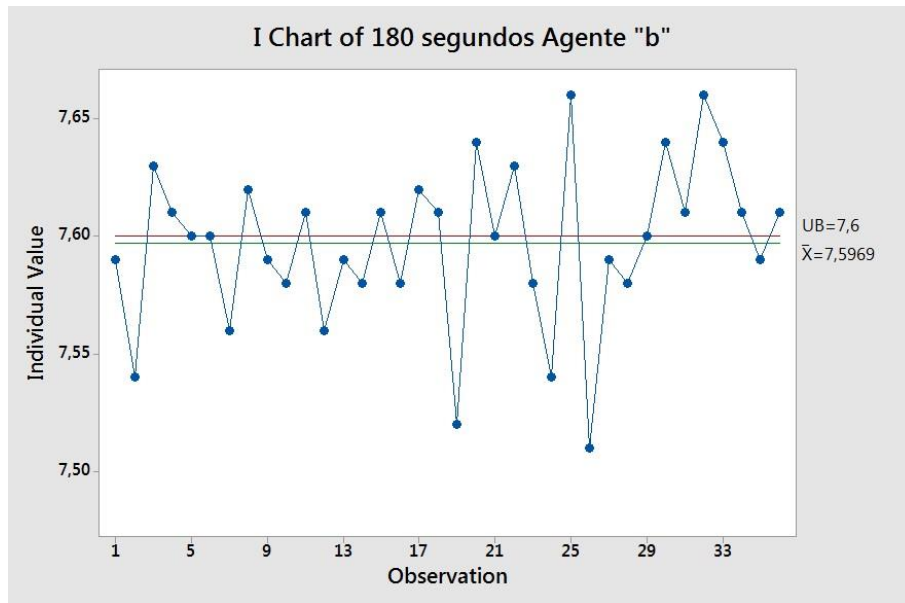


Figura 24 - Carta de Controle - 180 segundos
Fonte – Elaborado pelo autor (2017)

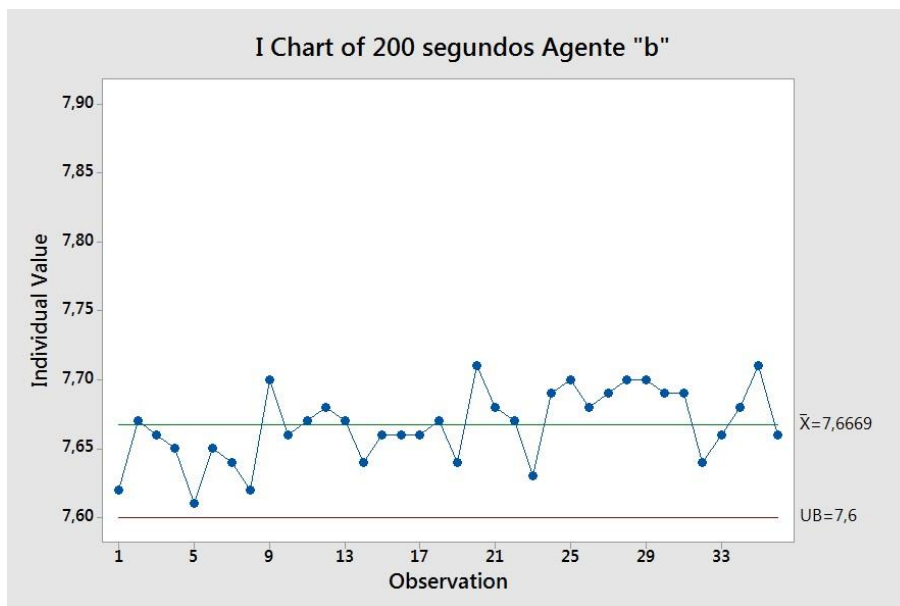


Figura 25 - Carta de Controle - 200 segundos
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

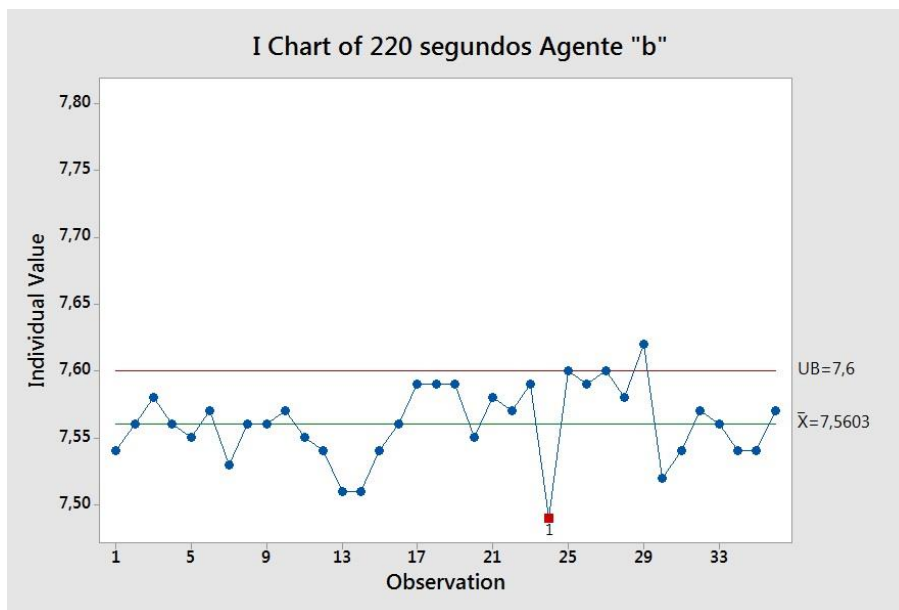


Figura 26 - Carta de Controle - 220 segundos
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

As Cartas de Controle geradas permitiram avaliar o desempenho de cada tempo de mistura ao longo das 36 amostras coletadas. Esses resultados serão discutidos na próxima etapa em materiais e métodos, juntamente com os resultados da análise da voz do cliente.

Ainda na segunda fase do método, foi determinado que para avaliar o processo pelo ponto de vista do cliente (Voz do Cliente - VOC), seria utilizado o sistema de medição Capabilidade. Esse parâmetro permite medir o desempenho do processo com respeito as especificações dos clientes. São indicadores de qualidade de um processo e permite comparar diferentes processo entre si, que neste caso foi os diferentes tempos de mistura das farinhas, e com isso, determinar o grau sigma.

Os gráficos de Capabilidade foram gerados individualmente para os tempos de mistura e tipo de farinha conforme as Figuras 28 até a Figura 32 e posteriormente avaliados na próxima etapa do projeto.

- Farinha de trigo para Panificação Extra

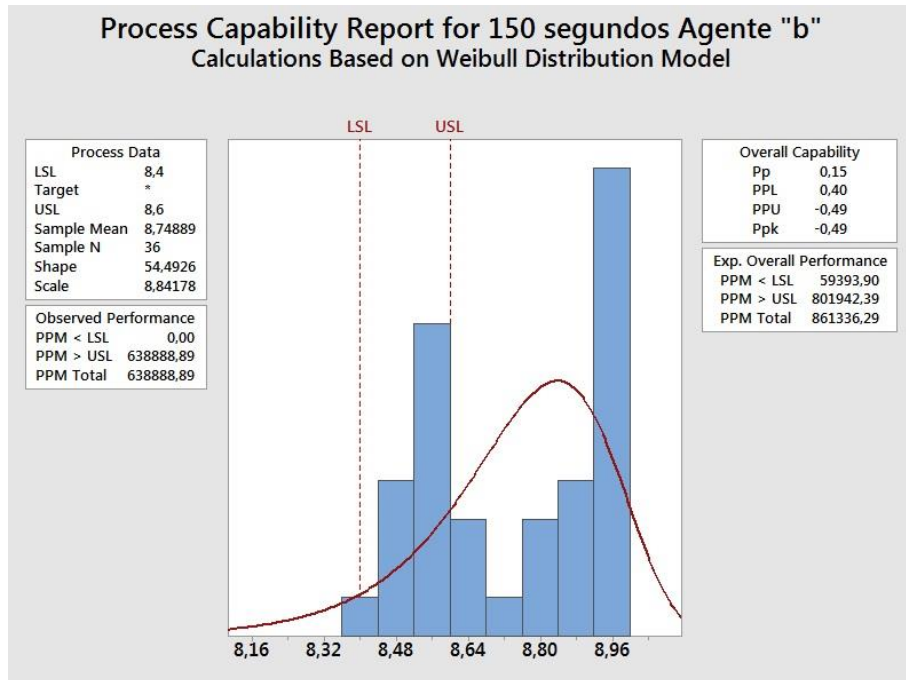


Figura 27 - Capabilidade - 150 segundos
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

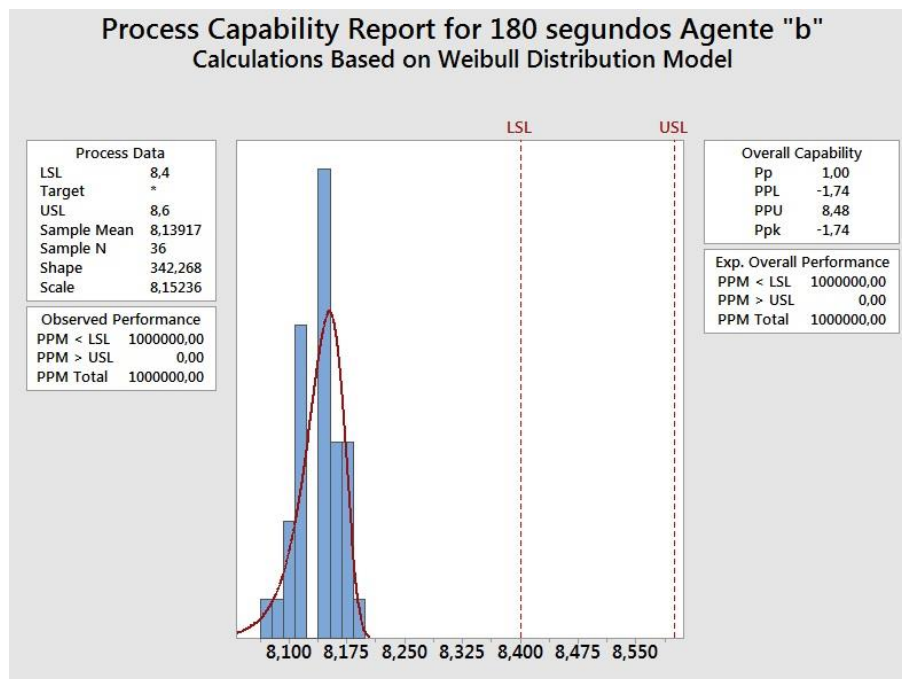


Figura 28 - Capabilidade - 180 segundos
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

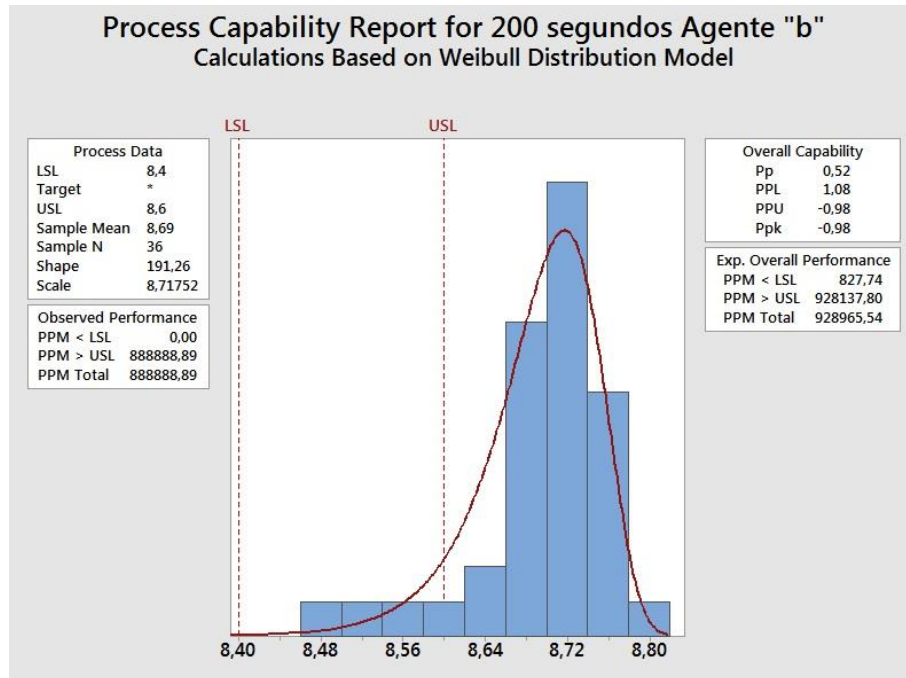


Figura 29 - Capacidade - 200 segundos
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

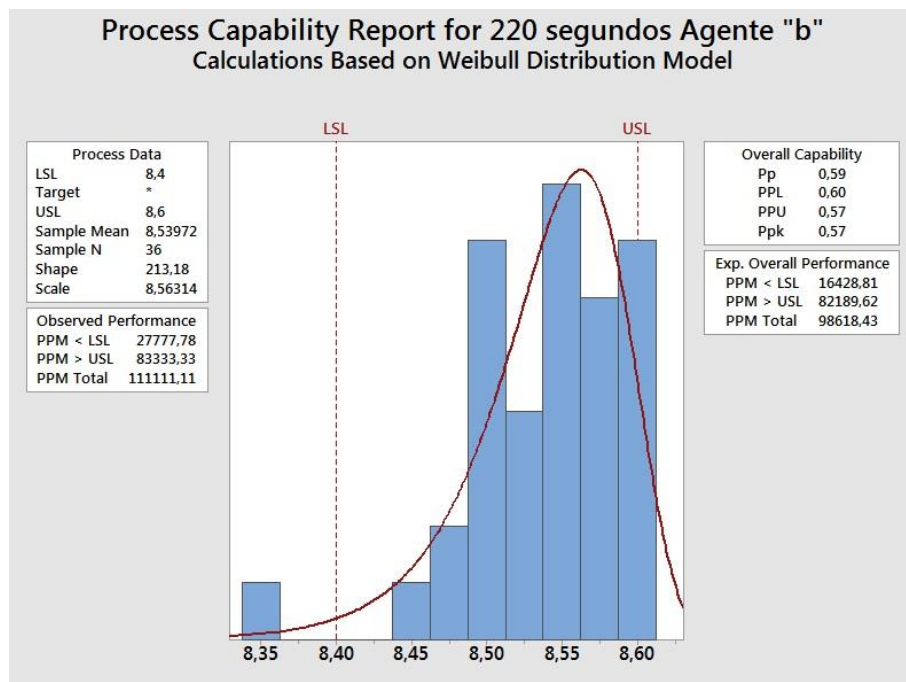


Figura 30 - Capacidade 220 segundos
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

- Farinha do tipo Pré-Mistura Pão Francês

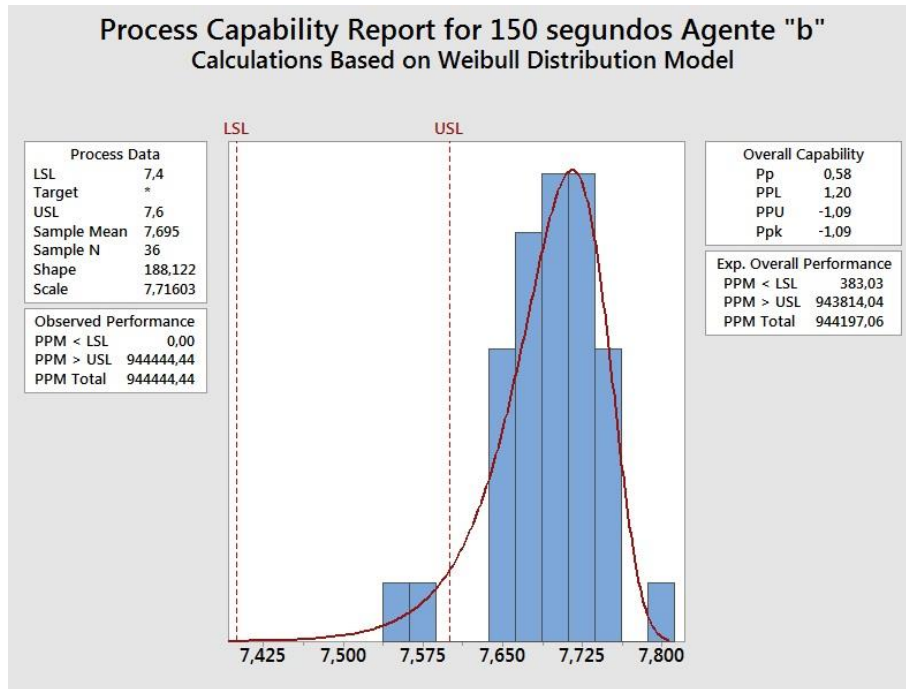


Figura 31 - Capabilidade - 150 segundos
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

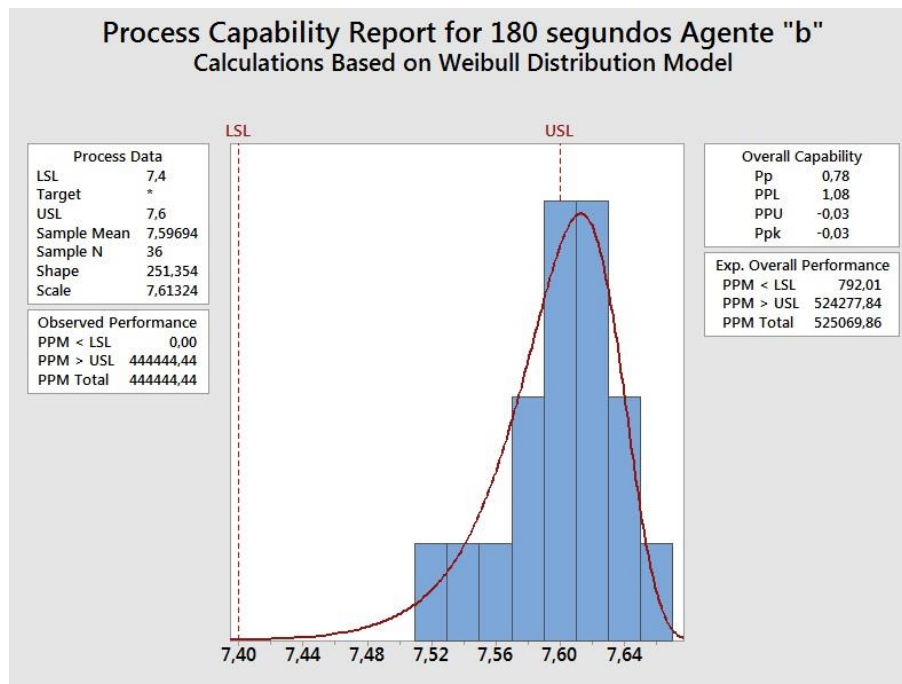


Figura 32 - Capabilidade - 180 segundos
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

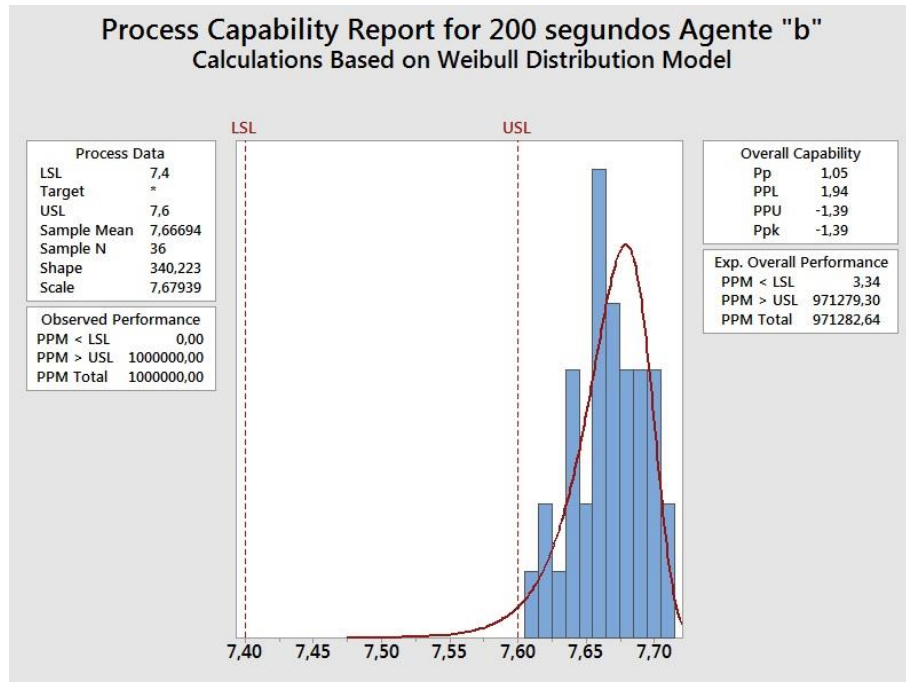


Figura 33 - Capabilidade - 200 segundos
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

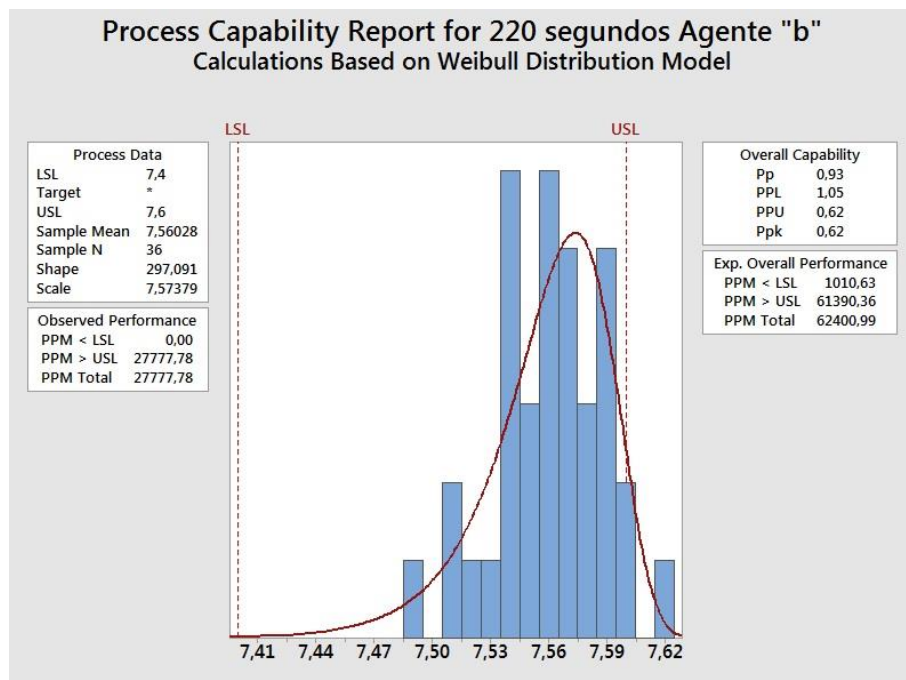


Figura 34 - Capabilidade - 220 segundos
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Gerados os Gráficos de Capabilidade, permitiu a verificação do grau sigma do processo, o que satisfaz o último requisito desta etapa do método. No caso desse

estudo, o grau sigma foi verificado pela parte por milhão (PPM) de dados que possivelmente estariam fora dos limites pré-determinados do processo, permitindo a conclusão da efetividade ou não do processo, ou seja, se o processo é capaz ou incapaz.

Como cada tempo de mistura foi considerado como um processo diferente, cada um deles terá um grau sigma, isto permitiu analisar qual processo possui um grau sigma maior.

O PPM é mostrado no mesmo gráfico que foi mostrado a Capabilidade (no canto superior direito). Com esse número, foi verificado de acordo com a tabela abaixo da literatura SS qual o grau sigma o processo pertence. Nas tabelas abaixo pode-se verificar os graus sigmas e seu PPM, e os resultados dos processos em estudos.

PPM	Yield %	Sigma	PPM	Yield %	Sigma	PPM	Yield %	Sigma
3.4	99,9997	6.00	6210	99,379	4.00	308000	69,2	2.00
5	99,9995	5.92	8190	99,181	3.90	344000	65,6	1.90
8	99,9992	5.81	10700	98,930	3.80	382000	61,8	1.80
10	99,9990	5.76	13900	98,610	3.70	420000	58,0	1.70
20	99,9980	5.61	17800	98,220	3.60	460000	54,0	1.60
30	99,9970	5.51	22700	97,730	3.50	500000	50,0	1.50
40	99,9960	5.44	28700	97,130	3.40	540000	46,0	1.40
70	99,9930	5.31	35900	96,410	3.30	570000	43,0	1.32
100	99,9900	5.22	44600	95,540	3.20	610000	39,0	1.22
150	99,9850	5.12	54800	94,520	3.10	650000	35,0	1.11
230	99,9770	5.00	66800	93,320	3.00	690000	31,0	1.00
330	99,9670	4.91	80800	91,920	2.90	720000	28,0	0.92
480	99,9520	4.80	96800	90,320	2.80	750000	25,0	0.83
680	99,9320	4.70	115000	88,500	2.70	780000	22,0	0.73
960	99,9040	4.60	135000	86,500	2.60	810000	19,0	0.62
1350	99,8650	4.50	158000	84,200	2.50	840000	16,0	0.51
1860	99,8140	4.40	184000	81,600	2.40	860000	14,0	0.42
2550	99,7450	4.30	212000	78,800	2.30	880000	12,0	0.33
3480	99,6540	4.20	242000	75,800	2.20	900000	10,0	0.22
4660	99,5340	4.10	274000	72,600	2.10	920000	8,0	0.09

Figura 35 - Grau Sigma
Fonte: Montgomery, 2009

Produto	Processo	PPM	Sigma
Farinha de Trigo para Panificação Extra	150s	861.336,29	0,41
	180s	1.000.000	0
	200s	928.965,54	0,079
	220s	98.618,43	2,79
Farinha do tipo pré-mistura Pão Francês	150s	944.197,06	0,063
	180s	525.069,86	1,437
	200s	971.282,64	0,032
	220s	62.400,99	3,037

Quadro 11 - Resultado do Grau Sigma do Processo

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Vale ressaltar que para o cálculo do grau sigma que não continha na tabela, utilizou-se o método de interpolação simples na calculadora Casio fx-82MS.

Feito todas essas análises do processo, a etapa Medir foi satisfeita.

Uma das etapas da TOC é a elevação do gargalo, que seria de modo geral a elevação de sua capacidade. A etapa anterior, através dos indicadores de desempenho permitiu medir os resultados o que possibilitou dar sequência no projeto, que entra na parte analítica do método, a etapa Analisar.

Essa análise foi feita com o intuito de identificar possíveis ações de melhoria para o gargalo, com o objetivo de elevá-lo.

Analisando o gargalo, verificou-se que a máquina de envase ficava parada enquanto o operador executava a atividade de levar a sacaria para o palete e conseqüentemente mais tempo era perdido pelo fato do mesmo ter que pegar a sacaria e colocar na boca de envase. Isso acontecia nas duas ensacadeiras, por conta do sistema trabalhar com apenas 2 operários.

Juntamente com essas observações, foi verificado que havia uma priorização errada de atividades, onde 2 operários eram designados para atividades como a organização constante do ambiente de trabalho, varrer o chão, coletar resíduos do processo, auxiliar na carimbagem das sacarias e etc., que não agregavam tanto valor para o processo, divergindo do que realmente importava para o envase.

A fim de analisar as possibilidades de melhoria, foi realizado uma reunião com o encarregado de produção para explicar os pontos críticos do processo e o porquê

era importante que a priorização de execução de atividades fosse feita em torno do envase, e que as outras atividades seriam de prioridade secundária. Feito isso, o mesmo concordou com os pontos explanados, o que facilitou a implantação das mudanças.

O primeiro ponto a ser tratado, foi a realização da organização do ambiente de trabalho e a autodisciplina dos colaboradores (elementos do 5s), pois se o ambiente estivesse em condições adequadas de trabalho sem precisar da constante atenção dos 2 colaboradores designados para esta função, os mesmos estariam disponíveis para realizar outra atividade, neste caso, seriam destinados para compor a equipe de envase.

Portanto, duas ideias foram sugeridas para mudanças e posteriormente melhorias.

A primeira delas foi a implementação do programa 5s para os colaboradores, para que os mesmos fossem responsáveis por seu ambiente de trabalho. Para isso, elaborou-se um questionário de avaliação do ambiente em que o processo está envolvido, que era composto por perguntas que tinham o intuito de avaliar o desempenho dos 5s, atribuindo uma nota de 1 a 5. Pode-se verificar o questionário na figura 17 abaixo:

	Área:		Avaliador:		
	Responsável:		Data:		
	Meta:		Desempenho Total		
Critério de avaliação					
1	2	3	4	5	
O atendimento ao item não é cumprido.	O atendimento ao item é pouco cumprido, necessitando vários	O atendimento ao item é parcialmente cumprido, necessitando alguns	O atendimento ao item é quase totalmente cumprido, restando algumas observações a	O atendimento ao item é totalmente cumprido.	
Senso	Item avaliado			Observações	Nota
Utilização	Existem documentos de outros setores que não estejam sendo utilizados? Existem equipamentos, móveis desnecessários ou sem condição de uso? Existem materiais, equipamentos fora dos locais de uso adequados?				
Organização	Existem equipamentos fora dos locais de uso? Existem pastas, caixas em desordem alfabética? Existem documentos expostos, não arquivados em local apropriado ou desconforme? Os dispositivos e ferramentas estão organizados no local de trabalho? Fios, cabos de equipamentos estão de maneira desordenada muito exposta?				
Limpeza	Existe pó e sujeira sobre os armários, mesa, prateleiras, outros? (Ineficiência na limpeza) Os uniformes utilizados pelos operadores estão limpos e em boas condições de uso? O piso está livre de sujeira, resíduos?				
Saúde e Higiene	Os EPI's estão disponíveis, limpos e organizados para o uso? Há informações visuais sobre o uso de EPI's durante a operação? Existem móveis quebrados ou malconservados? As paredes estão com manchas, lascas, sujeira, entre outros? Existem lâmpadas queimadas ou iluminação inadequada?				
Autodisciplina	As pessoas do setor estão cumprindo todos os senzos? Existem conflitos e resistência? As pessoas estão satisfeitas com os resultados e internalizaram as rotinas?				

Figura 36 – Avaliação 5S
Fonte: Adaptado pelo autor (2017)

A responsabilidade de examinar e notificar ficou para o aplicador do método. Esse também realizou um treinamento para explicar o motivo e o benefício do programa, a fim de facilitar a implementação. A partir dessas notas, pôde-se gerar gráficos para analisar o desempenho do programa, que serão demonstrados na última etapa do método para verificar o controle dessa mudança.

Uma outra alternativa sugerida foi que no final de cada dia, os operários parassem ao menos 15 minutos antes para realizar uma organização e limpeza geral do ambiente, possibilitando que no dia seguinte já esteja preparado para o trabalho e mantido durante o dia com o programa 5s.

Como isso, conseguiu-se que os 2 operários destinados as atividades secundárias pudessem compor o processo de envase, levando de 2 para 4 operários.

Devido a essa alteração do processo, percebeu-se a necessidade de desenvolver um procedimento para que essa mudança no processo se torne uma melhoria, que neste caso seria o aumento da produtividade do envase. Então, em conjunto com os operários e o gerente de produção foi estabelecido um novo procedimento para o processo.

Primeiramente foi definido quantos postos de trabalho e quais reponsabilidade o processo tem. Foi constatado apenas 2 postos de trabalho que realizam atividade diferentes, e como o procedimento para as duas ensacadeiras é o mesmo, será explicado para apenas uma ensacadeira e o procedimento se repetirá para a outra.

Os postos de trabalho foram denominados de P1 e P2.

- As funções de P1 são:

- 1) Pegar sacaria do montante;
- 2) Posicionar sacaria no bico para envase da farinha;
- 3) Verificar adequação do peso;
- 4) Cuidar para que o bico de envase não seja bloqueado por acúmulo excessivo de farinha.

- Funções de P2:

- 1) Retirar sacaria da balança;
- 2) Transportar manualmente a sacaria até o palete;
- 3) Posicionar sacaria no palete.

Feito isso, foi demonstrado como essas atividades seriam executadas. O operador em P1 posiciona a sacaria na boca de envase e o operador em P2 fica esperando o ensaque. Assim que o operador em P1 validar o peso, imediatamente o operador em P2 retira a sacaria da balança e logo em seguida o operador em P1 já posiciona outra sacaria para ensacar, de modo que quando P2 transporta a sacaria até o palete, outra sacaria já está sendo ensacada, assim quando operador em P2 voltar para pegar a sacaria, a mesma já vai estar cheia e pronta (com o peso validado pelo operador em P1) para ser retirada da balança e levada até o palete. Esse procedimento deve ser repetido até finalizar o ensaque.

Vale ressaltar que a designação das atividades foi feita por postos de trabalho para possibilitar a rotação de atividades dos operadores, ou seja, os mesmos podem trocar os postos de trabalho para evitar excesso de fadiga.

Esta mudança teve como objetivo elevar o gargalo, aumentando a produtividade do mesmo de modo que se aproxime ao máximo a capacidade máxima do sistema.

Em seguida, partindo para a aplicação na restrição de capacidade, foi pensado alguma forma de extinguir a restrição de capacidade, evitando que o processo seja instável. Portanto, analisou-se a estabilidade do processo (Carta de Controle) de acordo com os a dispersão dos dados em relação à média do processo observando como os mesmos se comportam em relação aos limites de controle estabelecidos (VOP). E para avaliar a capacidade do processo (Gráfico de Capabilidade), foi verificado os valores de Pp e Ppk.

A fim de ficar mais fácil a análise do processo, as Cartas de Controle os Gráficos de Capabilidade foram condensados e avaliados de forma macro, para cada tipo de farinha, conforme abaixo.

- Farinha de trigo para Panificação Extras

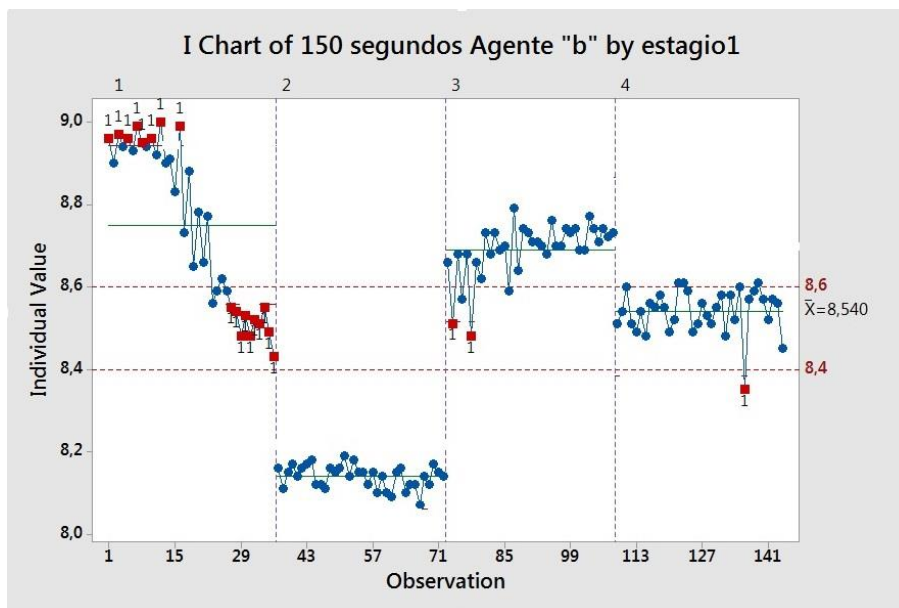


Figura 37 - Cartas de Controle condensada
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Observando os resultados das amostras, pode-se avaliar os processos, considerando que cada tempo resulta em um produto diferenciado, assumindo o tempo como sendo uma variável de alto impacto, isso permite a avaliação por meio do mesmo.

Se tratando da Voz do Processo, ou seja, das Cartas de Controle, observa-se grandes diferenças nos resultados das amostras, onde ocorre a variação de linearidade, da média, da amplitude e de ocorrências dentro e fora dos Limites de Controle (LC).

Em 150 segundos, verificou-se que há um aumento de homogeneidade no final da batelada, porém baixa homogeneidade no começo e no meio. Em 180 segundos, houve uma boa linearidade do resultado das amostras, porém completamente fora dos LC estabelecidos para obter uma boa qualidade do produto final. Em 200 segundos, houve um pequeno aumento na disparidade da homogeneidade, porém se aproximaram muito dos LC. Por fim em 220 segundos os resultados se apresentaram com linearidade aceitável e com sua maioria dentro dos limites de especificação.

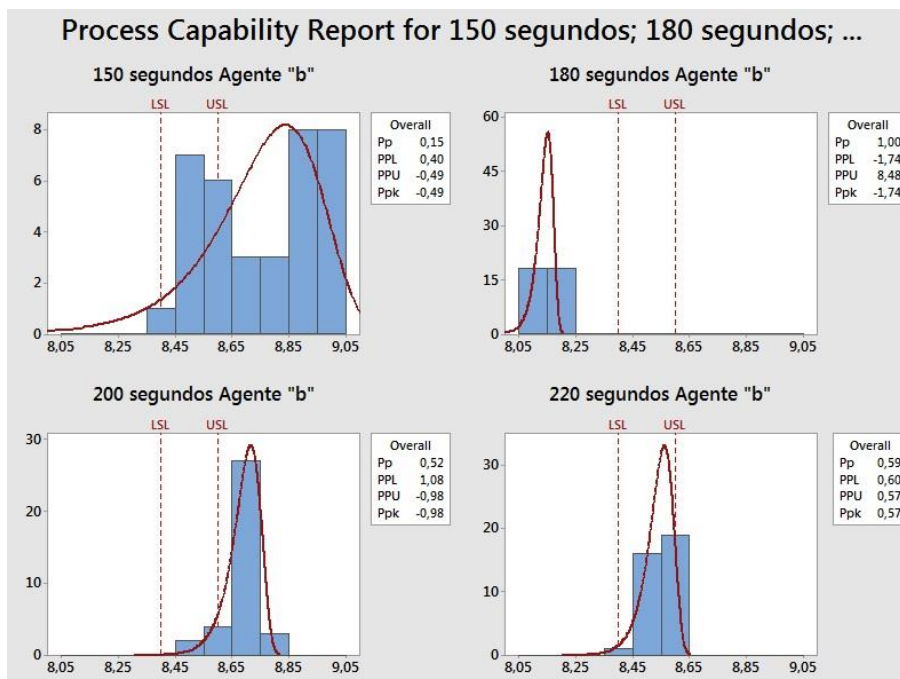


Figura 38 - Capacidades condensadas
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Agora observando a Voz do Cliente, representado pelos Gráficos de Capacidade, foi avaliado a capacidade do processo em atender as especificações ideais estabelecidas pelo parâmetro qualidade.

Os índices relevantes nessa análise são os valores de Pp e Ppk, no canto superior direito das figuras, que representa o estado atual do processo. Se o Ppk em módulo, for maior que o Pp, significa que o processo é incapaz de atender as especificações. Mas caso o Ppk for menor que o Pp, o processo é considerado capaz, mensurando o quanto ele é capaz de atender em porcentagem as especificações definidas.

Para 150 segundos, o Ppk em módulo é maior que o Pp, portanto o processo é incapaz. Em 180 segundos, visivelmente o processo é incapaz, pois as amostras estão completamente fora dos padrões e o Ppk com valor negativo bem acima do valor de Pp. Em 200 segundos, o valor negativo de Ppk diminuiu, mas ainda assim é maior que o valor de Pp deste caso. Agora avaliando em 220 segundos, notou-se que o valor de Ppk além de positivo, é inferior ao valor de Pp que é de 0,59, ou seja, o processo é capaz em 59%.

- Farinha do tipo Pré-Mistura Pão Francês

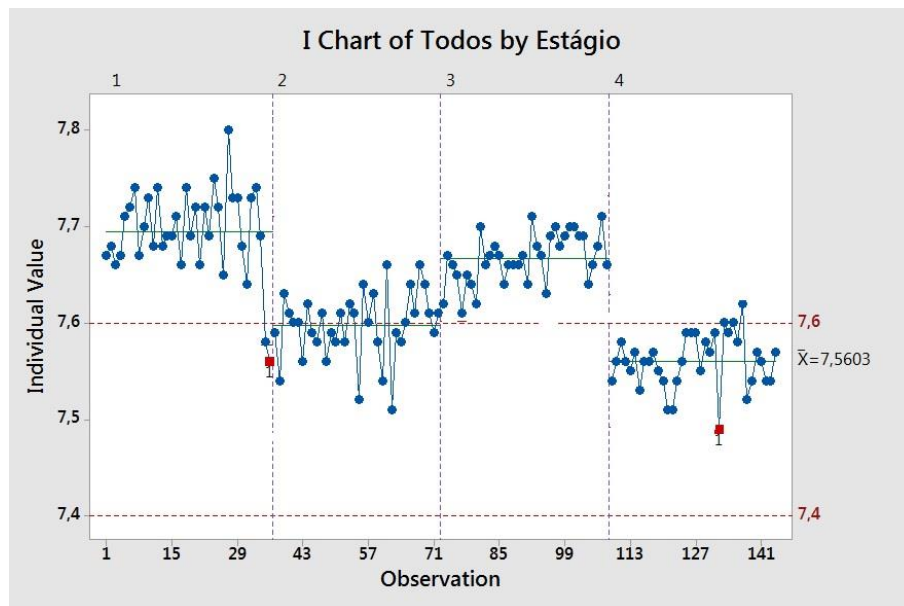


Figura 39 - Cartas de Controle condensadas
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Avaliando os resultados desse tipo de farinha, observou-se que houve um aumento na linearidade dos resultados, ou seja, a diferença de homogeneidade dos primeiros sacos para os últimos não foi tão grande. Mas como além de serem estáveis, precisam atender as especificações, verificou-se que no tempo de 220 segundos, as amostras se mostraram com um padrão de estabilidade bom e com sua maior parte dentro das especificações.

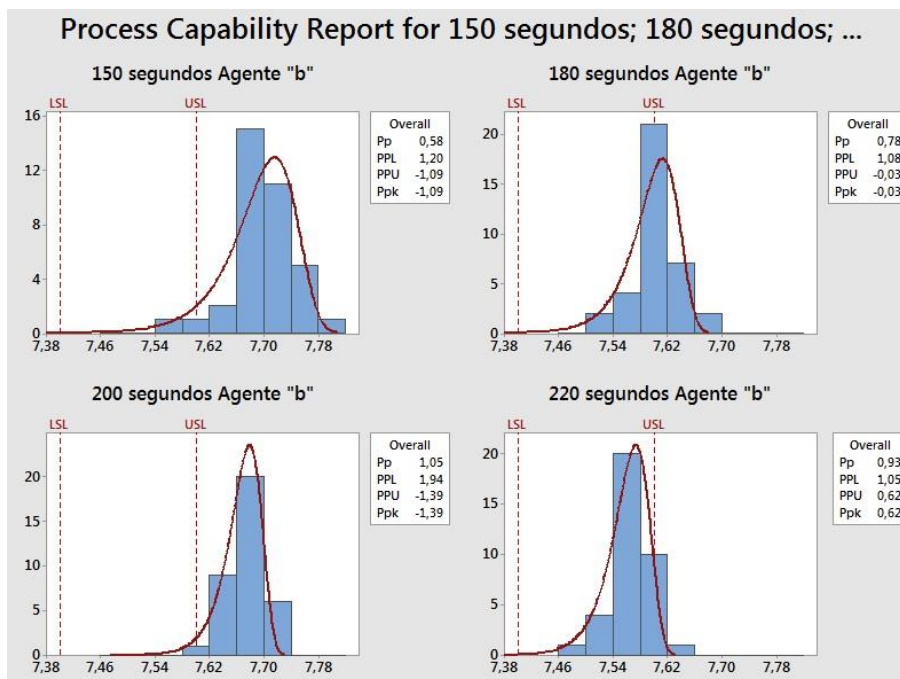


Figura 40 - Gráficos de Capacidade condensados
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Já em termos de capacidade do processo, pôde-se constatar que no tempo de 180 e 220 segundos, o valor de Ppk é menor que o valor de Pp. Porém como o valor de Pp mostra em porcentagem o quanto o processo é capaz de manter-se nos padrões de especificação, foi optado por escolher o processo, ou seja o tempo que mais se aproxime de 100% capaz, é o tempo de 220 segundos.

Com essas análises, permite-se concluir qual seria o tempo ideal para que o processo atenda o máximo possível os padrões de qualidade que a empresa e o cliente exigem.

Após a verificação dos resultados, e quais possíveis melhorias trariam, foi elaborado um Plano de Ação (PA) para cada um dos itens a serem modificados nos processos, isto permitiu definir responsáveis, prazo de implementação, justificativa e sequenciamento de aplicação.

Para a elaboração do PA, foi utilizado como base a ferramenta 5W2H, que é basicamente um *checklist* de determinadas atividades que precisam ser desenvolvidas com o máximo de clareza possível por parte dos colaboradores da empresa. Ele funciona como um mapeamento destas atividades, onde ficará estabelecido o que será feito, quem fará o quê, em qual período de tempo, em qual área da empresa e todos os motivos pelos quais esta atividade deve ser feita (*What*,

When, Where, Why, Who, How, How Much). Porém ela pode ser adaptada em sua aplicação, portanto foi utilizada apenas 4W1H (*What, Who, When, Why e How*) conforme abaixo.

Plano de Ação (5W 1H)				Meta: Melhoria dos Processos e Qualidade
Contramedidas	Responsável	Prazo	Justificativa	Procedimento
<i>What</i>	<i>Who</i>	<i>When</i>	<i>Why</i>	<i>How</i>
Implementação do Programa 5s no setor (Pré-Mistura e Envase)	Aplicador/ Supervisor/ Operários	01/10/2017	Manter o ambiente organizado e em condições de trabalho para liberar 2 colaboradores	1.Reunião para explicar motivo e benefícios do Programa 5s;
				2.Elaborar ficha de avaliação;
				3.Treinar operários envolvidos;
				4.Aplicar e supervisionar o Programa 5s.
Parada 15 minutos antes do final do expediente	Supervisor/ Operários/ Encarregado	01/10/2017	Permitir organização geral para que o ambiente esteja pronto para o dia seguinte	1.Reunião para explicar o motivo da parada;
				2.Definir responsabilidades de cada operário nesse tempo;
				3.Validar com o encarregado;
				4.Aplicar mudança.
Alteração de 2 para 4 operários no envase	Aplicador/ Operários/ Supervisor	01/10/2017	Aumentar a produtividade do envase	1.Reunião para explicar motivo da mudança;
				2.Definir operários que executaram as novas atividades;
				3.Treinamento para a execução das novas atividades;
				4.Padronizar os procedimentos.
Padronização dos tempos de mistura mais adequados	Aplicador/ Supervisor	01/10/2017	Garantia qualidade do produto final	1.Reunião para mostrar resultados do estudo;
				2.Explicar importância da garantia da qualidade;
				3.Padronizar tempo de mistura;
				4.Garantir que a mudança está sendo executada.
Acompanhamento e avaliação das mudanças	Aplicador	21/10/2017	Garantir a execução das alterações até que a padronização estabilize	1.Acompanhar diariamente o processo;
				2.Atentasse a possíveis problemas;
				3.Cobrar execução das mudanças.

Quadro 12 – Plano de Ação

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

E assim a etapa Analisar do método é satisfeita, onde foram encontrados pontos de melhoria e alternativas para elevar o gargalo e eliminar a restrição de capacidade e elaborado um Plano de Ação para aplicação, que está relacionado diretamente com a próxima fase, a etapa Implementar.

Nesta etapa foi executada todas as atividades planejadas no PA desenvolvido na etapa anterior, rigorosamente antes do prazo estabelecido devido ao curto espaço de tempo para aplicação.

De todas as ações do Plano de Ação, a que teve um pouco mais de resistência foi a disciplina em manter o ambiente organizado e entender o porquê isto é importante para o processo. Naturalmente se deve por isso não ser uma cultura da empresa e nem um hábito dos operários, já que anteriormente tinha responsáveis para essas atividades.

Apesar disso a etapa Implementar foi executada.

Após o cumprimento de todas essas etapas, o controle com a manutenção das mudanças será primordial para constatação das mudanças/melhorias.

Após um mês de acompanhamento conforme previsto no PA, foi verificado a estabilidade das mudanças, onde já se estava aplicando a última fase do método, a etapa Controlar.

Como umas das mudanças implantadas que afetava diretamente na cultura da empresa/operários, o Programa 5s, foi adotado uma avaliação semanal, em dias aleatórios, para o controle do mesmo. Essa avaliação foi realizada pelo aplicador, e juntamente com o Gerente de Produção, definido uma meta crescente de nota para mensurar o desenvolvimento ou retrocesso do programa.

Com as notas atribuídas a cada "s", foi realizado uma média simples para geração de um gráfico macro expositivo, para que os operários soubessem do desempenho deles em relação aos parâmetros estabelecidos. Este segue abaixo:

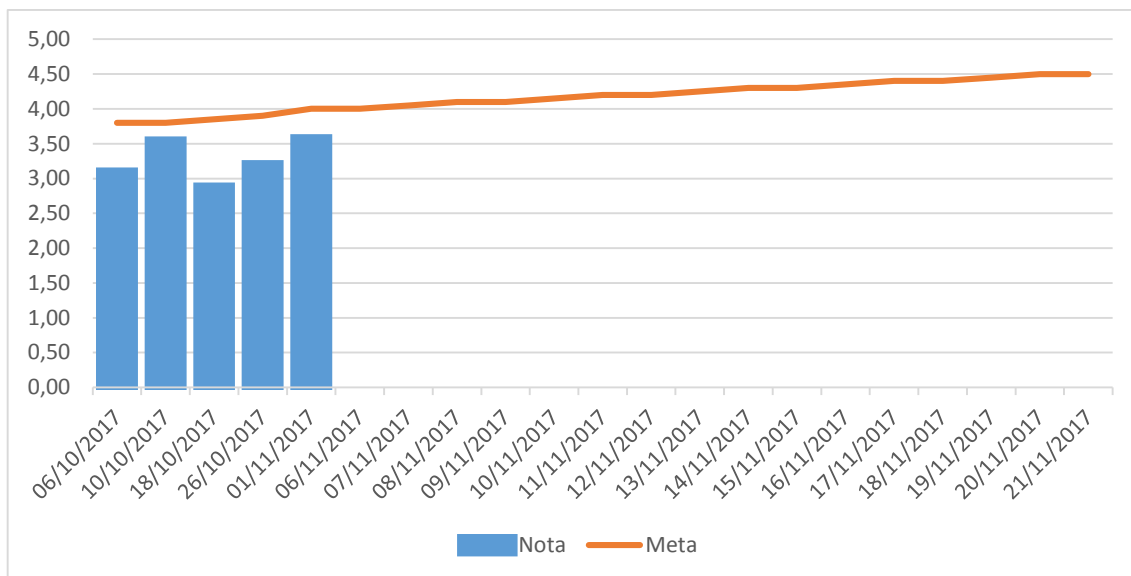


Figura 41 - Pontuação 5S pré-mistura e ensaque
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

O gráfico da Figura 41 mostra a oscilação do cumprimento dos requisitos do programa, isto devido à resistência as mudanças. Mas nota-se uma mudança de comportamento dos operários com o passar do tempo, acredita-se que com o controle e acompanhamento, a mudança se efetive como uma melhoria.

Verificado a estabilidade do processo, apesar do não cumprimento das metas, houve uma melhoria significativa no ambiente de trabalho o que possibilitou a manutenção da mudança de 2 para 4 operários no ensaque. E com o cumprimento dos itens do plano de ação relacionados a alteração nesse processo, possibilitou a realização de uma nova medição do desempenho diante das alterações.

Conforme foi realizado na segunda etapa do método, procurou-se realizar a segunda parte da medição nos mesmo padrões que foram realizados na primeira parte da medição. Portanto, foi feito o acompanhamento do processo durante 3 horas no período da manhã nos dias 23/10/2017 a 27/10/2017 e 30/10/2017 a 03/11/2017, para reavaliar a produtividade do inovado processo.

Feito isso, foi realizado um média simples dos resultados e observou-se que a produtividade do ensaque subiu de 300 sacarias/hora para 480 sacarias/hora, passando a ensacar 12 toneladas/hora ao invés de 7,5 toneladas/hora na configuração anterior, passando a utilizar 85,71% da capacidade total do sistema, o que é considerado uma boa porcentagem de utilização do sistema.

Agora em relação a restrição de capacidade, foi cumprido todos os itens planejados no plano de ação para garantir a padronização dos tempos de misturas definidos na etapa Analisar do método. Foram estes: reunião para mostrar resultados do estudo, explicar a importância da garantia de qualidade para as farinhas de trigo, padronizar tempos de mistura junto ao supervisor e garantir que a mudança esteja sendo executada por meio de supervisão diária. Porém devido à falta de tempo para realização da coleta de novas amostras e efetuar novos testes para verificar se a homogeneização das farinhas se manteve, a verificação da validação ou não da mistura foi avaliado pela quantidade de reclamações dos clientes sobre este quesito.

Em entrevista com os vendedores responsáveis por prospecções ativas (que vão até o consumidor) e o departamento de vendas responsável por prospecções passivas (que o consumidor procura a empresa), verificou-se que o índice de reclamação era elevado, a empresa não dispões de dados exatos, mas estima-se que eram ao menos 3 reclamações mensais de cliente que se queixavam de sacarias do mesmo lote que não obtiveram o mesmo desempenho que as demais, ou seja, estavam fora dos padrões.

Após o início da padronização do tempo de mistura, até mesmo antes do prazo estipulado para finalização dos itens que validariam a padronização por completo, não houve nenhuma reclamação no período de 45 dias que dizia respeito ao quesito homogeneidade da farinha, que é o que interessa nesse estudo.

No entanto, acredita-se que outros estudos possibilite a elevação do grau sigma do processo. Mas como o objetivo desse projeto é garantir a manutenção do maior grau sigma possível com uma pequena alteração, padroniza-se o tempo de mistura ideal, que tem com resultante um grau sigma equivalente a aproximadamente 3 sigmas.

Por fim todos as etapas no método foram realizadas com a utilização das duas metodologias propostas e ferramentas de apoio para a aplicação.

6 CONCLUSÕES

Diante da amplitude de aplicação das duas metodologias, a ferramenta DMAIC cumpriu sua missão de sequenciar e organizar as etapas de execução, delimitando a utilização de cada metodologia, facilitando o desenvolvimento do projeto.

O pensamento sistêmico da Teoria das Restrições possibilitou encontrar o gargalo do processo em estudo e conseqüentemente o modo como elevá-lo. E para isso ferramentas como 5s, 5W2H para otimização dos processos internos e aumento da capacidade foram utilizadas, resultando na elevação do gargalo. Apesar de o mesmo não ter sido eliminado, o aumento de produtividade foi muito significativo, passando de 53,57% para 85,71% de aproveitamento da capacidade, pelo fato de não haver alteração estruturais e nem de aumento do quadro de operários para este fim.

Mas como ainda não se conseguiu 100% da capacidade do sistema, outras alternativas poderiam ser consideradas para alcançar essa meta. Uma delas sugeridas e que a empresa já estaria verificando a viabilidade da aquisição, é a compra e instalação de outra ensacadeira valvulada de 25kg, passando de 2 para 3 bicos de ensaque. Isto acrescido da automatização através de esteiras para levar a sacaria até o palete. Assim o sistema teria 3 operadores responsáveis por colocar a sacaria no bico de ensaque e o 4º responsável por posicionar as sacarias nos paletes. Como isto é um projeto apenas em estudo, não constará neste trabalho.

A metodologia Seis Sigmas e suas ferramentas de análise da voz do cliente e da voz do processo, possibilitou tratar uma restrição que poderia afetar diretamente o desempenho do sistema, garantindo o aumento da qualidade do produto acabado e a redução de reprocesso. Isso gerou aumentando de credibilidade da empresa para com seus clientes, aumentando os ganhos organizacionais, redução de custos com reprocessamento de produtos não conformes e sem a geração de um novo gargalo de capacidade, tudo devido a padronização do tempo de mistura das duas farinhas para 220 segundos, ao invés de 150 e 180 segundos utilizados anteriormente.

Apesar de não ter sido realizado novas medições com os novos tempos de mistura e verificado a linearidade da homogeneidade da mistura, houve resultados

imediatos após a adoção dessa mudança, o que pode ser validado como uma melhoria.

Para busca de melhores resultados para este quesito, sugere-se a utilização de uma ferramenta extremamente eficiente que a literatura Seis Sigmas trás, o Experimento Fatorial, que resumidamente é uma análise e estudo de todos os fatores que influenciam no resultado de um determinado processo, e determinar qual deles é o mais impactante nesse resultado final. Que adaptando ao contexto do trabalho, seria analisado todos os fatores que interferem na homogeneidade da farinha e determinado qual ou quais tem uma influência maior, para permitir um foco na hora de realizar uma mudança. Mas como o resultado desses testes demandam uma análise mais complexa, fica a sugestão para trabalhos futuros.

Devido a poucos trabalhos realizados envolvendo essas duas metodologias e os existentes serem de um grau de complexidade elevado, este trabalho teve como objetivo simplificar e reduzir a distância entre esses métodos, possibilitando a aplicação integrada em qualquer tipo de processo, transformando mudanças em melhorias.

A aplicação de fundamentos básicos de cada método, aliado a ferramentas de apoio, possibilitaram resultados relevantes de análise e tomada de decisões, contribuindo também para o aumento da qualidade do produto final e aumento de produtividade do que realmente agrega valor para a empresa.

Portanto conclui-se que é possível a integração das duas metodologias em um modelo único, estruturado pela ferramenta DMAIC, que possibilitará uma análise sistêmica do processo para acompanhar e identificar o foco de estudo, definição das fronteiras de implementação, encontrar o gargalo ou restrição, definir indicadores de desempenho, utilizar ferramentas estatísticas para medição, identificar pontos de melhoria, elaborar planos de ação, verificar se as mudanças se tornaram melhorias e visualizar novos pontos de melhoria.

REFERÊNCIAS

Abitrigo. Associação Brasileira da Indústria do Trigo. História do trigo. O papel do trigo na evolução da humanidade. A tricultura brasileira < <http://www.abitrigo.com.br/> >. Acesso em 23 setembro de 2017.

ALMEIDA, R. L. R. A. Proposta de um Modelo de Integração das Abordagens Seis Sigma e Teoria das Restrições. Um Estudo de Caso: Universidade Metodista de Piracicaba, 2007.

BITAR, N. P. Aplicação da Teoria das Restrições integrada ao Seis Sigma buscando a gerência de gargalos no processo produtivo smt. 2015. 89 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.

Bussab, Wilton de O.; Morettin, Pedro A. (2004). Estatística Básica 5ª ed. [S.l.]: Saraiva. 343 páginas.

CAUVAIN, Stanley P.; YOUNG Linda. S. Tecnologia da panificação. 2. ed. Barueri: Manole, 2009.

COSTA, B. A. Da. Integração da manufatura enxuta, seis sigmas e teoria das restrições: um modelo conceitual incluindo sistemas de execução da manufatura e sistemas avançados de planejamento e programação. 2014. 106 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2014.

COX III, J. F., SPENCER, M. S., Manual da Teoria das Restrições: Prefácio de Eliyahu M. Goldratt, São Paulo: Bookman. 2008. 273 p.

EMBRAPA. Embrapa Trigo (s.d.) – Disponível em. < www.cnpt.embrapa.br >. Acesso em 12 de setembro de 2017.

FERREIRA, A. H. Aspectos importantes na implantação da teoria das restrições na gestão da produção: um estudo de multicaso. 2007. 163 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

HOFF, C. H. Y. Avaliação dos resultados da aplicação da estratégia Seis Sigmas em um restaurante industrial. 2005. 101 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Taubaté, Taubaté, 2005.

INMETRO. Farinha de trigo especial. Disponível em < www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/farinha.asp. >. Acesso em 13 de setembro de 2017.

José Luís Duarte Ribeiro e Carla Shwengber ten Caten.
Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2012. 172p. (Série Monográfica Qualidade).

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Metodologia do trabalho científico. 4.ed. São Paulo: Atlas, 1992.

MATZ, Samuel A. The chemistry and technology of cereals as food and feed. < https://books.google.com.br/books?id=WKY0h5YrQVwC&pg=PA339&dq=wheat+milling&hl=pt-BR&sa=X&ei=12ybUZSWJ63_4APgYHgCg#v=onepage&q&f=true >
Acessado em 18 de outubro de 2017.

MERCADO, C. I. N. O modelo iTLS – Integração da Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigmas: análise da aplicação do iTLS na redução do Lead Time em uma cadeia de valor em multinacional no Brasil. 2014. 158 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

Montgomery, Douglas, C. Introduction to Statistical Quality Control, Sixth Edition, 2009.

ORTOLAN F. Genótipos de trigo do Paraná – Safra 2004: caracterização e fatores relacionados à alteração de cor da farinha. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, p.13., 2006.

OSADA. Takashi. 5S's – Cinco pontos – Chave para o ambiente da Qualidade Total., IMAN, São Paulo SP, 1992

RAMOS, A., RIBEIRO, C., MIYAKE, D., NAKANO, D., LAURINDO, F. J., LEE HO, L., CARVALHO, M. M., BRAZ, M., BALESTRASSI, P., ROTONDARO, R. G. Seis Sigma: Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços, São Paulo: Atlas S.A. 2013. 375 p.

SILVA, J. M. O Ambiente da Qualidade na pratica – 5S. Belo Horizonte: Fundação Chistiano Ottoni, 1996. 260p.

TRAD, S. Seis Sigma: fatores críticos de sucesso de sua implantação e impacto sobre desempenho organizacional. 2006. 177 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.