



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

MARIA LUISA PIMENTEL DE OLIVEIRA

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DMAIC PARA REDUÇÃO DE ERROS DE
SEPARAÇÃO DE PEDIDOS EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO NO CEARÁ**

FORTALEZA

2018

MARIA LUISA PIMENTEL DE OLIVEIRA

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DMAIC PARA REDUÇÃO DE ERROS DE
SEPARAÇÃO DE PEDIDOS EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO NO CEARÁ**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio José Barbosa Elias

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- O48a Oliveira, Maria Luisa Pimentel de.
Aplicação do método DMAIC para redução de erros de separação de pedidos em um centro de distribuição no Ceará / Maria Luisa Pimentel de Oliveira. – 2018.
104 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Sérgio José Barbosa Elias.
1. DMAIC. 2. Separação de pedidos. 3. Centro de distribuição. 4. Indicador de qualidade aleatória. I. Título.
CDD 658.5
-

MARIA LUISA PIMENTEL DE OLIVEIRA

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DMAIC PARA REDUÇÃO DE ERROS DE
SEPARAÇÃO DE PEDIDOS EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO NO CEARÁ**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira de Produção Mecânica.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Sérgio José Barbosa Elias (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Joao Welliandre Carneiro Alexandre
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico este trabalho aos meus pais, **Joaquim** e **Ana Izabel** e ao meu irmão **Artur**, exemplos de determinação e apoiadores das minhas conquistas. E aos meus amigos queridos que me ajudaram a tornar esse sonho em realidade.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Joaquim Pimentel de Oliveira e Ana Izabel Pimentel de Oliveira, que são exemplos diários de trabalho, determinação e esforço na busca de nossas conquistas e que se dedicaram arduamente em proporcionar as melhores oportunidades a nossa família.

Ao meu irmão Artur Pimentel, exemplo de estudante, profissional e ser humano, por me ajudar a concluir todas as etapas da minha vida, por sempre me incentivar a dar o próximo passo e pelo amor incondicional.

Aos meus amigos de graduação Aline Almeida, Irene Costa e Júnior Carneiro por compartilhar dessa jornada ao meu lado, pela troca de conhecimento, pela ajuda incansável e pelo ombro amigo em nunca deixar que um de nós desistisse ou estivesse só durante toda a graduação, mas também por dividir momentos únicos de alegria e felicidade nesses cinco anos juntos.

A todas as minhas amigas, principalmente as melhores, Lydia Freitas e Karin Virgínia, por me acompanharem em todas as etapas de minha vida, confiando no meu potencial e desejando nada menos do que meu sucesso e minha felicidade.

Ao Prof. Sérgio Elias pela disponibilidade e interesse em me ter como sua orientanda e por todo o conhecimento repassado ao longo da graduação.

À empresa e ao Rômulo Guimarães por permitirem que este trabalho pudesse ser realizado e por demonstrarem apoio ao meu amadurecimento e sucesso profissional.

Finalmente, meu agradecimento a Deus por me permitir construir essa trajetória, iluminar minha caminhada e por me ensinar a crescer e a prosperar mesmo com todos os obstáculos encontrados.

RESUMO

A otimização de processos e a redução de falhas contribuem para o desempenho de empresas que buscam excelência operacional, principalmente para obtenção de vantagem competitiva em um setor aquecido como o de cosméticos, beleza e higiene. Nesse sentido, o estudo de um processo logístico de separação de pedidos influencia fortemente o nível de serviço oferecido por uma organização com sua capacidade de satisfazer as expectativas do cliente. Este trabalho apresenta o uso do método DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Implementar, Controlar) para redução de erros do processo de separação de pedidos, mensurado por um indicador-chave de qualidade aleatória de um centro de distribuição do ramo de cosméticos, perfumaria e moda casa. O trabalho foi construído como uma pesquisa ação que consistiu em transformar o desempenho operacional constatado através de um método sistêmico, composto de cinco fases, que possui a finalidade de entender as falhas do processo, investigar suas causas principais e propor melhorias com o auxílio de um conjunto de ferramentas estatísticas e de qualidade. Finalmente, são expostos os resultados obtidos com a aplicação do método proposto, que se apresentaram de maneira positiva para o centro de distribuição, e o atingimento dos objetivos especificados, evidenciando o método DMAIC como um instrumento transformador que não só reduziu em 29% os erros de separação e proporcionou o alcance do indicador-chave de qualidade aleatória, como também contribuiu para alinhar a empresa aos seus objetivos estratégicos.

Palavras chave: DMAIC. Separação de pedidos. Centro de distribuição. Indicador de qualidade aleatória.

ABSTRACT

Process Optimization and Failure Reduction contribute to the performance of companies seeking operational excellence, mainly to obtain competitive advantage in tight markets such as cosmetics, beauty and hygiene. In this sense, the study of a logistical process for *picking* strongly influences the level of service offered by an organization with its ability to fulfill customer expectations. This paper proposes to use the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Implement and Control) method to reduce errors in the *picking* process, as measured by a key performance indicator from a distribution center in the cosmetics, perfumery and home goods. The work is an action research that consisted in transforming the operational performance verified through a method composed of five phases, whose purpose is to understand the common failures of the process, to investigate its main causes and to propose improvements with the aid of a quality statistical toolset. Lastly, the results obtained with the application of the proposed method show the distribution center operation improved, indicating that the DMAIC method is a transforming instrument that not only reduced *picking* errors by 29% and met the proposed quality KPI, but also contributes to align the company management with its strategic objectives.

Key words: DMAIC. Picking. Distribution center. Quality KPI.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Etapa Definir.....	25
Figura 2 - Exemplo de Project Charter.....	26
Figura 3 - Etapa Medir.....	28
Figura 4 - Etapa Analisar.....	30
Figura 5 - Etapa Melhorar.....	32
Figura 6 - Etapa Controlar.....	33
Figura 7 – Exemplo de SIPOC.....	35
Figura 8 – Exemplo de gráfico de Pareto.....	36
Figura 9 – Exemplo de diagrama de Ishikawa.....	39
Figura 10 - Matriz esforço x impacto.....	41
Figura 11 - Gráfico de controle.....	43
Figura 12 - Métricas tradicionais.....	44
Figura 13 - Métricas do Seis Sigma.....	45
Figura 14 - Índice de capacidade do Seis Sigma.....	45
Figura 15 - Cadeia de suprimentos integrada.....	47
Figura 16 - Atividades de manuseio e estocagem em um CD.....	50
Figura 17 - Layout básico de uma área de <i>picking</i>	51
Figura 18 - Fluxo operacional do centro de distribuição.....	57
Figura 19 - Organograma do centro de distribuição.....	57
Figura 20 - Histórico do indicador de qualidade aleatória.....	59
Figura 21 - Etapas do método adaptado.....	60
Figura 22 - Project Charter.....	63
Figura 23 - Equipe de trabalho.....	64
Figura 24 - SIPOC do processo de separação de pedidos.....	67
Figura 25 - Cálculo do tamanho da amostra.....	68
Figura 26 - Padronização do tamanho da amostra.....	68
Figura 27 - Gráfico de Pareto dos erros de separação de pedidos.....	72
Figura 28 - Capabilidade anterior as ações de melhoria.....	73
Figura 29 - Flow rack da linha de separação.....	75
Figura 30 – Etiquetas do <i>set-table</i> da separação.....	75
Figura 31 - Produtos fora dos <i>bins</i> de origem.....	76
Figura 32 - Diagrama de Ishikawa.....	77
Figura 33 - Matriz de priorização.....	79
Figura 34 - Matriz de esforço x impacto.....	80
Figura 35 - Causas prioritárias do projeto.....	83
Figura 36 - Técnica dos cinco porquês.....	84
Figura 37 - Plano de ações do projeto.....	86
Figura 38 - Codificação dos <i>bins</i>	87
Figura 39 - Nova codificação dos <i>bins</i>	88
Figura 40 - Resultado da ação de reconfiguração de <i>bins</i>	89
Figura 41 - Estado anterior das etiquetas do <i>set-table</i>	90
Figura 42 - Estado posterior do <i>set-table</i>	90
Figura 43 - Capabilidade posterior as ações de melhoria.....	91

Figura 44 - Gráfico de controle do processo	92
Figura 45 - Formulário de <i>feedback</i>	93
Figura 46 - Quadro para controle de erros da separação	94
Figura 47 - Evolução do indicador de qualidade aleatória	95
Figura 48 - Redução de erros de separação de pedidos medido pelo indicador de qualidade aleatória	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Qualidade e defeitos sigma	21
Quadro 2 - Equipe do projeto Seis Sigma	23
Quadro 3 - Simbologia do fluxograma	37
Quadro 4 - Etapas para realização do <i>brainstorming</i>	38
Quadro 5 - Exemplo de matriz de priorização.....	40
Quadro 6 – Exemplo de técnica dos 5 porquês	42
Quadro 7 - Exemplo de 5W2H.....	43
Quadro 8 - Índices de curto e longo prazo do Seis Sigma.....	46
Quadro 9 - Apontamento de caixas conferidas.....	69
Quadro 10 - Acompanhamento de erros de separação de pedidos	70
Quadro 11 - Causas potenciais do quadrante de baixo esforço - alto impacto.....	81
Quadro 12 - Causas potenciais do quadrante de alto esforço - alto impacto.....	82
Quadro 13 - Oportunidades de melhoria do projeto	84

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Contextualização do problema	13
1.2	Objetivos.....	14
1.2.1	<i>Objetivo Geral.....</i>	<i>14</i>
1.2.2	<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>14</i>
1.3	Justificativa do estudo.....	15
1.4	Metodologia científica	16
1.5	Estrutura do trabalho	16
2	REVISÃO TEÓRICA	18
2.1	Controle da Qualidade Total.....	18
2.2	Gestão da qualidade do processo	19
2.2.1	<i>Controle estatístico do processo</i>	<i>19</i>
2.3	Seis Sigma.....	20
2.3.1	<i>Método DMAIC</i>	<i>23</i>
2.3.1.1	<i>Etapa de definição.....</i>	<i>24</i>
2.3.1.2	<i>Etapa de medição</i>	<i>26</i>
2.3.1.3	<i>Etapa de análise</i>	<i>29</i>
2.3.1.4	<i>Etapa de melhora</i>	<i>31</i>
2.3.1.5	<i>Etapa de controle</i>	<i>32</i>
2.4	Ferramentas da qualidade	34
2.4.1	<i>Ferramenta SIPOC</i>	<i>34</i>
2.4.2	<i>Diagrama de Pareto.....</i>	<i>35</i>
2.4.3	<i>Fluxograma</i>	<i>36</i>
2.4.4	<i>Brainstorming.....</i>	<i>37</i>
2.4.5	<i>Diagrama de Ishikawa</i>	<i>38</i>
2.4.6	<i>Matriz de priorização.....</i>	<i>39</i>
2.4.7	<i>Matriz de esforço x impacto</i>	<i>40</i>
2.4.8	<i>5 Porquês</i>	<i>41</i>
2.4.9	<i>Ferramenta 5W2H.....</i>	<i>42</i>
2.4.10	<i>Gráfico de controle</i>	<i>43</i>

2.4.11	<i>Índice de capacidade</i>	44
2.5	Logística	46
2.6	Centro de distribuição	48
2.7	Separação de pedidos	49
2.8	Desempenho logístico	52
2.8.1	<i>Indicadores de desempenho logístico</i>	53
3	ESTUDO – AÇÃO	55
3.1	Histórico da companhia	55
3.2	Caracterização do centro de distribuição	56
3.3	Problematização do estudo	58
3.4	Método proposto	60
3.4.1	<i>Primeira fase – Definir</i>	60
3.4.2	<i>Segunda fase – Medir</i>	61
3.4.3	<i>Terceira fase – Analisar</i>	61
3.4.4	<i>Quarta fase – Implementar melhorias</i>	61
3.4.5	<i>Quinta fase – Controlar</i>	62
3.5	Desenvolvimento das fases	62
3.5.1	<i>Fase I: Definir</i>	62
3.5.1.1	<i>Seleção do projeto</i>	62
3.5.1.2	<i>Seleção da equipe</i>	64
3.5.2	<i>Fase II: Medir</i>	65
3.5.2.1	<i>Caracterização das entradas e saídas do processo de ataque</i>	65
3.5.2.2	<i>Validação do sistema de medição</i>	67
3.5.2.3	<i>Estratificação do problema</i>	70
3.5.2.4	<i>Medição do desempenho do processo</i>	72
3.5.3	<i>Fase III: Analisar</i>	73
3.5.3.1	<i>Desenho do processo de ataque</i>	73
3.5.3.2	<i>Descoberta das causas potenciais</i>	77
3.5.3.3	<i>Priorização das causas potenciais</i>	78
3.5.3.4	<i>Refinamento das causas prioritárias em causas raízes</i>	83
3.5.4	<i>Fase IV: Implementar</i>	85
3.5.4.1	<i>Desenvolvimento das ações de melhoria</i>	85
3.5.5	<i>Fase V: Controlar</i>	91

3.5.5.1	<i>Medição do desempenho do processo após ações implementadas</i>	91
3.5.5.2	<i>Documentação e padronização das ações realizadas</i>	92
3.6	Resultados	94
4	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS..	97
4.1	Conclusões	97
4.2	Recomendações para trabalhos futuros	98
4.3	Considerações finais	98
	REFERÊNCIAS	99
	APÊNDICE A – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE SEPARAÇÃO DE PEDIDOS	103

1 INTRODUÇÃO

A introdução abordará sobre a contextualização do problema, os objetivos, a justificativa do estudo, a metodologia científica utilizada e a estrutura do trabalho.

1.1 Contextualização do problema

O perfil do consumidor vem se mostrando cada vez mais exigente ao longo dos anos, principalmente em uma era de mercado globalizado e acesso rápido a informação. De acordo com o Caderno de tendências de 2019 – 2020 da Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC) a experiência do consumidor é um dos fatores determinantes para a escolha de uma marca, influenciando a percepção favorável por parte do cliente até mais do que o valor monetário dos produtos.

Segundo a ABIHPEC (2018), o Brasil é hoje o quarto maior consumidor no ranking mundial de produtos da categoria de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos, além de representar 49,1% desse mercado na América Latina. Apesar da crise econômica, a indústria de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos sobrevive em um cenário que por dez anos movimentou a economia e possui um crescimento maior do que o do PIB brasileiro.

O contexto econômico para empresas que querem se consolidar e gerar valor para seus clientes, principalmente no Brasil, exige excelência operacional para que essas possam se manter competitivas no mercado, sejam no uso de recursos, pessoas ou informações. Tudo isso, justificado pelo poder de compra do consumidor e também pela ampla concorrência do mercado, que faz o cliente enxergar valor e custo de oportunidade diferentes entre empresas do mesmo ramo de atuação.

Para as organizações isso significa muitas vezes investir em inovação ou melhorar continuamente os processos que ela já executa, para reduzir custos e perdas, e é nesse cenário que muitos gestores buscam atuar de maneira concisa sobre suas atividades e processos na redução de falhas que possam ser percebidas pelos clientes. Dessa maneira, é esperado pelo cliente que o nível de serviço oferecido pelas organizações seja no mínimo básico no atendimento de suas expectativas, pois uma pequena falha pode custar a sua fidelização.

Nesse sentido, muitas organizações contam com o apoio de uma Gestão de Qualidade que promova o negócio com intuito de reduzir falhas, perdas e desperdícios, dando suporte a melhoria contínua dos processos da empresa e conseqüentemente, garantindo a satisfação dos

seus clientes. A Gestão de Qualidade oferece várias ferramentas e outras metodologias que atuam objetivamente na busca por excelência operacional e redução de perdas, tal como a metodologia Seis Sigma.

De acordo com Rotondaro (2014), o Seis Sigma promove a qualidade por meio de uma metodologia organizada que mede a capacidade do processo em trabalhar livre de falhas, resultando em impactos financeiros positivos, satisfação dos clientes e participação no mercado. Essa metodologia melhora a eficiência de processos e as tomadas de decisão, pois permite que os esforços e os impactos das ações na resolução de um problema sejam mensurados por meio de controle estatístico, e por sua vez tragam mais resultados.

O uso do método DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Implementar, Controlar) tem ganhado força na implementação do Seis Sigma, uma abordagem que visa a otimização de processos e a melhoria do desempenho do produto ou serviço entregue ao cliente. Desse modo, a questão central do trabalho é relacionar o uso do método DMAIC ao resultado de uma empresa do ramo de cosméticos, perfumaria e moda casa na redução de erros do processo de separação de pedidos.

1.2 Objetivos

Este tópico apresentará os objetivos gerais e específicos.

1.2.1 Objetivo Geral

Aplicar o método DMAIC para redução de erros do processo de separação de pedidos de um centro de distribuição do ramo de cosméticos, perfumaria e moda casa.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Definir o processo de separação de pedidos do centro de distribuição e entender qual a sua relevância como foco de atuação do trabalho.
2. Relacionar o uso do método DMAIC à redução de erros de separação de pedidos da empresa de estudo, a partir da aplicação de ferramentas estatísticas e de qualidade.
3. Identificar oportunidades de melhoria no processo de separação de pedidos da empresa de estudo.

4. Apresentar resultados na evolução do indicador de qualidade aleatória a partir da aplicação do método DMAIC.

1.3 Justificativa do estudo

O esforço na abordagem do método DMAIC ao longo do presente trabalho é enfatizado pelas considerações de Pyzdek (2003), que afirma que o Seis Sigma é um conceito amplamente disseminado e proporciona ganhos efetivos aos negócios de uma organização, reforçando o atingimento de seus objetivos estratégicos. Dessa forma, relacionar o método DMAIC a uma unidade de distribuição apoia o sucesso da organização e favorece a empresa a uma posição de vantagem competitiva comparada a seus concorrentes.

Para a empresa onde o estudo foi desenvolvido, o interesse no método DMAIC partiu do pressuposto de que a companhia utiliza essa abordagem para melhoria contínua dos seus processos e treina seus funcionários para sua aplicação, isso se reflete tanto nos resultados financeiros como estratégicos da companhia. A empresa em questão é um centro de distribuição que constitui uma unidade de negócio de uma companhia do setor de cosméticos, perfumaria e moda casa e se localiza no Ceará há cerca de 20 anos, sendo parte integrante de uma empresa multinacional de renome do mercado.

A partir da observação do cenário da companhia diante do mercado e de seus clientes, encontrou-se uma oportunidade de aplicação do método DMAIC em um processo de separação de pedidos, que é mensurado pelo indicador de qualidade aleatória do centro de distribuição. Esse indicador traduz a capacidade do processo em produzir pedidos conformes, sem erros de separação, e mostrou um histórico de regressão ao longo dos últimos anos, colocando em risco o nível de serviço oferecido pela companhia.

Para a comunidade acadêmica, o desenvolvimento do presente estudo buscou entender a realidade de uma organização, transformar seus resultados e apresentar as melhorias obtidas por meio de uma proposta de aplicação do método DMAIC, que pode ser estendida a outros contextos de negócio. Dados esses interesses, esse trabalho busca responder a seguinte pergunta: “Como o método DMAIC pode contribuir para a melhora do desempenho logístico de um centro de distribuição?”.

1.4 Metodologia científica

De acordo com Andrade (2010), o trabalho científico é classificado pela sua natureza, seus objetivos, seus procedimentos e seu objeto.

Em relação à natureza da pesquisa, o presente trabalho é definido como pesquisa aplicada, segundo Gil (2010), esse tipo de pesquisa tem por finalidade prover soluções para questões específicas encontradas no âmbito social da qual os pesquisadores participam.

Gil (2010) também afirma que a pesquisa pode ser classificada quantos aos seus objetivos, haja vista que cada pesquisa possui sua peculiaridade. Quanto aos objetivos da pesquisa, o presente trabalho pode ser classificado como uma pesquisa descritiva, conforme Gil (2010), esse tipo de pesquisa aborda características específicas de uma população, objetivando a associação de suas variáveis, e por isso muitas vezes é utilizado em contextos profissionais.

O presente trabalho, quanto ao seu objeto, é classificado como pesquisa de campo, para Andrade (2010), a pesquisa de campo coleta dados direta ou indiretamente do ambiente onde acontecem os fenômenos, possibilitando o colhimento de respostas para um determinado problema. Além disso, o presente trabalho também deve incluir pesquisa bibliográfica que de acordo com Gil (2010), possui a finalidade de acrescentar bases teóricas acerca do tema, advindas de outras fontes, para o estudo.

Quanto aos procedimentos, o estudo se utiliza de fontes primárias, a partir da coleta de dados no campo como observação direta e formulários, e fontes secundárias, a partir da fundamentação teórica proveniente de livros, revistas e outras monografias.

Em relação ao tipo de abordagem, o trabalho emprega a abordagem qualitativa. De acordo com Silva e Menezes (2005), a pesquisa qualitativa analisa o universo a partir do julgamento subjetivo dos fatos que não se caracterizam em dados numéricos.

De maneira geral, o estudo pode ser definido como uma pesquisa ação. Gil (2010, p. 42), afirma que “A pesquisa-ação vem emergindo como uma metodologia para intervenção, desenvolvimento e mudança no âmbito de grupos, organizações e comunidades.” Esse tipo de método, para o autor, se caracteriza por atingir resultados específicos em uma situação particular, no qual há a transformação do ambiente de interesse.

1.5 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está dividido em 4 capítulos.

No primeiro capítulo é exposta a introdução do estudo, explicitando a contextualização do estudo, a justificativa do trabalho, juntamente com os objetivos gerais e específicos e a metodologia da pesquisa a ser abordada.

No segundo capítulo é abordada a revisão teórica contendo os principais conceitos necessários para o embasamento do método proposto, de acordo com a visão de diferentes autores.

No terceiro capítulo é detalhada a situação problema onde o método proposto será desenvolvido, as características da organização e a contextualização do ambiente de interesse. Em seguida o método proposto é estruturado com a intenção de suportar a problematização do estudo. Mais adiante no capítulo houve a aplicação do método proposto, com o intuito de cumprir os objetivos detalhados anteriormente, e a análise dos resultados comparativos do estudo antes e depois de sua aplicação.

No quinto capítulo são expostas as conclusões acerca do atingimento dos objetivos citados no primeiro capítulo e as recomendações sugeridas para elaboração de trabalhos futuros.

2 REVISÃO TEÓRICA

A revisão teórica abordará sobre os conceitos que se relacionam ao tema do trabalho. Primeiramente, será vista uma breve contextualização sobre controle da qualidade total, gestão da qualidade do processo e controle estatístico do processo. Em seguida, será visto o conceito sobre Seis Sigma e o método DMAIC, bem como as ferramentas relacionadas ao método. Por último, será exposto os conceitos sobre logística, centro de distribuição, separação de pedidos e indicadores de desempenho logístico.

2.1 Controle da Qualidade Total

A qualidade prima pela ausência de defeitos e não conformidades em determinado produto, processo ou serviço, a fim de garantir a sua confiabilidade, ou seja, atender aos requisitos funcionais para os quais o produto, o serviço ou o processo foi desenvolvido, livre de falhas. Conforme Campos (2004, p. 2), “um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma aceitável, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente.”

Para Juran (1990), a qualidade se classifica em duas vertentes, a primeira diz respeito ao desempenho do produto, decisiva para a satisfação do cliente com o produto em que este cliente compara as características do produto com as características dos demais existentes no mercado. A segunda fala sobre ausência de deficiências, decisiva para a insatisfação do cliente com o produto, pois as deficiências se transformarão em reclamações, retrabalho e prejuízos.

Assim, as organizações necessitam de uma maneira sistemática pela qual elas consigam implementar uma gestão que firme o compromisso com a qualidade desde o início, com o objetivo de satisfazer a expectativa de seu público. Segundo Moura (2003), a Gestão da Qualidade é a maneira como as empresas se organizam de modo a oferecer produtos ou serviços que atendam às necessidades de seus clientes por meio de seus recursos. Araujo (2001) ainda comenta que, a gestão da qualidade total é uma metodologia que reforça a busca pelo defeito zero e a eliminação do retrabalho com a finalidade de agradar clientes e adequar-se as suas expectativas.

Segundo Campos (2004), O termo TQC (*Total Quality Control*) ou Controle da Qualidade Total foi desenvolvido no Japão posteriormente a Segunda Guerra Mundial, quando

conceitos sobre qualidade foram trazidos pelos norte-americanos e desenvolvidos em empresas japonesas.

Para que seja possível mensurar a qualidade é necessário medi-la em torno de alguma variável específica, essa variável determinará o padrão ou os limites de aceitação do produto, do processo ou do serviço. Os resultados dessas medições que se encontram fora dos limites de especificação não são aceitáveis e apresentam, portanto, defeito. Campos (2004) argumenta que, o principal papel desempenhado pelo Controle da Qualidade Total é atuar sobre as causas que levam os resultados para fora do valor desejado e controlá-las.

2.2 Gestão da qualidade do processo

Paladini (1995, p. 18) afirma que, “A gestão da qualidade no processo pode ser definida, de forma sucinta, como o direcionamento de todas as ações do processo produtivo para o pleno atendimento do cliente.” Dessa forma, se um produto é derivado de um processo, seus defeitos estão atrelados a sua origem, isso justifica os esforços em concentrar ações para as causas das falhas, que estão dentro do processo, e assim poder eliminar perdas.

De acordo com Campos (2004), um processo é o relacionamento de uma ou mais causas ao seu efeito. Ou seja, medindo os seus efeitos é possível controlar a qualidade dos processos a partir de um índice numérico que determinará se o processo está ou não próximo ao seu valor de referência, esse valor de referência pode ser definido como meta. O controle do processo é, então, fundamental para que se possa encontrar a causa que resultou em um efeito fora do padrão delimitado e atuar sobre ela.

Moura (2003) acrescenta que, a gestão da qualidade do processo auxilia a tomada de decisões, de acordo com o controle dos dados fornecidos pela sua análise. Esses dados afetam a organização em diversos níveis, pois a posse de dados sobre o processo resulta em informação sobre ela.

2.2.1 Controle estatístico do processo

O objetivo do controle estatístico do processo é avaliar o comportamento de um processo sob condições normais. Para Paladini (1995), essa é uma ferramenta essencial para o planejamento e controle da qualidade, pois ela mede a capacidade de um processo. A

capabilidade tem por função avaliar o quanto um processo é aderente aos seus padrões, capaz de produzir itens conformes.

Conforme Ballesteros – Alvarez (2012), acompanhar os parâmetros do processo é importante para que se mensure o seu desempenho e este se mantenha estável ao longo do tempo. Assim, será possível, prever seu comportamento e atuar sobre suas causas na correção de defeitos. Da mesma forma, Rotondaro (2014) afirma que o controle estatístico do processo permite prever a estabilidade de um processo por meio do controle de seus parâmetros, assim é possível conhecer e ter domínio sob seu comportamento para afirmar se o processo é capaz de produzir produtos ou serviços de acordo com as especificações do cliente.

Segundo Paladini (1995), a partir do estudo da capacidade é possível conhecer se as causas que perturbam os processos são aleatórias ou especiais. As causas aleatórias mostram um comportamento normal do processo e as causas especiais, de acordo com Costa, Epprecht e Carpinetti (2011) afastam o processo do seu valor de referência e elevam a sua dispersão, retirando o processo dos seus limites de controle.

2.3 Seis Sigma

Seis Sigma é uma metodologia que agrupa ferramentas da qualidade para o reforço da melhoria contínua de uma empresa, aumentando sua capacidade em entregar resultados sem defeitos. De acordo com Werkema (2006), o Seis Sigma é uma estratégia metódica e mensurável, utilizada por empresas que incrementa sua performance e lucratividade, a partir do aperfeiçoamento da qualidade de produtos e processos no atendimento da expectativa de seus clientes.

Segundo Rotondaro (2014, p. 18),

Seis Sigma é uma metodologia rigorosa que utiliza ferramentas e métodos estatísticos para definir os problemas e situações a melhorar, medir para obter a informação e os dados, analisar a informação coletada, incorporar e empreender melhorias nos processos e, finalmente, controlar os processos ou produtos existentes, com a finalidade de alcançar etapas ótimas, o que por sua vez gerará um ciclo de melhoria contínua.

De acordo com Krajewski, Malhotra e Ritzman (2017), o Seis Sigma possui uma abordagem diferente do TQM (*Total Quality Management*) ou Gestão da Qualidade Total, pois a metodologia conhece precisamente as necessidades do cliente a partir dos fatos e dados

coletados, controle estatístico e melhoria contínua dos processos organizacionais, além de ser voltada para uma meta de desempenho.

Para Ballesteros – Alvarez (2012), o Seis Sigma reduz a variabilidade dos processos, com a aplicação de ferramentas estatísticas, que são capazes de diminuir as falhas até a marca de 3,4 defeitos por milhão (Quadro 1). Lélis (2012), incrementa o conceito a partir da sua nomenclatura. Sigma (σ), uma letra do alfabeto grego, representa a variação do processo e o número se refere ao desempenho do processo e a quantidade de defeitos relacionados a ele, portanto, quanto maior o nível sigma, melhor será a performance do processo.

Quadro 1 - Qualidade e defeitos sigma

Nível de qualidade	Defeitos por milhão (ppm)	Custo da não qualidade (% do faturamento)
2 σ	308.537	-
3 σ	66.807	25 a 40%
4 σ	6.210	15 a 25%
5 σ	233	5 a 15%
6 σ	3,4	< 1%

Fonte: Werkema (2012, p.17), adaptado.

Ayres (2009) afirma que, a filosofia Seis Sigma é uma ferramenta que proporciona altos níveis de qualidade em um cenário cada vez mais competitivo e exigente e possui características marcantes, primeiramente, o foco na satisfação do consumidor, a redução contínua da variabilidade dos processos e aplicabilidade a uma gama de processos, tais como processos administrativos e de serviços, além de processos técnicos. Segundo Donadel (2008), o Seis Sigma é direcionado para os desejos do cliente e implica em uma mudança cultural da organização, que permeia tanto as áreas técnicas ou fabris como as áreas de serviço.

O nascimento do Seis Sigma se deu a partir de 1987 na empresa Motorola, quando a organização almejava criar vantagem competitiva sob seus concorrentes, fabricando produtos com preços baixos e qualidade elevada. Desde então, o programa se disseminou para outras empresas, como a Kodak e a Sony, que resolveram adotá-lo e se popularizou quando a GE, General Electric, obteve resultados financeiros expressivos após a aplicação da metodologia. No Brasil, a metodologia teve início em 1990 no Grupo Brasmotor com o ganho de mais de 20 milhões de reais, após os primeiros projetos cunhados pelo Seis Sigma (WERKEMA, 2006).

O sucesso do programa está relacionado não só a melhora da qualidade e do desempenho dos processos, mas também a lucratividade de uma empresa. De acordo com Lélis (2012), os custos associados a mercadorias rejeitadas pelo cliente, tais como retrabalho, consertos ou substituições podem ser evitados pela metodologia Seis Sigma.

Quando se relaciona logística e o seu interesse em aprimoramento de processos, Bowersox e Closs (2010) afirma que, a logística rapidamente incorporou a filosofia de zero defeitos em produtos e serviços e entendeu que o mau serviço prestado por ela, prejudica a qualidade do produto. Dessa forma, as organizações observaram que o cliente não mais aceitaria um produto excelente com defeitos ou atraso. Ayres (2009) acrescenta que, muitas empresas privadas investem hoje na melhoria de sua cadeia de suprimentos com o objetivo de alcançar padrões melhores para seus produtos e serviços.

De acordo com Lélis (2012), o Seis Sigma possui uma estratégia de atuação que pode ser consolidada a partir da equipe do projeto, essa equipe precisa ser composta por funcionários de diferentes níveis hierárquicos da organização, desde operadores até a alta gestão, cada membro possui sua responsabilidade em melhorar os resultados relacionados a qualidade do processo da organização. Para Rotandaro (2014), o sucesso na implementação da metodologia Seis Sigma depende de dois fatores principais, primeiro o conhecimento técnico relacionado a metodologia e segundo a equipe responsável por executar o trabalho, ambos necessitam estar em sincronia.

Werkema (2006), sintetiza os participantes da equipe Seis Sigma (Quadro 2), atribuindo-lhe nomes oriundos das artes marciais, identificando seu nível hierárquico dentro da organização e identificando as principais responsabilidades dos integrantes.

Quadro 2 - Equipe do projeto Seis Sigma

	Patrocinador/ Especialista	Nível de atuação	Principais atribuições
Patrocinador	<i>Sponsor</i>	Principal executivo da empresa	Promover e definir as diretrizes para a implementação do Seis Sigma.
	<i>Sponsor Facilitador</i>	Diretoria	Assessorar o <i>Sponsor</i> do Seis Sigma na implementação do programa.
	<i>Champion</i>	Gerência	Apoiar os projetos e remover possíveis barreiras para o seu desenvolvimento.
Especialista	<i>Master Black Belt</i>	<i>Staff</i>	Assessorar os <i>Sponsors</i> e <i>Champions</i> e atuar como mentores dos <i>Black Belts</i> e <i>Green Belts</i> .
	<i>Black Belt</i>	<i>Staff</i>	Liderar equipes na condução de projetos multifuncionais (preferencialmente) ou funcionais.
	<i>Green Belt</i>	<i>Staff</i>	Liderar equipes na condução de projetos funcionais ou participar de equipes lideradas por <i>Black Belts</i> .
	<i>Yellow Belt</i>	Supervisão	Supervisionar a utilização de ferramentas Seis Sigma na rotina da empresa e executar projetos mais focados e de desenvolvimento mais rápido que os executados pelos <i>Green Belts</i> .
	<i>White Belt</i>	Operacional	Executar ações na operação de rotina da empresa que irão garantir a manutenção, a longo prazo, dos resultados obtidos por meio de projetos.

Fonte: Werkema (2006, p.19), adaptado.

Dessa forma, o Seis Sigma pode ser estruturado em cinco grandes etapas, conhecidas pela sigla DMAIC (Definição, Medição, Análise, Melhora, Controle) que concentram ferramentas da qualidade para a aplicação da metodologia. Rotondaro (2014) afirma que, este modelo sistemático desenvolveu-se a partir do PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) ou (Planejar, Executar, Verificar, Agir) e foi aprimorado pela GE. Segundo Lélis (2012), cada etapa do DMAIC agrupa um conjunto de ferramentas estatísticas de qualidade que podem ser utilizadas de acordo com a particularidade de cada processo que se queira aplicar a metodologia Seis Sigma.

2.3.1 Método DMAIC

Este tópico abordará sobre cada etapa do método DMAIC (Definição, Medição, Análise, Melhora, Controle).

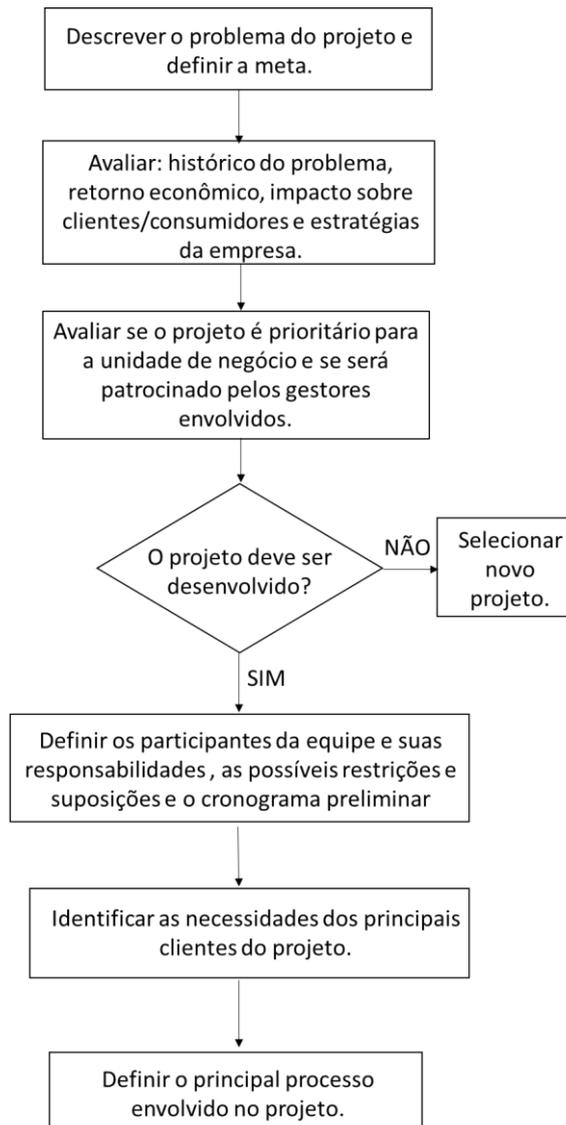
2.3.1.1 Etapa de definição

Segundo Lélis (2012), a primeira fase de definição consiste em determinar qual o projeto de melhoria a ser desenvolvido, quais seus objetivos, problemas e as oportunidades para melhorá-lo. Rotondaro (2014) afirma que, o efeito do processo que se deseja eliminar ou melhorar deve estabelecer um vínculo com as especificações do cliente, essas especificações se transformarão nas Características Críticas para Qualidade (CCQ), portanto, as principais características da primeira fase podem ser estruturadas da seguinte forma:

- a) delimitar a voz do cliente, a partir de suas exigências, e qual sua interferência dentro da empresa;
- b) selecionar o time com profissionais capacitados para o desenvolvimento do projeto Seis Sigma;
- c) mapear os processos críticos, identificando seu relacionamento com os requisitos do cliente (CCQ) e quais desses processos apresentam resultados negativos;
- d) avaliar a viabilidade do projeto;
- e) formular a proposta de projeto para aprovação dos gestores.

Para Werkema (2012), a fase de definição delimita o escopo e meta do projeto, ou seja, a sua abrangência e pode ser sintetizada conforme a Figura 1.

Figura 1 - Etapa Definir



Fonte: Werkema (2012, p. 82), adaptado.

Segundo Werkema (2012), a principal ferramenta a ser utilizada nessa fase do método DMAIC é o *Project Charter*, uma espécie de contrato que formaliza a abertura do projeto Seis Sigma entre a equipe e a alta gerência. A estrutura do *Project Charter* reúne todos os itens representados na Figura 2, ou seja, a apresentação do problema, o histórico do problema, a meta a ser atingida, o escopo do projeto, os riscos, as restrições, o time do projeto e os atributos dos membros e, finalmente, o cronograma preliminar.

Werkema (2012), afirma ainda que é por meio da ferramenta que se estabelece um alinhamento entre a equipe do projeto e os seus patrocinadores, dessa forma, é possível enxergar se o projeto Seis Sigma estará de acordo com os objetivos estratégicos da organização.

Figura 2 - Exemplo de Project Charter

Redução das perdas de produção por parada de linha na Fábrica I.	
Descrição do problema	Na Fábrica I, as paradas de linha são apontadas pela área de manufatura como um dos maiores problemas na rotina de trabalho, invalidando o planejamento para as operações diárias. No ano 2011, o valor médio mensal das perdas de produção decorrentes das paradas de linha foi muito alto e, além disso, o problema vem apresentando uma tendência crescente. As principais perdas econômicas resultantes do problema em 2011 foram as perdas de faturamento por produtos não entregues aos clientes no prazo previsto (R\$ 1.100.000,00) e os gastos com horas extras, transporte e alimentação dos funcionários para recuperação da produção (R\$ 335.000,00).
Definição da meta	Reduzir em 50% as perdas de produção por parada de linha na Fábrica I, até 30/12/2012.
Avaliação do histórico do problema	Anexo I
Restrições e suposições	Os membros da equipe de trabalho deverão dedicar 50% de seu tempo ao desenvolvimento do projeto. Será necessário o suporte de um especialista do departamento de manutenção. Os gastos do projeto deverão ser debitados do centro de custo 01/PCP20, após autorização do Champion (de acordo com o procedimento WIZ).
Equipe de trabalho	<u>Membros da equipe:</u> Axel Mahayana (Black Belt – líder da equipe), Denise Sampaio (montagem), Marlon Oliveira (engenharia industrial), Sandra Barbosa (PCP) e Arthur Santos (manutenção). <u>Champion:</u> Otávio Cerqueira (gerente da Fábrica I) <u>Especialistas para suporte técnico:</u> Marcos Siqueira (manutenção) e Victoria Ryan (controladoria).
Responsabilidades dos membros e logística da equipe	Anexo II
Cronograma preliminar	Define: 28/02/2012, Measure: 15/04/2012, Analyze: 30/06/2012, Improve: 30/08/2012 e Control: 30/12/2012

Fonte: Werkema (2012, p. 84).

Conforme Ayres (2009), a etapa de definição envolve o delineamento da meta relacionada ao processo que se deseja melhorar, a meta é um objetivo estratégico que se pretende alcançar e pode ser quantificável e, portanto, mensurável. De acordo com Krajewski, Malhotra e Ritzman (2017), após delimitar o escopo do projeto é necessário descrever as saídas do processo a ser melhorado que interferem diretamente na satisfação do cliente e a partir daí identificar as oportunidades de melhoria entre os requisitos do cliente e a capacidade do processo.

2.3.1.2 Etapa de medição

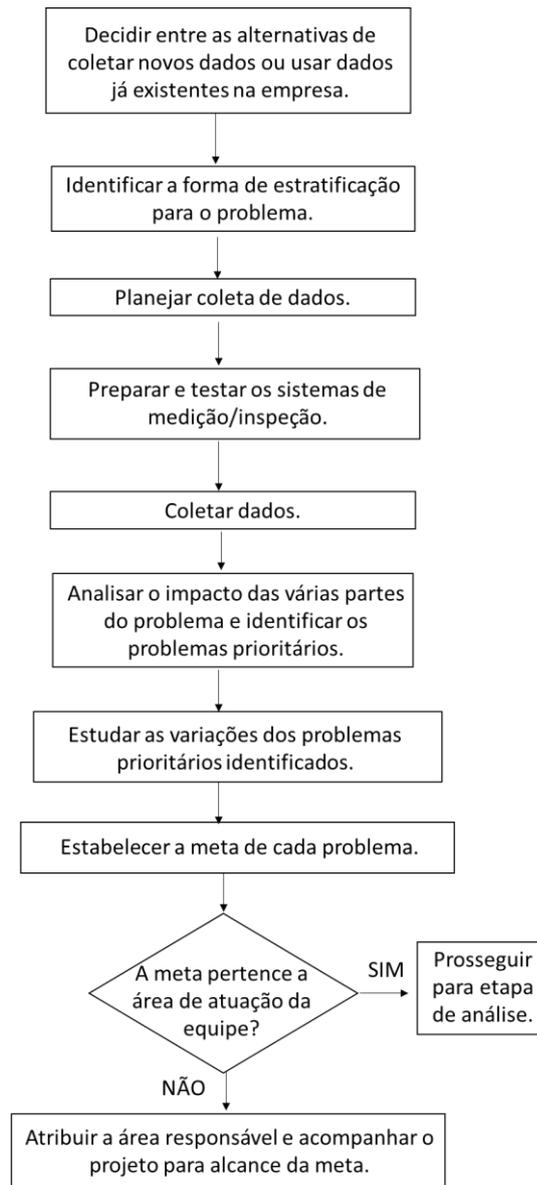
Segundo Werkema (2012), na etapa de medição o problema é o ponto central que deve ser estudado e priorizado, o objetivo principal dessa fase é determinar quais e como os

resultados em torno do problema serão mensurados e como os resultados dessa medição serão tratados. Werkema (2012) comenta que, o principal desafio da fase de medição é avaliar se na empresa já existe um mecanismo de medição para coletar dados do problema e se este sistema de coleta de dados é ou não confiável.

Para Rotondaro (2014), a etapa de medição se constitui em duas características relevantes. A primeira consiste no desenho do processo de ataque do projeto Seis Sigma, bem como suas entradas e saídas e os possíveis processos relacionados a ele. A segunda característica é avaliar o sistema de medição e de coleta de dados acerca do processo em estudo para identificar se esse sistema é confiável e se é preciso alguma alteração.

Krajewski, Malhotra e Ritzman (2017), afirmam ser essencial haver indicadores de desempenho relacionados ao processo de estudo do Seis Sigma, assim é possível encontrar oportunidades para melhorá-lo. Ayres (2009) incrementa a abordagem de Krajewski, Malhotra e Ritzman (2017), acrescentando que o monitoramento do processo a partir de sua métrica o direcionará rumo a meta objetivada na etapa de definição. A síntese das atividades atribuídas a etapa de medição, pode ser vista de acordo com a Figura 3.

Figura 3 - Etapa Medir



Fonte: Werkema (2012, p. 90), adaptado.

Após a decisão de utilizar ou não algum sistema de medição já existente na empresa e como ocorrerá a coleta de dados, é necessário a estratificação do problema em categorias que serão as frentes de atuação do projeto Seis Sigma. Basicamente a estratificação consiste em enxergar o problema sob óticas de tempo, local, tipo, sintoma ou indivíduo e identificar se os resultados de falha do processo sofrem interferência de algum desses pontos (WERKEMA, 2012).

As atividades de planejamento de coleta de dados, preparação e teste dos sistemas de medição só devem ocorrer se a empresa optar por não utilizar dados já disponíveis na empresa ou ainda quando não existe um sistema de medição formal. Em todo caso, de acordo com

Werkema (2012), deve-se prosseguir com a coleta de dados. Após a coleta e a estratificação previamente definida, os problemas devem ser analisados e priorizados com o auxílio de uma ferramenta conhecida como Diagrama de Pareto, para avaliar o impacto de cada categoria estabelecida na estratificação. Assim, é possível avaliar quais as categorias de problema mais ofensivas ao processo e metas específicas para reduzi-las.

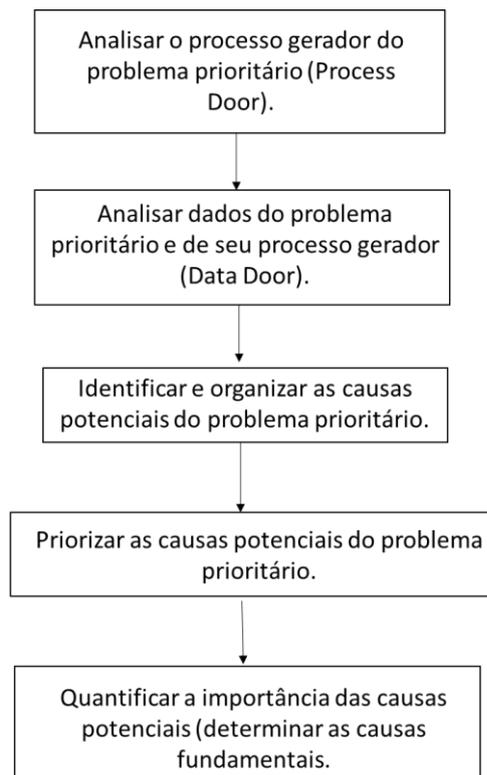
Para Werkema (2012), existem diversas outras ferramentas para entender a variação dos problemas ofensivos ao processo, uma delas é o Índice de Capacidade do Seis Sigma, que visa medir o nível sigma do processo antes das ações de melhoria serem implementadas. Outro ponto importante apontado pelo autor é examinar o local onde os problemas acontecem, para entender como o ambiente contribui para que eles ocorram.

2.3.1.3 Etapa de análise

Conforme Krajewski, Malhotra e Ritzman (2017), a etapa de análise do processo evidencia as causas dos problemas do processo, a partir dos dados do indicador de desempenho monitorado. Em geral essas causas provocam descontinuidades no processo e a equipe do projeto Seis Sigma deve analisar cuidadosamente cada uma dessas causas para entender como eliminá-las. Para Rotondaro (2014), com o uso de ferramentas estatísticas e da qualidade é possível encontrar causas óbvias e não óbvias agressoras ao resultado do processo.

A partir da Figura 4, são representadas as atividades cruciais da fase de análise defendidas por Werkema (2012).

Figura 4 - Etapa Analisar



Fonte: Werkema (2012, p. 107), adaptado.

De acordo com Werkema (2012), a etapa de análise consiste em descobrir as causas fundamentais que atingem e desestabilizam o processo. Segundo a autora, um determinado efeito indesejado pode ter inúmeras causas e a etapa de análise busca elencar quais são os Xs ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) geradores do resultado Y. Para isso, existem duas análises necessárias, Werkema (2012), afirma que a análise se inicia com a decomposição do processo gerador do problema que pode ser feito através de uma ferramenta denominada Fluxograma, com esse desenho é possível encontrar oportunidades de melhoria no processo. Posteriormente, deve-se fazer uma análise dos dados dos problemas e de seu processo de origem, assim é possível identificar quais as causas provocam variações nos resultados do processo.

O levantamento das causas potenciais pode ser feito a partir de um *Brainstorming*, uma ferramenta que deve ser desenvolvida pela equipe do projeto e especialistas sobre o processo. É necessário também que as causas sejam ordenadas para sua avaliação, desse modo é possível descobrir quais as causas mais impactam os problemas relacionados ao processo e atribuir-lhes pesos, essa avaliação pode ser feita através de Digramas de Causa e Efeito e Matrizes de Priorização. Essas ferramentas possibilitam que a equipe do projeto direcione as ações de melhoria para as causas de maior influência nos efeitos indesejados do processo (WERKEMA, 2012).

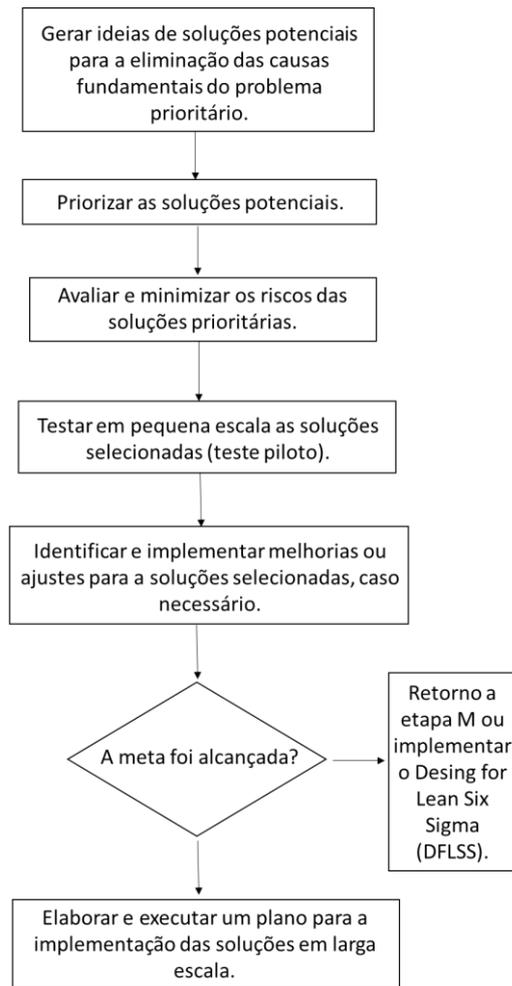
2.3.1.4 *Etapa de melhora*

De acordo com Rotondaro (2014), essa etapa é entendida como a fase de implementação das melhorias ao processo, por meio da qual são propostas soluções para as causas fundamentais. Nessa fase a equipe do Projeto Seis Sigma necessita alterar o processo tecnicamente e em conjunto ao público que estão relacionados ao processo. Werkema (2012) afirma que, a proposta da fase de implementações de melhorias é listar possíveis soluções aos problemas que mais atingem o processo, ou problemas prioritários, definidos na fase de medição.

Segundo Krajewski, Malhotra e Ritzman (2017), a equipe do projeto é responsável por listar respostas de melhoria as causas raízes dos problemas do processo e todas as ideias geradas pelo grupo devem ser avaliadas e refinadas segundo uma relação de custo-benefício. Se o desempenho da melhoria se mostrar vantajoso quando comparado ao custo da sua implementação, é preferível que se invista nessa solução.

Para Werkema (2012), outro passo importante é o teste das soluções com a operação, esse teste visa medir como a solução de um determinado problema se comporta antes da sua implementação efetiva. O teste realizado em uma pequena proporção mostra se a solução será capaz de atingir a meta de desempenho desejável ou se ocasionará efeitos contrários. Uma vez aprovadas as soluções, deve-se em seguida construir um plano de ação consistente para definir o rumo de implementação das soluções juntamente com os envolvidos no processo, uma das possíveis ferramentas a ser empregue nesta etapa é o 5W2H. A Figura 5 agrupa todas as atividades chave da etapa de melhoria.

Figura 5 - Etapa Melhorar



Fonte: Werkema (2012, p. 115), adaptado.

2.3.1.5 Etapa de controle

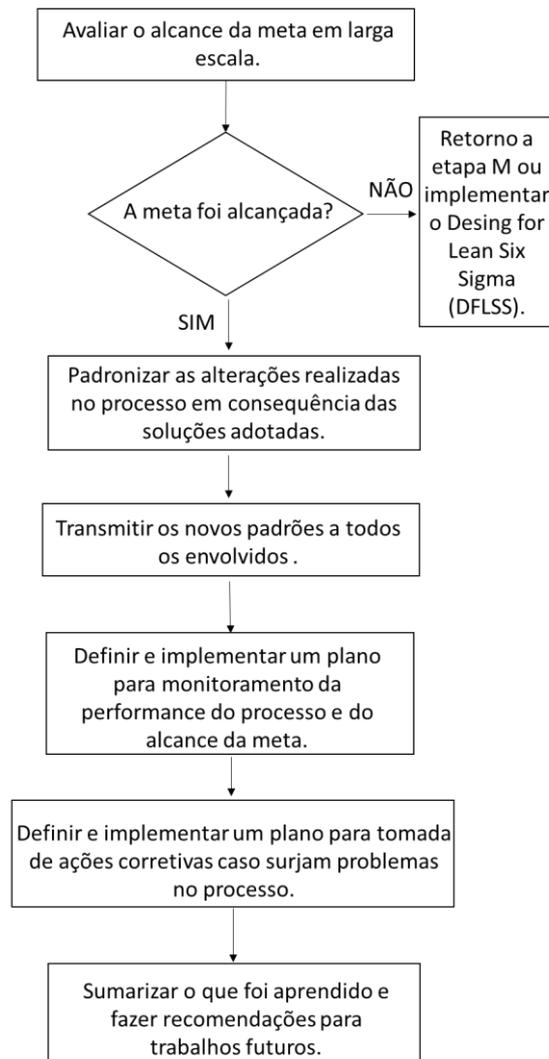
Conforme Krajewski, Malhotra e Ritzman (2017), a última etapa do DMAIC, consiste em monitorar a nova configuração do processo para permitir que os seus resultados permaneçam positivos. Ayres (2009) confirma sua definição afirmando que é possível manter um processo estável na etapa de controle quando se aprimora procedimentos, instruções de trabalho, sistemas de gestão e políticas. Além disso, é necessária a documentação dessas mudanças.

De acordo com Werkema (2012), o objetivo da etapa de controle pode ser definido como averiguar se as implementações das melhorias resultaram em sucesso e se atingiram a meta desejada, comparando os cenários de antes e depois das ações realizadas. Quando o cenário posterior as ações de melhoria se apresentam benéficos ao processo, deve-se avançar na padronização do processo por meio de um procedimento operacional padrão ou pela revisão de

um já existente. As mudanças em documentos como este precisam impedir que os erros sejam novamente percebidos pelos clientes através de mecanismos de detecção de defeitos.

Finalmente, é importante que as mudanças incorporadas aos procedimentos sejam corretamente transmitidas ao público relacionado ao processo, através de treinamentos e reuniões e disponíveis quando necessitados (WERKEMA, 2012). A síntese das atividades associadas a etapa de controle pode ser vista na Figura 6.

Figura 6 - Etapa Controlar



Fonte: Werkema (2012, p. 120), adaptado.

Para Rotondaro (2014), é crucial medir continuamente o processo para mantê-lo sob controle e apontar a necessidade de uma intervenção ou ação corretiva. Werkema (2012) complementa essa afirmação quando admite que o monitoramento da etapa de controle prova se os procedimentos ou instruções de trabalho estão em vigor.

2.4 Ferramentas da qualidade

Este tópico abordará sobre os conceitos das ferramentas utilizadas no desenvolvimento do método DMAIC.

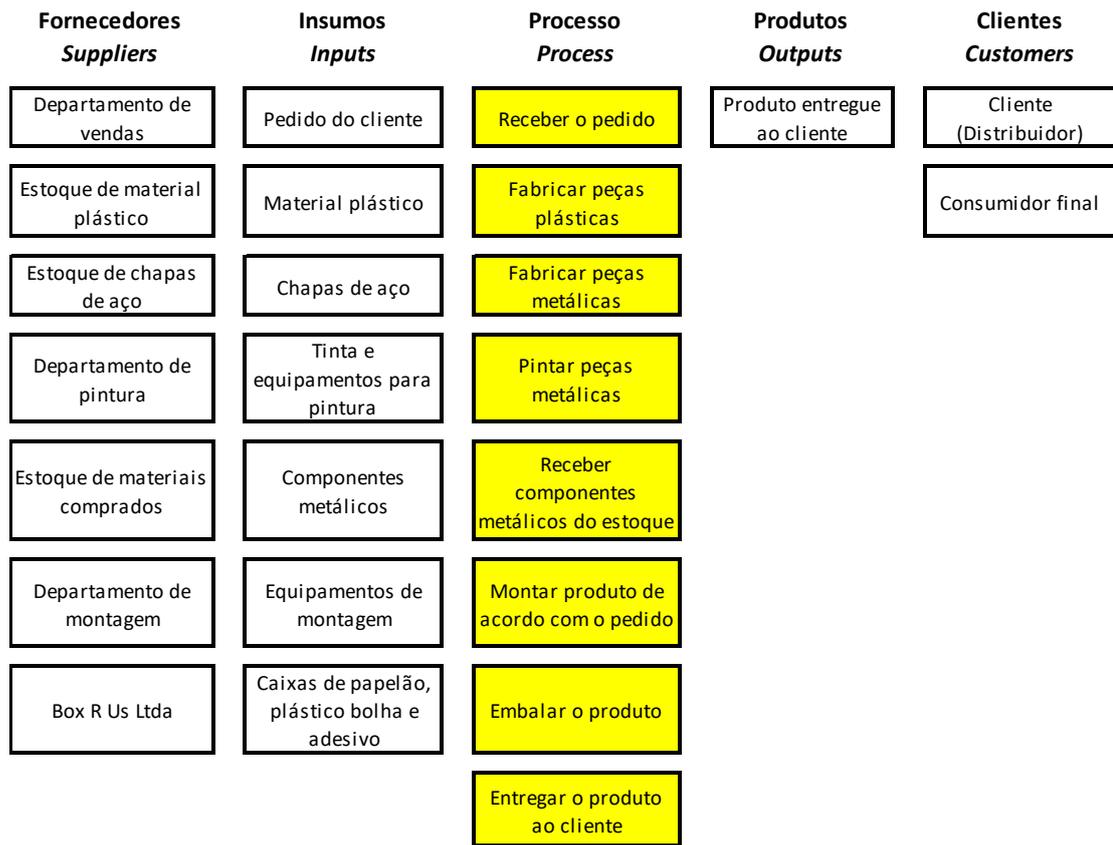
2.4.1 Ferramenta SIPOC

Segundo Werkema (2012), SIPOC é uma sigla em inglês para nomear uma ferramenta utilizada para descrever as características de um processo. No Seis Sigma essa ferramenta é desenvolvida na etapa de medição do método DMAIC e agrupa 5 elementos relevantes para visualização do escopo do projeto. Seus elementos podem ser divididos em:

- *Suppliers*: Fornecedores;
- *Inputs*: Insumos;
- *Process*: Processo;
- *Outputs*: Produtos;
- *Customers*: Clientes.

O modelo da ferramenta será exposto na Figura 7.

Figura 7 – Exemplo de SIPOC



Fonte: Werkema (2012, p. 89), adaptado.

Werkema (2012) acrescenta que, não é necessário haver detalhamento do processo na ferramenta SIPOC, sendo essa a responsabilidade de outras ferramentas como o fluxograma.

2.4.2 Diagrama de Pareto

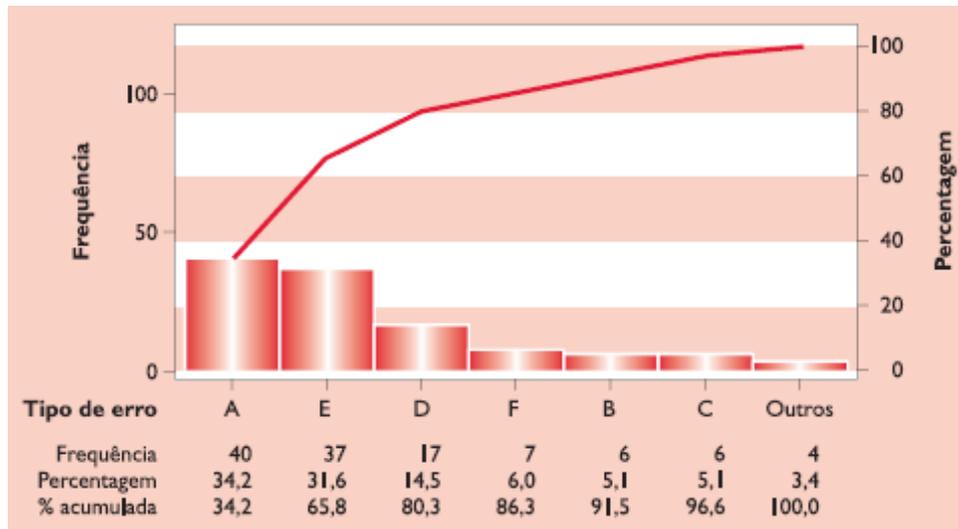
Segundo Braz (2014), o diagrama de Pareto é um gráfico que relaciona dados aos seus efeitos, no qual poucos itens são responsáveis pelo maior impacto nos resultados. Para o autor, existe uma concentração maior de oportunidades de melhoria em uma parcela de elementos em que devem ser investidos os esforços para correção ou obtenção de determinado efeito.

Para Braz (2014), o diagrama é um gráfico com três características determinantes. Primeiramente, os elementos do eixo horizontal representam o elenco de causas ou problemas que serão analisados, em segundo lugar as barras verticais apresentam a frequência ou o percentual que determinado elemento representa e por último a curva de porcentagem acumulada dos elementos. É importante ressaltar que as barras verticais são ordenadas de forma

decrecente, ou seja, as barras que contém os elementos de maior impacto se encontram nas primeiras posições do eixo horizontal.

A Figura 8 mostra um exemplo de gráfico de Pareto para melhor visualização de suas características.

Figura 8 – Exemplo de gráfico de Pareto



Fonte: Werkema (2012, p. 194).

De acordo com Braz (2014), a análise do gráfico de Pareto revela quais e quantos tipos de elementos devem ser interferidos, isso possibilita que posteriormente se compare gráficos de antes e depois para verificar se as ações de melhoria voltadas a problemas prioritários atingiram êxito.

2.4.3 Fluxograma

De acordo com Seleme e Stadler (2012), o fluxograma é um mapeamento visual das etapas de um processo que é composto detalhadamente por meio de símbolos. Essa ferramenta permite que se apresente o fluxo do processo e assim seja possível a identificação de *gaps* ou lacunas de melhoria.

Conforme Seleme e Stadler (2012), as vantagens no uso da ferramenta podem ser a padronização de procedimentos, a descrição de métodos e a análise detalhada de características relevantes do processo de maneira mais rápida e compreensível.

A simbologia utilizada nos fluxogramas pode ser sintetizada como no Quadro 3, cada uma das figuras remete ao significado de uma ação quando se constrói o desenho de determinado processo.

Quadro 3 - Simbologia do fluxograma

Símbolo	Significado
	Inspeção
	Operação
	Espera
	Transporte
	Armazenagem
	Decisão
	Sentido do fluxo

Fonte: Barros e Bonafini (2014, p. 56), adaptado.

2.4.4 *Brainstorming*

O *brainstorming* é uma ferramenta utilizada para um momento em que se tenha a intenção de gerar ideias através de uma reunião em que os diferentes indivíduos possam opinar independente de julgamentos e preconceitos. A liberdade de expressão é um fator determinante na construção da ferramenta, pois permite que ideias aparentemente simples ou insignificantes tornem-se reveladoras na busca por inovação e resolução de problemas (SELEME E STADLER, 2012).

De acordo com Seleme e Stadler (2012), o *brainstorming* deve seguir um roteiro dividido em três fases melhor representadas a partir do Quadro 4.

Quadro 4 - Etapas para realização do *brainstorming*

Fase	Etapa	Descrição
1	1	Escolher um facilitador para conduzir a reunião
	2	Formar grupos de até dez pessoas
	3	Escolher um ambiente adequado para geração de ideias
	4	Delimitar prazos para geração de ideias
2	5	Compartilhar e revisar ideias entre os participantes
	6	Registrar ideias em algum arquivo
3	7	Eliminar ideias duplicadas
	8	Eliminar ideias não relacionadas ao objetivo proposto
	9	Selecionar as ideias relevantes por consenso dos envolvidos

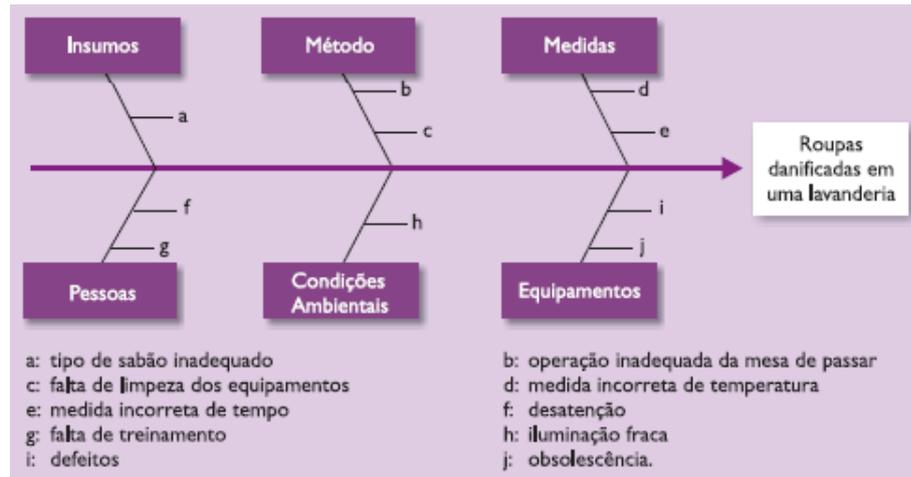
Fonte: Seleme e Stadler (2012, p. 56), adaptado.

Entre outros benefícios, Werkema (2012) destaca que o *brainstorming* é uma maneira rápida de se encontrar ideias para um determinado objetivo.

2.4.5 Diagrama de Ishikawa

Barros e Bonafini (2014) afirmam que, o diagrama de Ishikawa, denominado de outras formas como digrama de causa e efeito ou espinha de peixe é uma ferramenta da qualidade que busca elencar as causas relacionadas aos efeitos dentro de um processo de acordo com 6 categorias principais conhecidas como 6 Ms (Material, Mão de obra, Método, Máquina, Medição e Meio ambiente). Na Figura 9 é retratado um exemplo de diagrama em que pode ser visto sua estrutura comum de construção.

Figura 9 – Exemplo de diagrama de Ishikawa



Fonte: Werkema (2012, p. 204).

Para Barros e Bonafini (2014), o ideal é que o diagrama seja formulado de forma coletiva por meio da ferramenta de *brainstorming*, assim é possível que mais ideias na investigação de um problema sejam descobertas. Quanto mais pessoas envolvidas no processo puderem participar da construção do diagrama de causa e efeito, maior a chance de se encontrar a causa raiz do problema em questão. Os autores afirmam ainda que nem todas as categorias delimitadas na análise do diagrama de Ishikawa precisam necessariamente interferir no processo.

2.4.6 Matriz de priorização

Segundo Werkema (2012), a matriz de priorização (Quadro 5) é utilizada quando se deseja determinar as causas que mais afetam um problema. No DMAIC a ferramenta geralmente é utilizada na etapa de análise, onde pode existir um número extenso de causas apontadas que estão relacionadas a falha, então é necessário priorizar as causas de maior impacto para direcionar as ações que trarão mais resultado ao projeto.

Quadro 5 - Exemplo de matriz de priorização

		Problema prioritário			Total
		Atraso no tempo entre a chegada do material ao porto e o desembarço, decorrente da variação natural do processo de importação de polímeros por transporte marítimo.	Atraso no tempo entre a emissão do pedido e o embarque, decorrente da variação natural do processo de importação de polímeros por transporte marítimo.	Falta de ordem de fabricação de reagentes.	
Peso (5 a 10)		9	8	10	
Causa potencial	Tempo elevado de preparação de carga pelos fornecedores.	0	5	0	40
	Mudanças frequentes no roteiro de viagem feitas pelos fornecedores, sem comunicar à empresa.	5	5	0	85
	Deficiências do <i>software</i> utilizado na programação da produção.	1	0	5	59
	Falta de treinamento das pessoas que trabalham em áreas administrativas da empresa.	3	0	3	57
	Falhas nos registros de controle de estoques de matérias-primas usadas na fabricação de reagentes.	0	0	5	50
Legenda: 5 - correlação forte 3 - correlação moderada 1 - correlação fraca 0 - correlação ausente					

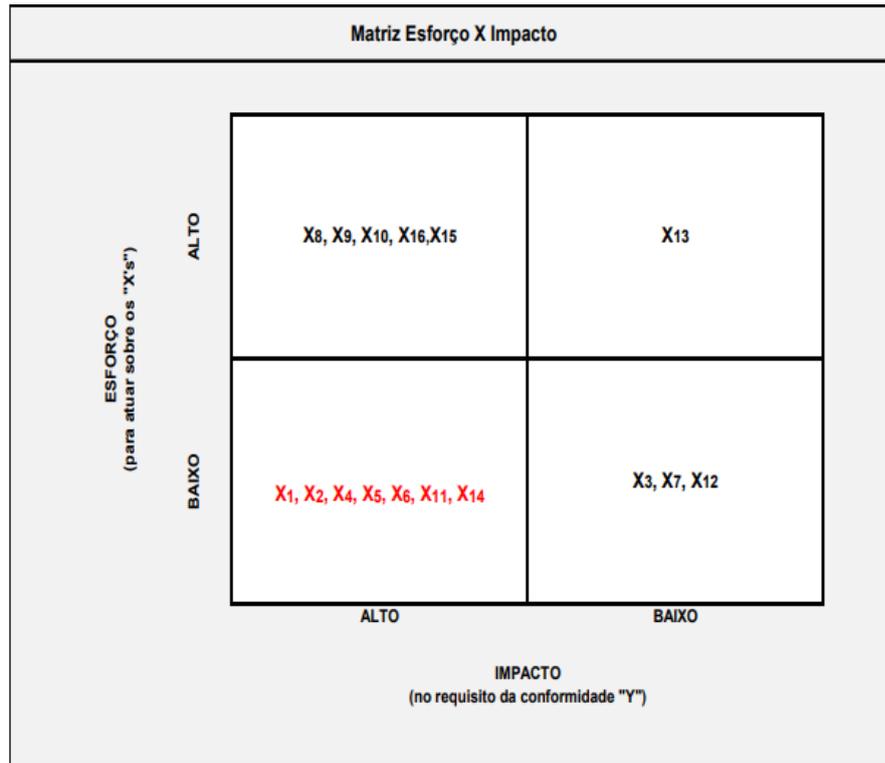
Fonte: Werkema (2012, p. 208), adaptado.

Como no exemplo do Quadro 5, a matriz é organizada de forma que as causas se organizam nas linhas da matriz e os problemas nas colunas. A cada correlação de linhas e colunas ou causas e problemas é atribuído um peso que varia em uma escala de ausência até forte ligação.

2.4.7 Matriz de esforço x impacto

De acordo com Silva (2015), a matriz esforço - impacto é uma matriz que é empregada em conjunto com a matriz de priorização que posiciona quais as variáveis de interesse, ou causas de um problema, devem ser atendidas primeiro. Para Rissi (2007) a matriz é construída através de um diagrama dividido em quatro quadrantes, que relacionam o impacto das causas do problema com o esforço para saná-las. Através da Figura 10, será retratado um exemplo de matriz esforço – impacto.

Figura 10 - Matriz esforço x impacto



Fonte: Silva (2015, p. 45).

Ambos os autores, Silva (2015) e Rissi (2007), afirmam que, primeiramente, deve-se priorizar as causas de menor esforço e maior impacto, pois além de serem viáveis apresentam um retorno considerável aos resultados. Por último, deve-se voltar a atenção para as variáveis do quadrante de maior esforço e maior impacto, avaliando a disponibilidade financeira para resolução dessas causas.

2.4.8 5 Porquês

Conforme Seleme e Stadler (2012), a técnica dos cinco porquês é utilizada quando se pretende descobrir a causa fundamental de um problema, de forma que o desdobramento de uma causa possibilite a descoberta de uma solução. A técnica consiste basicamente em perguntas repetidas sobre o porquê de determinado efeito acontecer, não necessariamente é preciso que se chegue até o quinto porquê, tendo em vista que é possível chegar na solução desejada antes disso. No Quadro 6 é exibido um exemplo da aplicação da técnica.

Quadro 6 – Exemplo de técnica dos 5 porquês

Perguntas (porquês)	Respostas encontradas
Por que o produto não foi entregue?	Porque não tinha embalagem.
Por que não tinha embalagem?	Porque a produção não entregou.
Por que a produção não entregou?	Porque não tinha a matéria-prima.
Por que não tinha a matéria-prima?	Porque o fornecedor não entregou.
Por que o fornecedor não entregou?	Porque houve atraso no pagamento.

Fonte: Seleme e Stadler (2012, p. 44), adaptado.

Com o auxílio da Quadro 6 confirma-se o que Seleme e Stadler (2012) afirmam sobre a técnica dos cinco porquês permitir um sequenciamento lógico do pensamento que facilita o detalhamento na análise de um problema.

2.4.9 Ferramenta 5W2H

O 5W2H, segundo Werkema (2012), consiste em um plano para que ações de melhoria sejam colocadas em prática. Esse plano organiza as ações de forma estruturada de acordo com os seguintes fatores:

- Qual ação a ser realizada (*What?*)
- Quem realizará a ação (*Who?*)
- Quando a ação será realizada (*When?*)
- Onde a ação será realizada (*Where?*)
- Por que a ação será realizada (*Why?*)
- Como a ação deve ser realizada (*How?*)
- Quanto custará para realizar a ação (*How much?*)

Para Carpinetti (2012), o objetivo dessa ferramenta é assegurar a implementação e a supervisão de ações planejadas, geralmente essa ferramenta é organizada em forma de tabela. No Quadro 7 pode ser visto um exemplo de aplicação da ferramenta.

Quadro 7 - Exemplo de 5W2H

Medida <i>WHAT</i>	Responsável <i>WHO</i>	Prazo <i>WHEN</i>	Local <i>WHERE</i>	Razão <i>WHY</i>	Procedimento <i>HOW</i>	Custo <i>HOW MUCH</i>
1. Elaborar a estória a ser relatada	Ana e Lillian	07/10/2011	Respectivas residências	Para evitar futuras contradições	Conversa telefônica	Custo da ligação telefônica
2. Relatar a estória	Ana e Lillian	09/10/2011	Gerência comercial

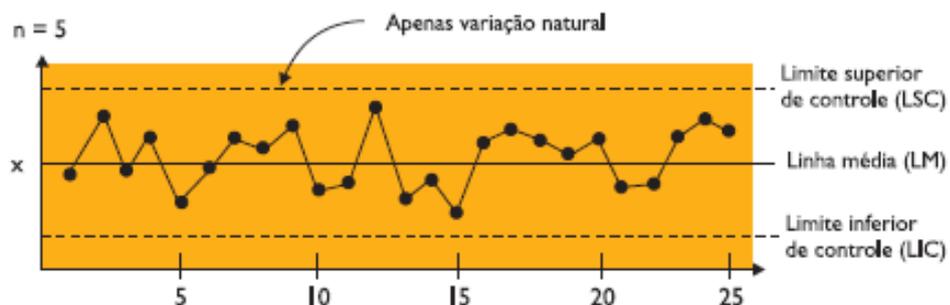
Fonte: Werkema (2012, p. 217), adaptado.

2.4.10 Gráfico de controle

De acordo com Barros e Bonafini (2012), o gráfico de controle teve seu início no século XX quando foi desenvolvido por Shewhart. O gráfico de controle possibilita a análise do desempenho de um processo segundo a variação de seus atributos ou variáveis, se o processo se aproxima do seu padrão é possível afirmar que o mesmo está sob controle, porém se existem variações bruscas que desvia o processo de sua média ou da variabilidade, individualmente ou simultaneamente, o processo está fora de controle e necessita ser avaliado para descoberta de causas que provoquem o efeito indesejado.

Para Barros e Bonafini (2012), os atributos dizem respeito ao atendimento ou não de determinada característica, ou ainda, a conformidade de um fator. Ramos (2014) afirma que, o gráfico contém três componentes importantes, o limite superior de controle (LSC), o limite inferior de controle (LIC) e a linha média (LM). Uma vez que o gráfico apresenta pontos fora do intervalo de controle, ele estará afirmando a interferência de uma causa especial. Os componentes do gráfico de controle podem ser vistos na Figura 11.

Figura 11 - Gráfico de controle



Fonte: Werkema (2012, p. 187).

Segundo Ramos (2014), essa ferramenta é utilizada na etapa de controle do método DMAIC, quando se pretende avaliar a performance do processo e se ações implementadas obtiveram êxito.

2.4.11 Índice de capacidade

De acordo com Carvalho (2014), o índice de capacidade ou a capacidade tem por finalidade medir se o processo é capaz. As métricas a serem utilizadas no Seis Sigma medem a distância da média em relação ao limite de especificação mais próximo em razão da quantidade de desvios padrão.

Embora os índices de capacidade tradicionais (C_{pk} , P_{pk}) se assemelhem as métricas do Seis Sigma, seus cálculos são diferentes, pois no Seis Sigma o processo é considerado como capaz quando sua média dista seis desvios padrão dos limites de especificação, já nas métricas tradicionais a média precisa estar a uma distância de três desvios padrão dos limites de especificação. Na Figura 12 é apontado as fórmulas do índices de capacidade tradicionais.

Figura 12 - Métricas tradicionais

$C_{pk} = \min \left(\frac{LSE - \mu}{3\sigma} ; \frac{\mu - LIE}{3\sigma} \right)$ <p>Em que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • μ é a média do processo • σ é o desvio-padrão do processo • LSE é o limite superior de especificação • LIE é o limite inferior de especificação 	$P_{pk} = \min \left(\frac{LSE - \bar{x}}{3s} ; \frac{\bar{x} - LIE}{3s} \right)$ <p>Em que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • \bar{x} é a estimativa da média • s é a estimativa do desvio-padrão • LSE é o limite superior de especificação • LIE é o limite inferior de especificação
---	--

Fonte: Carvalho (2014, p.167).

Para o cálculo do índice de capacidade do Seis Sigma é preciso considerar, segundo Carvalho (2014), os seguintes fatores mostrados na Figura 13.

Figura 13 - Métricas do Seis Sigma

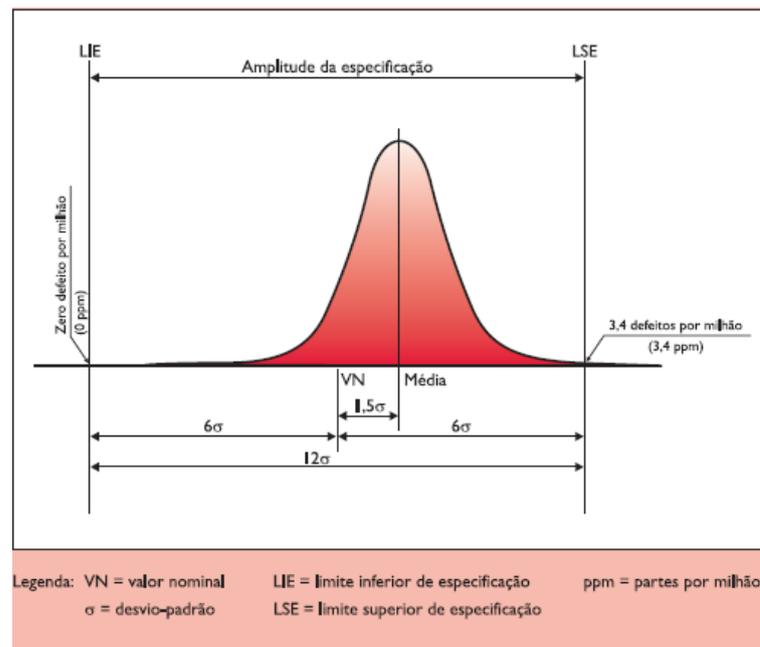
$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \rightarrow \min. \begin{cases} \rightarrow z_l = \frac{\text{LIE} - \mu}{\sigma} = \frac{(\mu - 6\sigma) - \mu}{\sigma} = -6 \\ \rightarrow z_s = \frac{\text{LSE} - \mu}{\sigma} = \frac{(\mu + 6\sigma) - \mu}{\sigma} = 6 \end{cases}$$

Em que:
 $P(x < \text{LIE}) = P(z < -6) = 1,25$ partes por bilhão
 $P(x > \text{LSE}) = P(z > +6) = 1,25$ partes por bilhão
 z_l : índice de capacidade inferior
 z_s : índice de capacidade superior

Fonte: Carvalho (2014, p.169).

Essa fórmula resulta, segundo Carvalho (2014), em um índice de capacidade de longo prazo (Z_{LP}), que considera variações no processo de até 1,5 desvios padrão em relação à média. Na Figura 14 pode ser visto o gráfico de capacidade do Seis Sigma.

Figura 14 - Índice de capacidade do Seis Sigma



Fonte: Werkema (2012, p. 231).

Segundo Carvalho (2014), para se obter o índice de capacidade potencial do processo é preciso considerar o deslocamento equivalente a 1,5 desvios padrão, sendo assim é possível encontrar a capacidade de curto prazo (Z_{CP}) da seguinte maneira:

$$Z_{CP} = Z_{LP} + 1,5$$

Carvalho (2014) afirma que um processo com capacidade Seis Sigma, possui sua capacidade de curto prazo ou potencial (Z_{CP}) igual a seis, porém como ao longo do tempo esse processo sofreu variações, sua capacidade de longo prazo (Z_{LP}) deve ser considerada igual a 4,5. O Quadro 8 mostra os índices de curto e longo prazo do Seis Sigma.

Quadro 8 - Índices de curto e longo prazo do Seis Sigma

Z_{CP}	Z_{LP}	PPM
6	4,5	3,4
5	3,5	233
4	2,5	6210
3	1,5	66807
2	0,5	308537

Fonte: Carvalho (201, p.171), adaptado.

Dessa forma Carvalho (2014), afirma que é possível determinar a probabilidade de o processo trabalhar livre de falhas. Se o índice de capacidade se aproxima do nível 6 sigma mostra que melhor será a performance do processo, caso contrário, maior será o número de defeitos relacionados a ele.

2.5 Logística

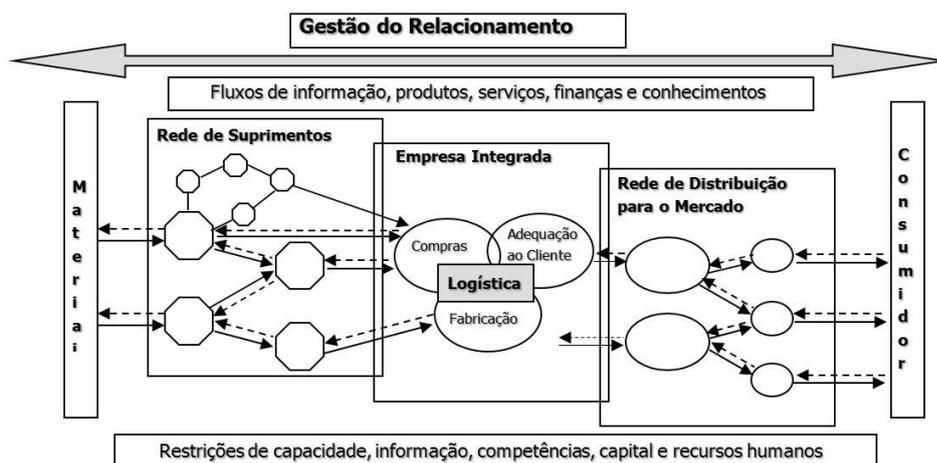
Segundo Novaes (2007), a logística teve sua origem em guerras militares, quando era necessário ter recursos a disposição para o mantimento das tropas. Esses recursos precisavam se deslocar e apoiar os militares em suas estratégias de guerra, desse modo se deu início a logística militar que era então representada por grupos logísticos militares que trabalhavam na retaguarda da operação. O conceito de logística evoluiu e foi implementado nas organizações empresariais que necessitavam transportar produtos acabados das fábricas para os armazéns ou lojas físicas dos seus clientes ou ainda quando necessitavam do armazenamento de matéria prima nos estoques em quantidade mínima para o atendimento da manufatura. Novaes (2007) acrescenta ainda que, a logística era tida pelos executivos como uma área de suporte e por isso, não agregava valor ao produto, apenas custo.

De acordo com Ballou (1993), a logística empresarial pode ser definida como o agrupamento de todas as atividades de movimentação e armazenamento, permitindo o fluxo de informação e de materiais desde a compra da matéria prima até o consumidor final, com a finalidade de promover um nível de serviço coerente com a exigência do cliente a um custo razoável. Para Novaes (2007), o conceito de logística empresarial evoluiu e passa hoje a agregar valor de tempo, lugar, informação e qualidade para a cadeia produtiva. Assim, a logística moderna deixa de ocupar uma posição negativa na qual era vista apenas como centro de custo e passa então a eliminar o que não possui valor para o cliente, otimizando recursos e reduzindo os custos do processo.

Bowersox, Closs e Cooper (2007, p.4) afirmam que, “[...] a logística é um subconjunto e ocorre dentro do quadro mais abrangente de uma cadeia de suprimentos.” Os autores conceituam cadeia de suprimentos como a colaboração entre empresas, com o apoio de redes de fornecimento e distribuição no compartilhamento de fluxos e restrições de recursos como estratégia para o ganho de vantagem competitiva. A cadeia de suprimentos resulta na sinergia de empresas em operacionalizar o negócio de determinada organização aos seus clientes, para melhorar seu desempenho. Para Ayres (2009) no âmbito de estratégias e decisões, o gerenciamento da cadeia de suprimentos assume a posição de toda a cadeia envolvida e não somente de uma única empresa.

Bowersox, Closs e Cooper (2007) complementam o conceito anterior adicionando que existem cinco fluxos críticos que integram uma cadeia de suprimentos, são eles o fluxo de informação, de produto, de serviço, financeiro e de conhecimento. A estrutura de uma cadeia de suprimentos pode ser melhor representada a partir da Figura 15.

Figura 15 - Cadeia de suprimentos integrada



Fonte: Bowersox, Closs e Cooper (2007, p.6).

Segundo Ballou (2006), a logística não se restringe apenas a gestão do fluxo de produtos desde seu fornecimento até o seu cliente, existe o que hoje se chama de logística reversa. A logística reversa é o tratamento dos produtos após o mesmo tornar-se obsoleto ou inoperante, quando são devolvidos para a sua origem e a partir daí serão destinados ao descarte ou conserto.

De acordo com Bowersox, Closs e Cooper (2007), para gestão eficiente de uma cadeia de suprimentos é necessária a integração de cinco áreas chave da gestão logística. Essas cinco áreas podem ser conhecidas como processamento de pedidos, estoques, transporte, armazenamento, manuseio de materiais e embalagem e por último, rede de instalações. O relacionamento dessas áreas de trabalho da logística resultam no êxito da implementação da gestão da cadeia de suprimentos.

2.6 Centro de distribuição

Os sistemas de distribuição são de acordo com Lacerda (2000), uma estratégia econômica para solucionar os problemas de localização geográficas entre mercados distantes dos centros fabris. Desse modo, os sistemas de distribuição possibilitam um melhor atendimento do cliente, devido ao seu tempo de atendimento ser menor e a sua disponibilidade de estoques maior. Lacerda (2000) acrescenta que, existem diferentes estruturas de distribuição e cada uma contribui de maneira distinta para o nível de serviço prestado ao cliente. Pode-se destacar duas estruturas principais, a estrutura escalonada, onde um armazém se comunica com centros de distribuição próximos as áreas geográficas do mercado consumidor e as estruturas diretas em que os armazéns escoam seus produtos diretamente para o cliente.

Segundo Bowersox e Closs (2010), existem diversos tipos de depósitos, como centros de distribuição, *cross-dock*, terminais de consolidação e *break bulk* e estes podem ou não exercer a função de armazenagem de materiais. Além disso, os depósitos também podem ser caracterizados como um estabelecimento para processamento e movimentação de produtos. De acordo com Taylor (2005, p.322), um centro de distribuição (CD) pode ser definido como:

Instalação de armazenagem em que os produtos podem ser organizados, classificados, montados, embalados e/ou armazenados temporariamente à medida que são transferidos em um determinado segmento de uma cadeia de suprimentos. O centro de distribuição difere do armazém principalmente porque seu foco está na simplificação da distribuição, e não na manutenção de estoques.

Para Lacerda (2000), o objetivo principal de um centro de distribuição é oferecer um rápido atendimento aos clientes, quando estes estão localizados em áreas geográficas distantes

da manufatura, o que se apresenta como uma vantagem para o Brasil, um país de dimensões continentais.

Conforme Chopra e Meindl (2011), a armazenagem em centros de distribuição exige um nível de estoque maior devido ao seu nível de agregação, por isso essa opção de armazenagem é benéfica para itens de movimentação rápida. Os custos relacionados a depósitos como centros de distribuição podem ser considerados altos, pois nesses locais existe um processamento de materiais mais intenso que exige instalações adequadas. Devido ao nível de processamento e ao volume de entregas elevado é necessário existir uma programação de expedição, afirmam Chopra e Meindl (2011).

De acordo com Lacerda (2000), os centros de distribuição fazem parte da cadeia de suprimentos e apresentam vantagem na consolidação de cargas advindas da manufatura, que reduzem a necessidade do transporte de cargas fracionadas em percursos longos. Bowersox e Closs (2010) afirmam que os depósitos também possibilitam o processamento e a entrega de produtos variados ao cliente em um único pedido, o que aumenta o nível de prestação de serviço.

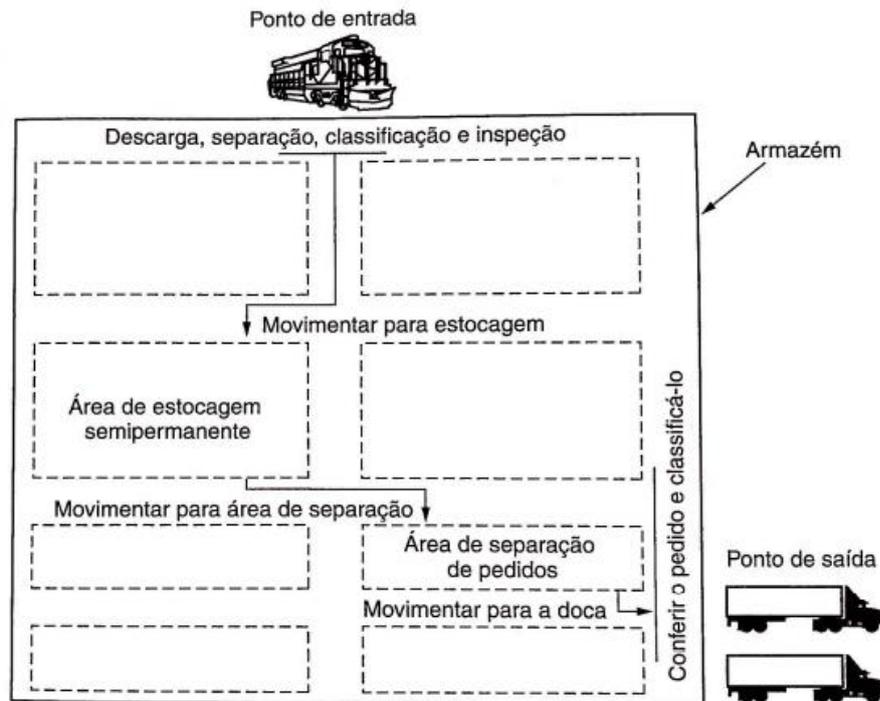
Em resumo, Pontes e Albertin (2018) afirmam que as atividades relevantes de um centro de distribuição podem ser sequenciadas da seguinte maneira:

- a) recebimento de materiais de diversos fornecedores e/ou da manufatura;
- b) movimentação dos produtos no estoque;
- c) armazenagem de produtos no estoque;
- d) manuseio e separação de pedidos;
- e) embalagem;
- f) sorteamento e expedição de pedidos.

2.7 Separação de pedidos

Ballou (2006) afirma que, existem duas funções de estocagem relevantes dentro de um armazém, a função de guarda de produtos e a função de movimentação de materiais, esta última é caracterizada por carga e descarga, movimentação dos produtos no interior do armazém e separação de pedidos. Bowersox e Closs (2010, p.349) acrescentam que, “O objetivo primordial do manuseio é a separação das cargas de acordo com as necessidades dos clientes. As três atividades principais do manuseio são o recebimento, o manuseio interno e a expedição.” As funções de um armazém podem ser melhores representadas a partir da Figura 16.

Figura 16 - Atividades de manuseio e estocagem em um CD



Fonte: Ballou (2006, p. 275).

Ainda de acordo com Ballou (2006), a seleção de pedidos feitos a partir das ordens do cliente pode ocorrer de duas maneiras, por meio de áreas de estocagem de grandes volumes ou de áreas de separação de pedidos que possibilitam o fluxo de produtos fracionados, ou em menor volume, entretanto o manuseio de pedidos de menor volume se mostra mais oneroso para a organização, uma vez que exige mão – de – obra elevada. Conforme Rodrigues (1999), a atividade de separação permite a coleta de um mix de produtos variados e representa cerca de 30% a 40% dos custos de mão – de – obra.

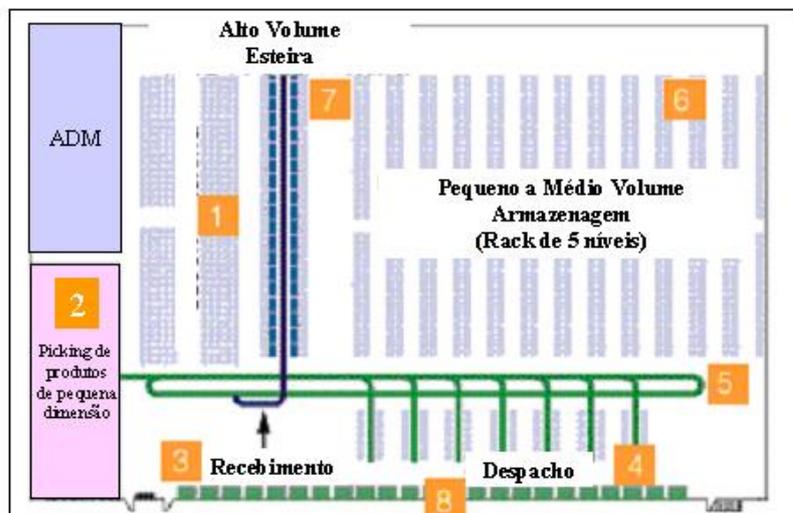
Segundo Lima (2002) o aumento do número de pedidos, que sofreu impacto de novos produtos e da variedade de produtos com características de cores, modelos e embalagens diferentes, aliado ao aumento das vendas diretas ao consumidor, surtiu a necessidade de novas exigências para operação logística. Dessa forma, as empresas precisaram investir em modelos de armazenagem que fossem capazes de atender ao aumento da variedade e do número de pedidos em um tempo menor. A logística de armazenamento se reconfigurou no que Lima (2002) afirma haver uma transição de armazéns com produtos acabados para centros de distribuição que possuem a separação de pedidos, do inglês *picking*, como uma de suas atividades principais.

A atividade de separação é então uma estratégia de redução de tempo e deslocamento de operadores para que se possa ser mais eficiente na produção de pedidos. Conforme Lima

(2002), a atividade de separação de pedidos requer uma área exclusiva dentro dos armazéns que é influenciada pela quantidade de pedidos separados por dia, tempo disponível para separação, variedade dos itens a serem separados e tamanho das unidades de separação.

Para Rodrigues (1999), existem algumas premissas básicas que devem ser aplicadas para atividades de separação de pedidos, entre elas identificar produtos de alto giro e posicioná-los próximo aos operadores, facilitando seu acesso e seu ressuprimento. Além disso, os produtos de menor giro também devem possuir uma área específica no armazém. Já as esteiras posicionadas próximo aos produtos de alto giro, permitem a recepção da lista de pedidos e o seu escoamento, eliminando movimentos desnecessários da operação, toda essa configuração pode ser visualizada através da Figura 17.

Figura 17 - Layout básico de uma área de *picking*



Fonte: Rodrigues (1999).

Lima (2002) afirma que, existem então quatro métodos de trabalho principais para a separação de pedidos, são eles o *picking* discreto no qual o operador separa um pedido por vez, geralmente utilizado para unidades de grande volume, o *picking* por zona, neste método existem divisões segmentadas do armazém em que cada operador é subordinado a uma zona específica, dessa forma o operador separa itens do pedido que pertencem a sua zona e o pedido final é formado pelas diversas zonas da qual foi composto, o *picking* por lote, onde o operador separa unidades de produto para mais de um pedido, ou seja para um grupo de pedidos, permitindo uma produtividade maior já que dessa maneira o operador separa de maneira conjunta e, finalmente, o *picking* por onda, no qual os pedidos são coletados em faixas de horários

específicas do dia, combinando a atividade de separação de pedidos com a expedição dos mesmos.

Para Bowersox, Closs e Cooper (2007), existem diversos sistemas de manuseio de materiais e a escolha do sistema deve levar em consideração alguns princípios básicos como proporcionar vazão ao fluxo de produtos. Existem sistemas de manuseio mecanizados, automatizados, semi-automatizados e orientados pela informação, esses sistemas impactam consideravelmente a produtividade logística. Segundo Lima (2002), as características da operação, os produtos separados, o limite de erros da separação e o orçamento disponível são fatores que interferem na escolha do sistema de *picking*.

2.8 Desempenho logístico

De acordo com Bowersox e Closs (2010), o cliente é o ponto central que estabelece a necessidade da mensuração do desempenho logístico. Para os autores, o desempenho logístico para atender o nível de serviço exigido pelo cliente acrescenta valor para todos os envolvidos em uma cadeia de suprimentos, dessa maneira, é de significativa importância que sejam identificadas e priorizadas as atividades logísticas que possuam a finalidade de alcance dos objetivos operacionais.

Bowersox e Closs (2010, p.71) acrescentam que, “um programa de serviço ao cliente também deve incorporar medidas de monitoramento de desempenho. O desempenho deve ser monitorado para atingir metas e ter relevância”. Segundo Bowersox e Closs (2010), existem três aspectos importantes quando se fala em atendimento básico do serviço ao cliente são eles a disponibilidade, o desempenho operacional e a confiabilidade.

Além dos aspectos básicos relacionados ao serviço ao cliente, existe uma crescente preocupação de empresas em utilizar a logística como um diferencial competitivo e dominar a fidelidade de seus clientes. Nesse cenário, as empresas procuram atender não só os aspectos básicos de serviço ao cliente como disponibilidade de estoque e prazo de entrega, mas também em processar o pedido por todo seu ciclo de vida sem defeitos, o que é denominado de pedido perfeito (BOWERSOX; CLOSS, 2010).

O pedido perfeito conforme Bowersox e Closs (2010), é um conceito fortemente influenciado pela qualidade em processar o pedido corretamente desde a primeira vez. O empenho em entregar pedidos com zero defeitos está relacionado a ambição da empresa em

tornar-se um fornecedor preferível para o cliente, enquanto este deseja que o desempenho esperado seja realmente cumprido.

Finalmente, Bowersox e Closs (2010) ressaltam a que, o monitoramento do desempenho logístico permite que as empresas identifiquem oportunidades de melhoria em suas atividades para entregar com efetividade o que o cliente espera.

2.8.1 Indicadores de desempenho logístico

Segundo Gonçalves (2013), indicadores de desempenho possuem além da sua função principal de supervisão do rendimento de uma empresa, de um processo ou de uma cadeia de suprimentos, a função de apontar lacunas de melhoria para que se façam investimentos pertinentes ao negócio.

Para Gonçalves (2013), a escolha de indicadores importantes a serem mensurados no âmbito logístico depende dos aspectos operacionais e do fluxo para disponibilização de produtos e serviços pela rede, dessa forma, fica a critério da organização priorizar aqueles indicadores que melhor revelam a sua performance.

Existem duas categorias de indicadores de desempenho a serem monitorados de acordo com Gonçalves (2013), os indicadores internos que medem o rendimento dos processos internos de uma empresa e os indicadores externos que objetivam a mensuração da cadeia logística, ou seja, do nível operacional da empresa e de seus parceiros logísticos.

Bowersox e Closs (2010) dividem os indicadores internos de desempenho logístico em cinco categorias, são elas:

- Indicadores de custo;
- Indicadores de serviço ao cliente;
- Indicadores de produtividade;
- Indicadores de gestão de ativos;
- Indicadores de qualidade.

Conforme Bowersox e Closs (2010), os indicadores de qualidade se referem aos processos internos quando se pretende mensurar atividades operacionais relacionadas ao atendimento do pedido. Mensurar indicadores de qualidade avalia então se o pedido percorreu cada etapa de entrada de pedido, liberação de crédito, disponibilidade de estoque, separação precisa, entrega no prazo, faturamento correto e pagamento sem deduções, livre de erros.

Gonçalves (2013) ainda classifica alguns exemplos de indicadores de atendimento de pedidos, são eles:

- Entrega no prazo;
- Índice de atendimento de pedidos;
- Acurácia dos pedidos;
- Acurácia da linha de pedidos;
- Tempo de ciclo do pedido.

Gonçalves (2013) acrescenta a importância do acompanhamento sistemático dos indicadores bem como sua evolução, que pode ser feita a partir da utilização de gráficos.

3 ESTUDO – AÇÃO

Neste capítulo será abordado o histórico da empresa, a caracterização do centro de distribuição e a situação problema que motivou a aplicação do método DMAIC. Em seguida, será abordado sobre a caracterização do método aplicado e o desenvolvimento das etapas do método.

3.1 Histórico da companhia

A empresa onde o presente trabalho foi desenvolvido é uma companhia multinacional que se situa no setor de cosméticos e moda casa, existente a 60 anos no mercado brasileiro e 130 anos no mercado internacional. A companhia nascida nos Estados Unidos, migrou para o Brasil no ano de 1958, país que representa a maior operação da companhia e detém sua maior força de vendas.

A companhia possui uma cartela extensa de produtos, com mais de 15 marcas de cosméticos em seu portfólio, que compreendem maquiagens, perfumes, esmaltes, hidratantes, produtos de higiene pessoal e produtos para cabelo produzidos pela própria companhia. Quanto aos produtos da categoria de moda casa apenas uma parte é fabricada pela companhia, que são roupas, acessórios e produtos de utilidade doméstica, porém existem fornecedores externos que complementam a cartela de opções com eletrodomésticos, livros, calçados e produtos infantis.

No Brasil, a organização possui unidades nos seguintes estados, São Paulo (Fábrica em Interlagos e Centro de Distribuição em Cabreúva), Bahia (Centro de Distribuição) e Ceará (Centro de Distribuição) e conta com cerca de 1,5 milhão de revendedoras autônomas que representam a força de vendas diretas da companhia e interagem com o público brasileiro. A sede da empresa no Brasil se localiza junto a fábrica em Interlagos e concentra a maioria da equipe administrativa da companhia.

A empresa se apresenta como uma das maiores companhias de beleza e cosméticos do mundo e sua operação é caracterizada pela venda direta de produtos a partir de folhetos e revistas que são utilizados por representantes de vendas. Devido ao seu alto volume de vendas foi necessário que a companhia consolidasse uma operação logística capaz de atender ao mercado consumidor e a estrutura de vendas diretas no país.

A companhia se programa de acordo com um calendário de vendas dividido em 19 campanhas ao longo do ano, cada campanha tem duração média de 15 dias e é através delas que

as revendedoras formalizam seu pedido de compra. A campanha (CP) representa um espaço de tempo na qual os produtos são disponibilizados para venda, em geral ela traz os produtos clássicos, que não saem de linha, os lançamentos e as coleções específicas do período.

3.2 Caracterização do centro de distribuição

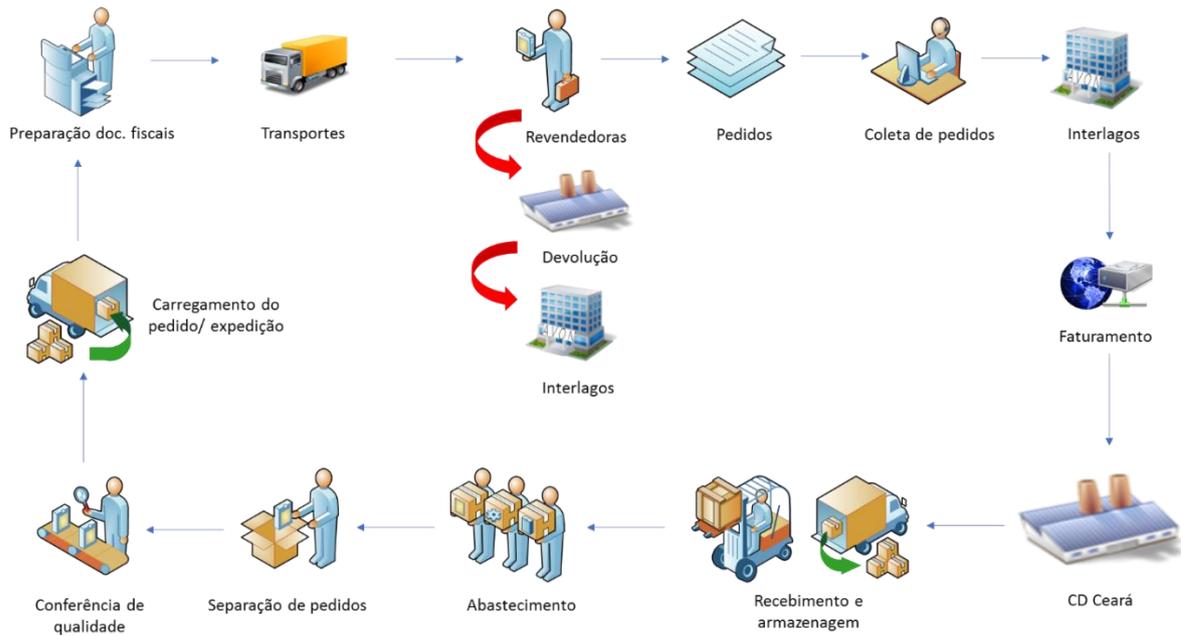
O centro de distribuição da empresa em estudo existe há pelo menos 20 anos e se localiza no município de Maracanaú no estado do Ceará, hoje esse centro de distribuição atende cerca de 12% das vendas de todo Brasil, concentrando-se principalmente entre as regiões norte e alto nordeste (Ceará, Piauí e Maranhão), e é um dos 10 maiores centros de distribuição da organização no mundo. O centro de distribuição do Ceará caracteriza-se funcionalmente pela fragmentação dos produtos em caixas de pedidos que serão direcionados as revendedoras de acordo com os pedidos da campanha vigente.

Hoje o centro de distribuição do Ceará não recebe materiais advindos de outros fornecedores, a carga é escalonada do centro de distribuição da companhia em Cabreúva e posteriormente é enviada para o centro de distribuição da Bahia e do Ceará. No centro de distribuição do Ceará, a fragmentação dos produtos recebidos pode ser dividida em quatro macroetapas, são elas:

1. Recebimento e armazenagem;
2. Abastecimento;
3. Separação de pedidos;
4. Expedição.

Na primeira etapa de recebimento e armazenagem, os caminhões contendo produtos de diversos fornecedores advindos do centro de distribuição de Cabreúva são descarregados e armazenados nas posições do estoque do centro de distribuição. Em seguida, se o material estiver disponível para venda na campanha, esses produtos serão destinados ao abastecimento das linhas de separação de pedidos. Nas linhas de separação de pedidos as caixas de cada revendedora serão montadas e finalizadas de acordo com a região do país que essa revendedora se localiza, conhecida como setor. Finalmente, as caixas serão expedidas e carregadas nos caminhões. Todo esse fluxo que ocorre no centro de distribuição pode ser sistematizado e visto na Figura 18.

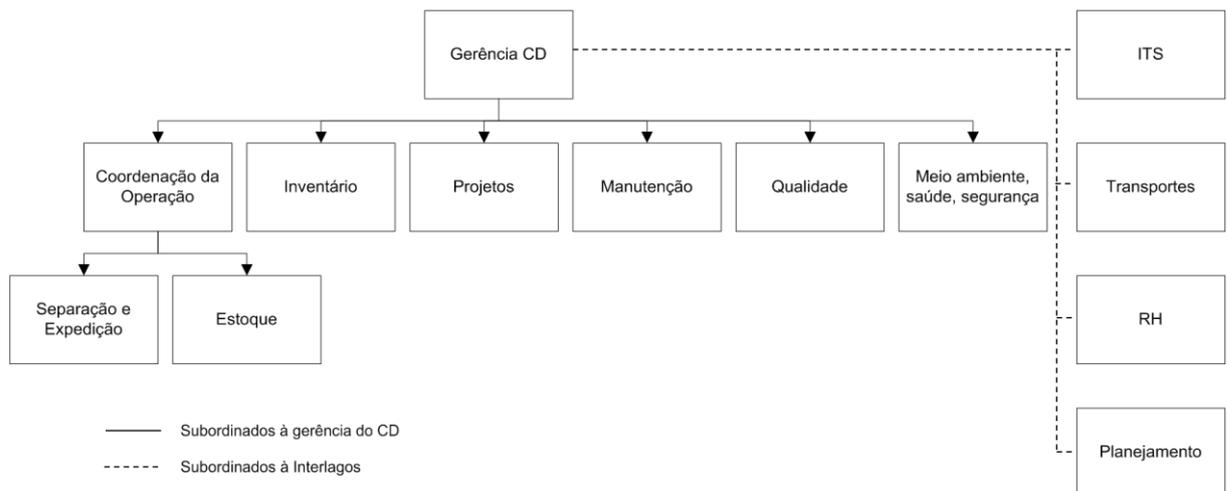
Figura 18 - Fluxo operacional do centro de distribuição



Fonte: elaborado pela autora.

Basicamente, o centro de distribuição está organizacionalmente dividido em áreas operacionais e administrativas que se relacionam para atender a operação de maneira eficaz. Entre funcionários efetivos e terceirizados, o centro de distribuição do Ceará possui aproximadamente 320 funcionários divididos em dois turnos de trabalho. O organograma simplificado do centro de distribuição pode ser visto na Figura 19.

Figura 19 - Organograma do centro de distribuição



Fonte: elaborado pela autora.

3.3 Problematização do estudo

O cenário de uma companhia pode ser refletido pelo desempenho dos seus indicadores estratégicos, pois eles traduzem a performance da empresa em servir seus clientes. Quando se trata de um centro de distribuição muitos desses indicadores estão relacionados ao nível de serviço que a organização oferece ao público no que diz respeito a qualidade no atendimento dos pedidos.

Nesse contexto, um dos principais indicadores de desempenho existentes na empresa de estudo é o indicador de qualidade aleatória, responsável por mensurar a qualidade do processo de separação de pedidos em produzir pedidos conformes, e por conforme deve-se entender a garantia de que o pedido estará de acordo com o que a representante de vendas exigiu na campanha.

O indicador de qualidade aleatória é um indicador de mensuração global, em que todos os centros de distribuição são responsáveis por administrar os seus resultados, porém a meta do indicador varia de acordo com cada centro, influenciado pela capacidade local e pelo seu nível de automação. Esse indicador é mensurado a partir de um sistema de conferência aleatória que inspeciona caixas com produtos antes das mesmas serem expedidas, esse sistema permite que sejam identificados e classificados os erros de separação de pedidos.

A quantidade de pedidos com erro versus a quantidade de pedidos conferidos na campanha representa o índice de pedidos defeituosos e a partir desse índice é calculado o indicador de qualidade aleatória. O cálculo pode ser brevemente representado pela fórmula a seguir.

$$\% \text{ Indicador de qualidade aleatória} = 1 - \frac{\text{Número de pedidos com erro}}{\text{Número de pedidos conferidos}} \quad (1)$$

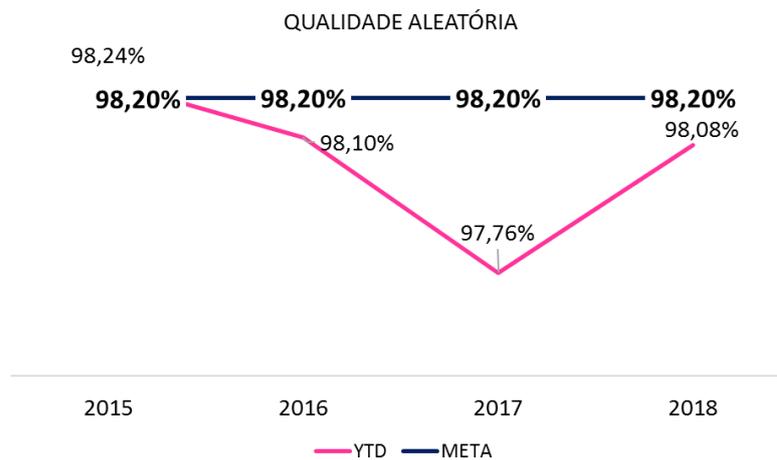
A importância do indicador para companhia se resume na capacidade que os centros de distribuição possuem em atender as demandas das revendedoras, entregando um serviço confiável e de qualidade. O indicador não só traduz a capacidade do processo de separação em produzir pedidos conformes como também reflete a capacidade da companhia em entregar o pedido perfeito, agregando para uma experiência positiva das revendedoras com a companhia.

O histórico do indicador de qualidade aleatória no centro de distribuição do Ceará, sofreu uma queda desde 2015 e devido a este fato houve a necessidade em investigar quais os ofensores que impediam o indicador de alcançar sua meta. Em razão do problema de baixa do

indicador operacional, entendeu-se que não identificar e não propor melhorias as causas relacionadas ao processo de separação de pedidos, prejudicaria a empresa na obtenção de vantagem competitiva entre seus concorrentes.

A Figura 20 exibe o histórico do indicador de qualidade aleatória nos últimos três anos e o resultado do mesmo até março do ano de 2018, antes do interesse em desenvolver o estudo. A meta do indicador para o centro de distribuição do Ceará é de 98,2% e como visto na Figura 20, percebe-se que os resultados se apresentavam aquém do esperado.

Figura 20 - Histórico do indicador de qualidade aleatória



Fonte: elaborado pela autora.

O *year to date* (YTD) representa o resultado acumulado do ano até o período em que foi mensurado, por isso, o valor apontado para o ano de 2018 ainda é um reflexo do indicador de qualidade aleatória nas campanhas anteriores a aplicação do método DMAIC.

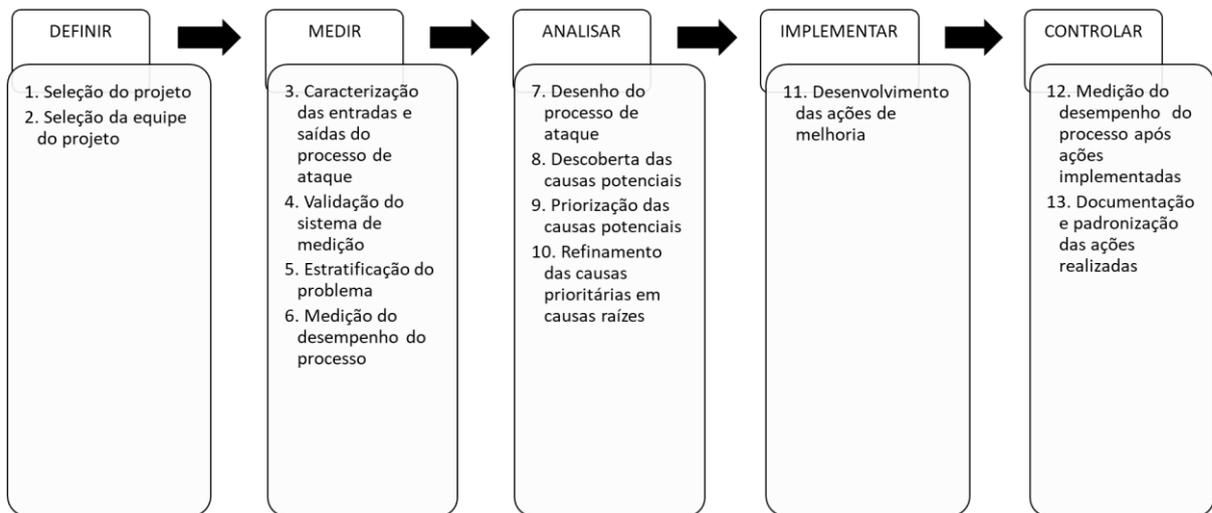
A meta do indicador de qualidade aleatória foi estabelecida pela alta gestão da companhia por meio de *benchmarkings* com empresas externas que possuíam processos semelhantes de separação de pedidos. No caso do centro de distribuição do Ceará o processo de separação é predominantemente manual, dessa forma, a consenso dos gestores, deslocou a meta para um nível inferior das demais unidades da companhia, uma vez que se assumiu uma margem de erro maior para um processo pouco automatizado.

3.4 Método proposto

Nesta seção do trabalho será detalhado o método para apoiar o alcance dos objetivos da pesquisa e direcionar a aplicação do DMAIC em um contexto organizacional. O método proposto será construído com o auxílio da revisão bibliográfica dos vários autores citados com a finalidade de suportar a implantação do projeto Seis Sigma e proporcionar a resolução da questão central do estudo citada no primeiro capítulo.

O método proposto se divide em 5 fases, de modo a coincidir com as etapas do método DMAIC (Definição, Medição, Análise, Implementação de melhorias e Controle). Cada fase irá conter suas etapas de desenvolvimento, adaptadas à realidade da empresa, buscando priorizar as atividades relevantes do método DMAIC. Por meio do fluxograma da Figura 21, é possível visualizar a composição do método proposto.

Figura 21 - Etapas do método adaptado



Fonte: elaborado pela autora.

3.4.1 Primeira fase – Definir

Na fase de definição, o principal objetivo será expor os interesses internos da empresa para o desenvolvimento do projeto Seis Sigma e o escopo do projeto. Além disso, essa fase irá mencionar a equipe que compôs e conduziu o projeto, formado por membros de diferentes áreas

funcionais tanto da administração como da operação da empresa em estudo da qual a autora fez parte. Para o desenvolvimento do projeto assumiu-se a premissa de que toda a equipe era composta por membros familiarizados com o método DMAIC com certificação *Yellow Belt*, *Green Belt* ou *White Belt*.

3.4.2 Segunda fase – Medir

Na fase de medição será exposto o contexto no qual o processo de ataque está inserido, bem como suas entradas e saídas. Em seguida será detalhado o sistema de medição utilizado para coleta de dados do processo no que diz respeito a presença ou ausência de falhas. Com o sistema de medição caracterizado, serão definidas as categorias de problema resultantes das falhas no processo de ataque e, por último, será apresentado o desempenho do processo antes das ações de melhoria.

3.4.3 Terceira fase – Analisar

Na fase de análise será retratado o mapeamento do processo de ataque em um nível de detalhamento maior. Nessa etapa serão exploradas as causas especiais que interferiam negativamente no processo e provocaram efeitos indesejados, ou seja, suas falhas. Após esse levantamento será exposto o refinamento das causas potenciais, com o objetivo de classificar quanto ao impacto no processo e quanto ao esforço para eliminá-las. A fase de análise possui um importante papel, pois é decisiva para a construção do plano de melhoria da fase posterior.

3.4.4 Quarta fase – Implementar melhorias

Na fase de implementação, após a investigação das causas potenciais e das oportunidades de melhoria do processo em estudo, será exibido o plano de ações elaborado com ações de curto, médio e longo prazo. O plano possui a finalidade de corrigir as falhas do processo ou criar barreiras para que elas não aconteçam. As ações devem ser construídas pela equipe do projeto e validadas pela alta gestão da empresa.

3.4.5 Quinta fase – Controlar

Na fase de controle será apresentada a nova medição do desempenho do processo com o objetivo de verificar se as ações implementadas trouxeram o resultado esperado. Uma vez feita a análise, essa etapa valida as possíveis mudanças no processo de maneira definitiva, por meio da atualização e padronização de documentos e instruções de trabalho.

3.5 Desenvolvimento das fases

Neste tópico será detalhado como foi desenvolvida cada etapa para implementação do projeto Seis Sigma na empresa de estudo.

3.5.1 Fase I: Definir

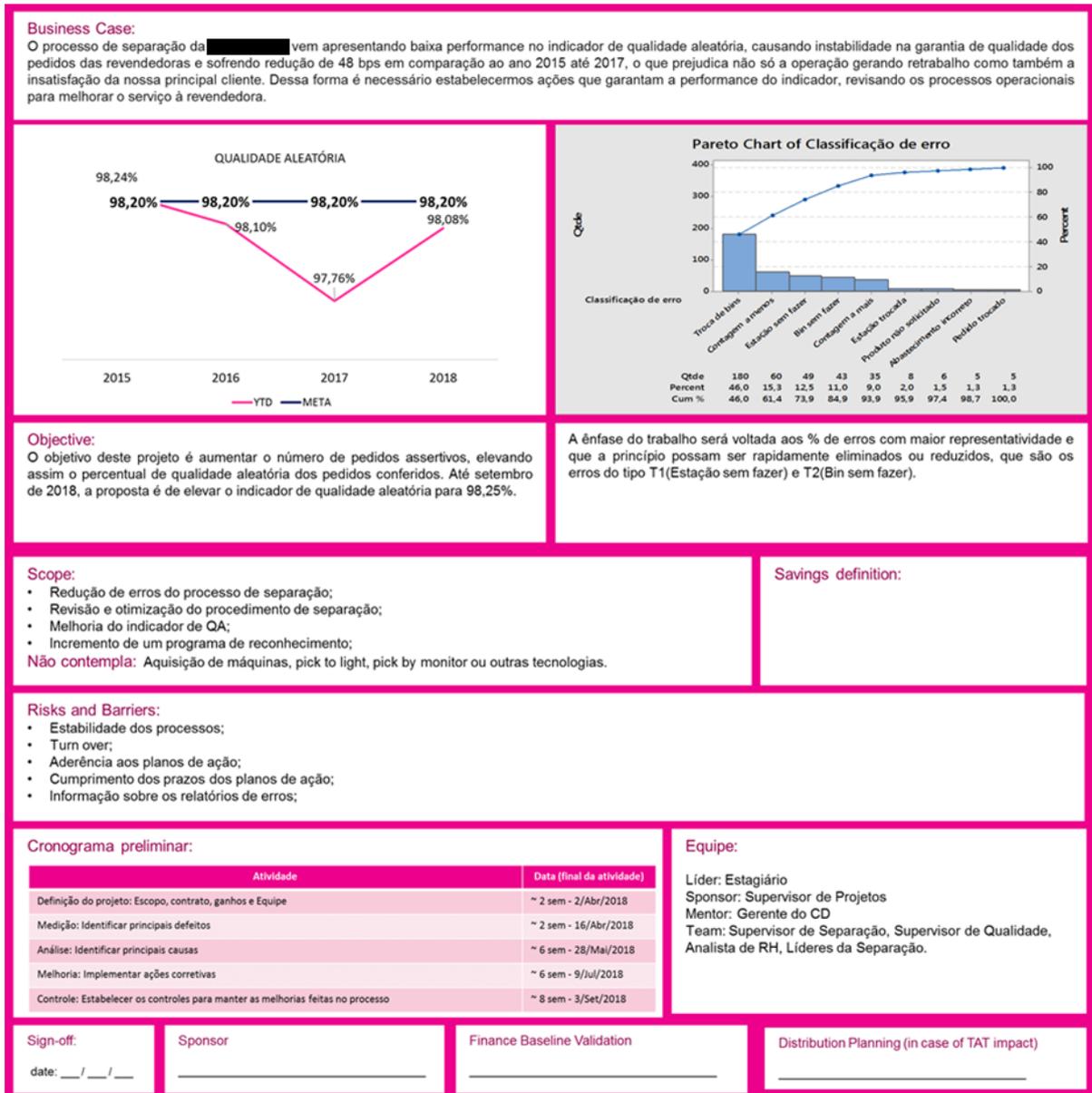
3.5.1.1 Seleção do projeto

Inicialmente, o projeto Seis Sigma realizado na empresa em estudo nasceu do programa de estágio realizado pela companhia que, anualmente, atribui a um estagiário a condução de um projeto de melhoria em uma de suas unidades de negócio. O projeto de melhoria com aplicação do método DMAIC para redução de erros de separação de pedidos foi então fruto de uma necessidade interna de recuperação do indicador de qualidade aleatória com o impulso que o programa de estágio proporcionou.

Uma vez que o estagiário obteve o preparo necessário e o conhecimento técnico para condução do projeto Seis Sigma, este assumiu a liderança do projeto, com o auxílio de uma equipe para sua execução, um mentor e um *sponsor*.

Dessa forma, partiu-se para o objetivo principal desta etapa, associar um projeto de melhoria a partir da aplicação do DMAIC com os objetivos estratégicos da empresa de estudo, para isso foi iniciado o escopo do projeto. Este escopo foi consolidado por meio da ferramenta anteriormente definida como *Project Charter* (Figura 22), no qual foi definido o interesse do projeto, a meta a ser alcançada, as restrições, o cronograma preliminar, os riscos e a equipe do projeto.

Figura 22 - Project Charter



Fonte: elaborado pela autora a partir do formulário da empresa.

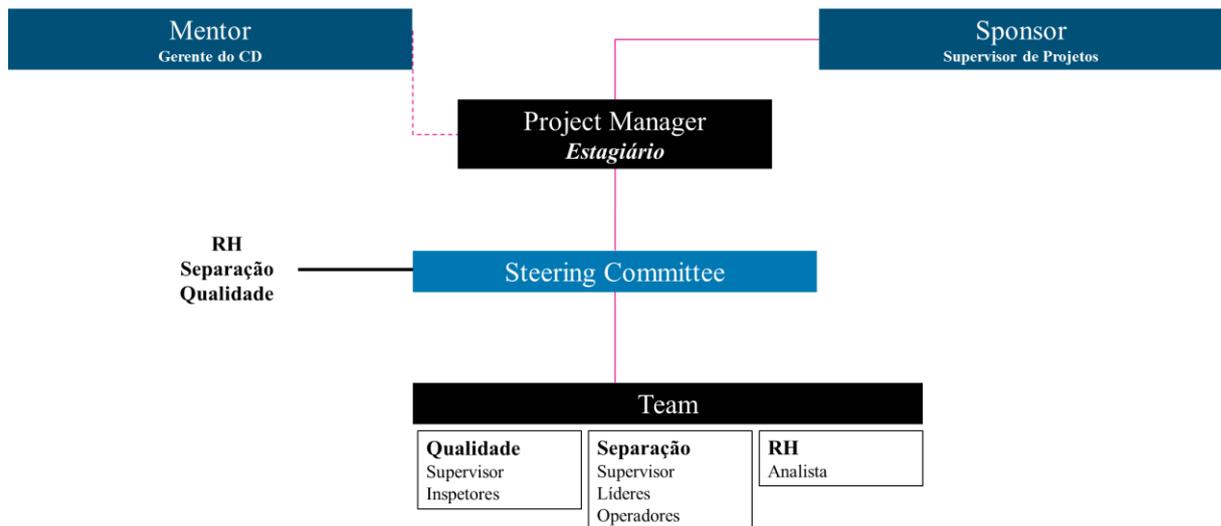
Após a elaboração do *Project Charter*, visto na Figura 22, o projeto foi batizado como projeto “Tolmis”, um nome originado de uma das fragrâncias da companhia. O projeto Tolmis deveria perdurar por seis meses, de março a setembro de 2018, com início na campanha 06 e término na campanha 16.

O *Project Charter* do projeto Tolmis serviu como diretriz para a execução das fases seguintes do projeto. Dado que haviam sido estabelecidas as pretensões e objetivos do projeto para recuperação do indicador de qualidade aleatória, era necessário se ambientar ao processo de ataque e formar a equipe para viabilizar suas ações.

3.5.1.2 Seleção da equipe

Após o detalhamento do escopo do projeto, era necessário definir quem seria a sua equipe. Foi então de interesse do líder do projeto, com apoio da gerência, escolher membros que estivessem relacionados ao processo de separação de pedidos, como também membros de outros setores afetados pelo processo. Além disso, a equipe do projeto, apresentada na Figura 23, foi formada por duas frentes, uma equipe de caráter gerencial e uma equipe de caráter operacional para aliar os interesses de ambas as partes.

Figura 23 - Equipe de trabalho



Fonte: elaborado pela autora.

A equipe de caráter gerencial formada por 5 membros, contou com a presença do supervisor de separação, do supervisor de qualidade, dos líderes de primeiro e segundo turno do processo de separação e de um analista de recursos humanos. Essa equipe possuía um papel de análise e decisão das ações do projeto, responsável por priorizar as ações e viabilizar recursos para sua execução.

A equipe de caráter operacional formada por 8 membros, contou com a presença de separadores do primeiro e do segundo turno das duas linhas de separação do CD. Essa equipe era responsável por apontar as necessidades, as dificuldades e as possíveis melhorias do processo de separação de pedidos, bem como executar boa parte das ações estabelecidas pelo projeto.

3.5.2 Fase II: Medir

3.5.2.1 Caracterização das entradas e saídas do processo de ataque

Uma vez que o indicador de qualidade aleatória refletia resultados abaixo do esperado com o processo de separação de pedidos e haviam muitas devoluções e reclamações do campo quanto a incoerências entre o pedido recebido e o pedido solicitado, entendeu-se que esse processo era uma das principais barreiras para o alcance do pedido perfeito. O objetivo desta etapa para equipe do projeto era se aprofundar sobre o processo escolhido para se atuar a partir das métricas do DMAIC e contextualizá-lo no fluxo operacional.

O processo de separação de pedidos é uma das principais atividades do centro de distribuição em estudo e tem por finalidade a separação de volumes ou caixas que devem conter todos os produtos solicitados por uma revendedora durante a campanha. A separação de pedidos é feita de forma manual com certo grau de automatização, o que explica o elevado número de erros de separação.

No centro de distribuição o processo de separação de pedidos dita a produtividade da unidade de negócio, pois além de ser o processo que consome a maior parte dos recursos é também o que influencia a capacidade dos processos anteriores e posteriores a ele. Existe na planta duas linhas de separação formadas por dezoito estações cada, operando em dois turnos de trabalho. Cada estação aloca um separador e além dos separadores cada linha conta com mais quatro operadores de apoio e mais um operador para fechamento de sacolas.

A separação de pedidos do CD Ceará se enquadra na categoria de *picking* por zona, na qual mais de um separador é responsável pela composição de um pedido e cada um deles separa produtos vinculados a sua zona ou estação de trabalho. Quando é finalizada a separação de sua zona o separador libera o pedido para as demais zonas requeridas na ordem de vendas, conhecida como *pick list*, ou o libera para ser finalizado no processo de fechamento das caixas.

A área de separação de pedidos contém três características principais, as linhas que contém os produtos de alto giro da campanha armazenados em *flow-racks* e que se posicionam a frente do separador, o *set-table* que contém produtos de demanda média e se localizam nas costas do separador e o mini *set-table* uma espécie de linha secundária que armazena produtos de baixo giro ou ainda, produtos de grande volume que são coletados de maneira específica e não dentro das caixas.

Os *flow-racks*, o *set-table* e o mini *set-table* são estantes para armazenagem de produtos. Os *flow-racks* são estantes mais robustas divididas em quatro níveis com uma estrutura de rolagem que escoam os produtos para frente do separador, cada uma das estantes de *flow-rack* corresponde a uma estação. Já o *set-table* e o mini *set-table* são estantes metálicas mais simples divididas em cinco níveis que também armazenam produtos, no entanto, são menores e um conjunto dessas estantes corresponde a uma estação. Todas essas estantes mencionadas são divididas em compartimentos conhecidos como *bins*, que serão melhor detalhados adiante.

As estações da linha de separação de pedidos, do *set-table* e do mini *set-table* são compostas por *bins*. O *bin* é uma seção que armazena caixas com produtos de pequeno ou médio volume em uma quantidade elevada. Dentro de uma estação um *bin* comporta uma fileira de caixas com o mesmo tipo de produto, cada *bin* possui uma codificação ou endereçamento, para que o separador ao receber a *pick list* identifique que o produto solicitado se origina daquele *bin* específico.

Outra característica importante da área de separação são os tamanhos das estações, isso quer dizer que a quantidade de *bins* e, portanto, a variedade de produtos que saem daquela zona é diferente. Algumas estações comportam até 40 *bins* na linha de separação e 90 *bins* no *set-table*, mas nem todas são assim, o tamanho das estações varia para que possa ser dada vazão ao fluxo de pedidos a serem separados, compondo um mix de estações com capacidades de armazenagem distintas.

Os processos anteriores a separação fornecem os recursos de entrada para ela, que são as *pick lists* que contém informações sobre a revendedora e sobre os produtos solicitados na campanha, bem como o quantitativo e o endereçamento dos mesmos na linha de separação, no *set-table* ou no mini *set-table*, as caixas de papelão originadas do processo de formação e por último, os produtos ofertados na campanha e as sacolas para armazenamento de produtos frágeis, abastecidos pelo estoque.

As principais saídas após a separação efetiva dos pedidos são as caixas que contém os produtos solicitados pela revendedora. Essas caixas seguem para ser finalizadas no processo de fechamento das caixas, porém uma amostra delas, escolhidas aleatoriamente, necessitam parar no sistema de conferência antes de seguir o fluxo normal. A medida que as caixas são fechadas, um leitor industrial encaminha as caixas para sua doca específica, onde as caixas são distinguidas a partir da região para qual serão encaminhadas no transporte.

Todas as considerações sobre as entradas e saídas do fluxo operacional no qual o processo de separação se estabelece pode ser visto na Figura 24, que representa a ferramenta SIPOC construída pelo líder do projeto.

Figura 24 - SIPOC do processo de separação de pedidos

S Fornecedores	I Entradas	P Processo	O Saídas	C Clientes
IT	Pick lists impressas	Separar as pick lists por tamanho de caixa	Pick lists separadas	Order Desk
Order Desk Formadoras	Pick lists separadas Caixas	Direcionar as pick lists para as caixas	Caixas com pick lists em seu interior	Order Start
Rotulação Abastecimento	Caixas rotuladas Produtos e sacolas nas estações	Realizar a separação de pedidos	Caixas com produtos da pick list	Conferência Aleatória Fechamento
Conferência Aleatória	Caixas separadas	Conferir caixas	Caixas conferidas	Fechamento
Fechamento	Caixas finalizadas Dock sorter	Liberar as caixas finalizadas	Caixa na carreta	Docas

Fonte: elaborado pela autora.

3.5.2.2 Validação do sistema de medição

O sistema de medição do processo de separação de pedidos é conhecido como conferência aleatória. A conferência aleatória caracteriza-se como uma atividade posterior ao processo de separação que tem por finalidade mensurar o nível de acerto da separação de pedidos em termos qualitativos e quantitativos.

Basicamente a conferência aleatória é então o processo de medição do indicador de qualidade aleatória, responsável pelo apontamento e categorização dos erros ocorridos na separação de pedidos. Diariamente, a conferência gera relatórios e documentos que foram os principais instrumentos de coleta de dados de erros da separação.

Funcionalmente, o sistema de conferência, com auxílio de duas operadoras, coleta por campanha uma proporção de caixas em relação a quantidade de caixas a serem separadas. Essa amostra de caixas é escolhida de maneira aleatória e garante um nível de confiança de 99%. O requisito para a conferência da caixa é que ela possua no mínimo vinte unidades de produtos no interior do seu volume.

Para garantir o nível de confiança desejado pelo centro distribuição e atestar a veracidade dos dados coletados, o supervisor de qualidade aleatória projeta para o ano o

tamanho da amostra de pedidos a serem conferidos durante as campanhas, com base no histórico de caixas expedidas do ano anterior. Caso o número de pedidos a serem conferidos sofra alguma alteração sensível, devido ao aumento ou a baixa de pedidos a serem expedidos em uma campanha específica, o tamanho da amostra é ajustado para garantir o nível de confiança de 99%, com margem de erro de 1,8%. Nas Figuras 25 e 26 são demonstradas as informações utilizadas para padronização do tamanho da amostra de pedidos a serem conferidos no ano de 2018.

Figura 25 - Cálculo do tamanho da amostra

- ✓ *Em 2017 tivemos 3.123.524 pedidos expedidos*
- ✓ *Isso significa: $3.123.524 / 19 \text{ CP} = 164.396$ pedidos expedidos por campanha.*
- ✓ *Considerar a amostra com o grau de confiança de 99% e margem de erro de 1,8 p.p. (pontos percentuais)*

Fonte: elaborado pela empresa.

Figura 26 - Padronização do tamanho da amostra

Calcule o tamanho da sua amostra:

? Tamanho da população:	164.396
? Grau de confiança (%):	99 ▼
? Margem de erro (%):	1,8

CALCULAR

Tamanho da amostra:

4 981

Fonte: elaborado pela empresa.

Uma vez calculado o tamanho da amostra, a partir de um programa utilizado pela empresa, o qual a autora não teve acesso devido a confidencialidade dos dados, o centro de distribuição acordou uma conferência de 5000 caixas por campanha. O número de caixas a

serem conferidas foi proporcionalmente dividido pela quantidade de dias na campanha e, então, pelas horas trabalhadas para não haver discrepância nos dados.

Para confirmar que a quantidade de caixas conferidas diariamente e ao longo da campanha sejam a mesma definida anteriormente, as operadoras elaboram um relatório diário que informa a quantidade de caixas e unidades conferidas, bem como o número de pedidos com erro de separação. Não obstante, a atividade de conferência aleatória é auditada a cada seis meses.

Na Quadro 9 é visto o modelo do relatório gerado pela conferência, porém foram ocultados os dados de erros por limitações da publicação.

Quadro 9 - Apontamento de caixas conferidas

DATA	DIA DA CAMPANHA	DIA DA CAMPANHA	ACUMULADO
ITEM	14º	15º	CP
TOTAL DE PEDIDOS CONFERIDOS	333	333	5000
TOTAL DE UNIDADES CONFERIDAS	9182	9018	107549
TOTAL DE ERROS			
TOTAL DE PEDIDOS COM ERRO			

Fonte: elaborado pela empresa.

A atividade de conferência aleatória ocorre concomitantemente ao processo de separação de pedidos e por meio de um sistema de conferência que realiza a leitura da *pick list*, o sistema se informa sobre as características dos produtos, as quantidades a serem separadas de cada produto e seu local de origem na separação. Uma vez realizada a leitura, o sistema realiza a conferência dos códigos dos produtos contidos nas caixas e confronta com os códigos lidos na *pick list*, se houver alguma divergência o sistema aponta e classifica o erro de separação.

Quando ocorre um erro de separação, o sistema de conferência aleatória ligeiramente documenta o tipo de erro de separação e outras características vitais para análise do erro como representado na Quadro 10. Imediatamente, a operadora da conferência retorna a caixa para o líder de separação para que a mesma possa ser corrigida ou refeita na linha, garantido que a mesma seja expedida de maneira conforme até as revendedoras.

O erro T1 é um erro que ocorre quando a caixa segue na linha de separação sem que uma estação específica tenha sido atendida, ele é identificado quando nenhum dos produtos pertencentes àquela estação estão presentes na caixa.

O erro T2 ocorre quando apenas um tipo de produto, localizado em um *bin*, não esteja presente na caixa, esse erro é identificado quando todos os *bins* de uma determinada estação foram atendidos, com exceção de um *bin* específico.

O erro T3 é ocasionado quando é colocada uma quantidade superior de um tipo de produto dentro da caixa, diferente da quantidade solicitada na *pick list*.

Já o erro T9 é o caso contrário do erro T3, quando há uma quantidade inferior a quantidade solicitada daquele produto.

O erro T4 é um erro de troca de produto e acontece quando ao invés de um produto guardado em um *bin*, segue um produto localizado em outro *bin*, sendo que ambos os *bins* se encontram em uma mesma estação.

O erro T5 é um erro que ocorre quando os *bins* são separados em uma estação diferente da apontada na *pick list*, levando o sistema a identificar que foram separados produtos diferentes.

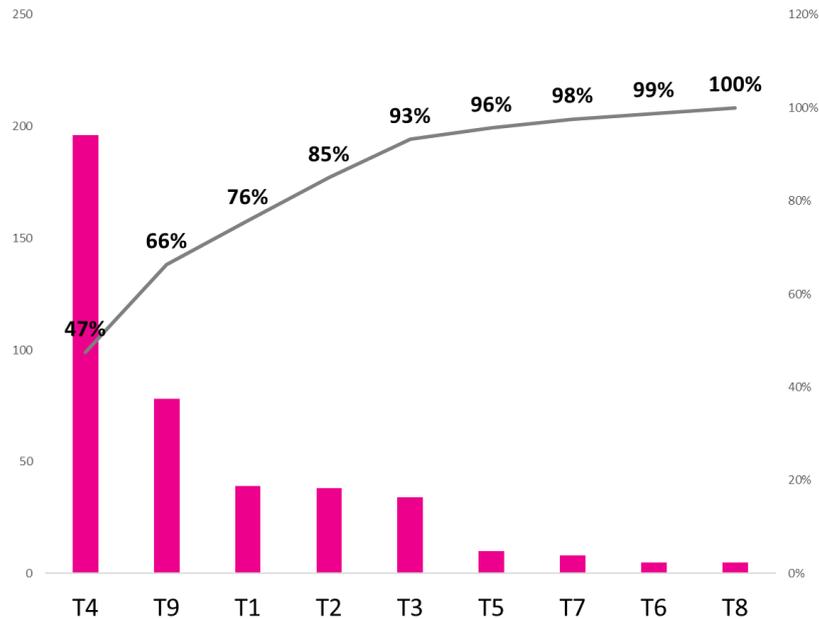
O erro T6 é um erro ocasionado quando os pedidos das revendedoras são trocados, ou seja, os produtos solicitados por uma seguem na caixa da outra e vice-versa.

O erro T7 acontece quando um produto que não é solicitado na *pick list* é encontrado na caixa.

O erro T8 ocorre quando o *bin* é abastecido incorretamente com um tipo de produto diferente do que deveria estar ali armazenado, fazendo com que mesmo que o separador colete o *bin* certo, siga um produto diferente.

Essa estratificação do problema auxilia a análise das causas de falhas no processo de separação, permitindo identificar qual o tipo de erro mais ofensivo ao processo no qual concentraram-se as ações prioritárias do projeto. Com auxílio dos relatórios de erros gerados pelo sistema de conferência aleatória, colheu-se o impacto quantitativo de cada categoria de erro de separação nos erros totais ocorridos. A partir da configuração do gráfico de Pareto (Figura 27), elencaram-se os erros de maior influência.

Figura 27 - Gráfico de Pareto dos erros de separação de pedidos



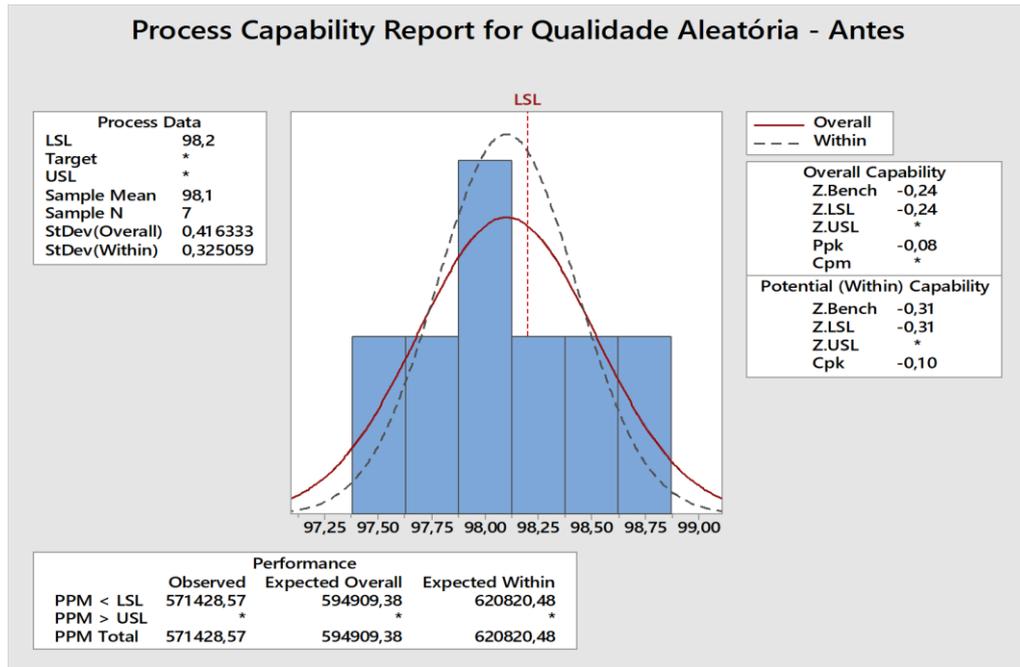
Fonte: elaborado pela autora.

3.5.2.4 Medição do desempenho do processo

O objetivo da etapa de medição do desempenho do processo era medir o desempenho do processo antes das ações de melhoria do projeto, ou seja, descobrir a capacidade que o processo de separação de pedidos possuía em produzir pedidos conformes. Para isso foi calculada a capacidade e o nível sigma do processo com o auxílio da plataforma Minitab, um software de ferramentas estatísticas.

Nesse programa foram imputados os resultados do indicador de qualidade aleatória a partir do quantitativo de erros de separação e do número de caixas conferidas por campanha. Posteriormente foi definido o limite inferior de especificação do gráfico como sendo a meta do indicador e dessa forma a informação obtida pode ser vista na Figura 28.

Figura 28 - Capacidade anterior as ações de melhoria



Fonte: elaborado pela autora.

A partir dos dados obtidos, calculou-se o nível sigma do processo, a partir dos valores da capacidade global apresentados no gráfico como “*Overall capability*”. Para isso somou-se o desvio padrão de longo prazo, que é o valor identificado no gráfico como “*Z.bench*”, com o valor de 1,5, que é o desvio padrão usualmente considerado pelos praticantes de Seis Sigma, o que apresentou um índice de capacidade de curto prazo bem abaixo do esperado. Esse resultado alertou a gestão e a operação para a intervenção no processo de separação de pedidos, que se mostrou muito deficiente e reforçou a necessidade de melhorias no processo.

$$\text{Nível } \sigma = -0,24 + 1,5 = 1,26 \quad (2)$$

3.5.3 Fase III: Analisar

3.5.3.1 Desenho do processo de ataque

Ainda que o processo de separação já tenha sido contextualizado, houve a necessidade do detalhamento da operação específica de separação de pedidos por meio das atividades que compõe a sua instrução de trabalho. Esse detalhamento permitiu identificar lacunas de melhoria, a partir da visualização das tarefas executadas pelos separadores, e detectar algumas causas

potenciais de falha no processo. O mapeamento do processo de separação de pedidos foi realizado através de um fluxograma, que pode ser visto no apêndice A.

Através da análise do fluxograma foi visto que o processo procura colocar algumas barreiras entre uma atividade e outra para que erros de separação sejam desviados, como por exemplo a atividade de checagem da estação anterior. Essa atividade é uma alternativa de que ao longo da separação os operadores chequem se as estações anteriores foram separadas e em caso negativo, retornem a caixa retorna para estação precedente para que a separação seja devidamente realizada.

Por meio dessa checagem o processo cria uma barreira para erros classificados como T1, um erro de estação sem fazer. Porém, essa checagem pode sofrer interferência do separador, que uma vez desconcentrado acaba não sendo eficaz na detecção da falha. Além disso, o volume de caixas separadas também altera o nível de atenção do separador, pois quanto maior a produtividade exigida na campanha maior o esforço requerido pela operação.

Com esse exemplo de atividade, foi percebida uma oportunidade de incluir no procedimento de separação outras atividades de percepção de falha. Entretanto, a inclusão de atividades como essa exigiu muita cautela, pois alterar o processo poderia fazer com que seu tempo de ciclo se estendesse e interferisse na produtividade da linha. Dessa forma, todas as mudanças feitas no processo foram responsabilmente avaliadas pela equipe do projeto, analisando o seu impacto e a sua viabilidade. As melhorias serão detalhadas na fase de implementação.

Não obstante, o líder do projeto também foi envolvido no processo de separação durante uma quinzena na qual deveria executar o processo e enxergar as características do ambiente, dessa forma seria possível encontrar condições desfavoráveis ao processo que pudessem provocar erros.

Dentro das linhas de separação foi observada uma quantidade considerável de condições desfavoráveis para operação. Notou-se que uma das principais causas de erros estava relacionada aos recursos do ambiente, que se apresentavam inadequados, desgastados e visualmente poluídos. As Figuras 29 e 30 foram alguns dos registros observados.

Figura 29 - Flow rack da linha de separação



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 30 – Etiquetas do *set-table* da separação



Fonte: elaborado pela autora.

Na Figura 29 observam-se etiquetas desgastadas, caixas mal posicionadas nos *bins*, e divisão das estações mal identificadas. Já na Figura 30 observa-se a sobreposição de etiquetas diferentes para um mesmo *bin*, em que ambas estão danificadas.

Esses e outros registros obtidos evidenciaram a existência de obstáculos para o processo de separação que atrapalhavam o dia a dia dos separadores. Além das condições desfavoráveis, constatou-se um comportamento prejudicial entre os operadores de separação, a não prática do 5S. Manter a estação de trabalho organizada se apresentou um desafio, observaram-se inconformidades que se apresentavam como potenciais fontes de erros, tais como a retirada de produtos do seu endereçamento original para posições improvisadas e produtos de códigos diferentes no mesmo endereçamento.

Na Figura 31 será visto um exemplo de produto fora de seu *bin* original, sendo colocado entre dois *bins* de maneira improvisada, um costume comum entre alguns separadores.

Figura 31 - Produtos fora dos *bins* de origem



Fonte: elaborado pela autora.

A não prática do 5S foi identificada então como mais uma causa de erros, uma vez que não manter a estação organizada e limpa dificultava a operação, principalmente quando aquele ambiente de trabalho precisa ser dividido entre operadores de turnos diferentes.

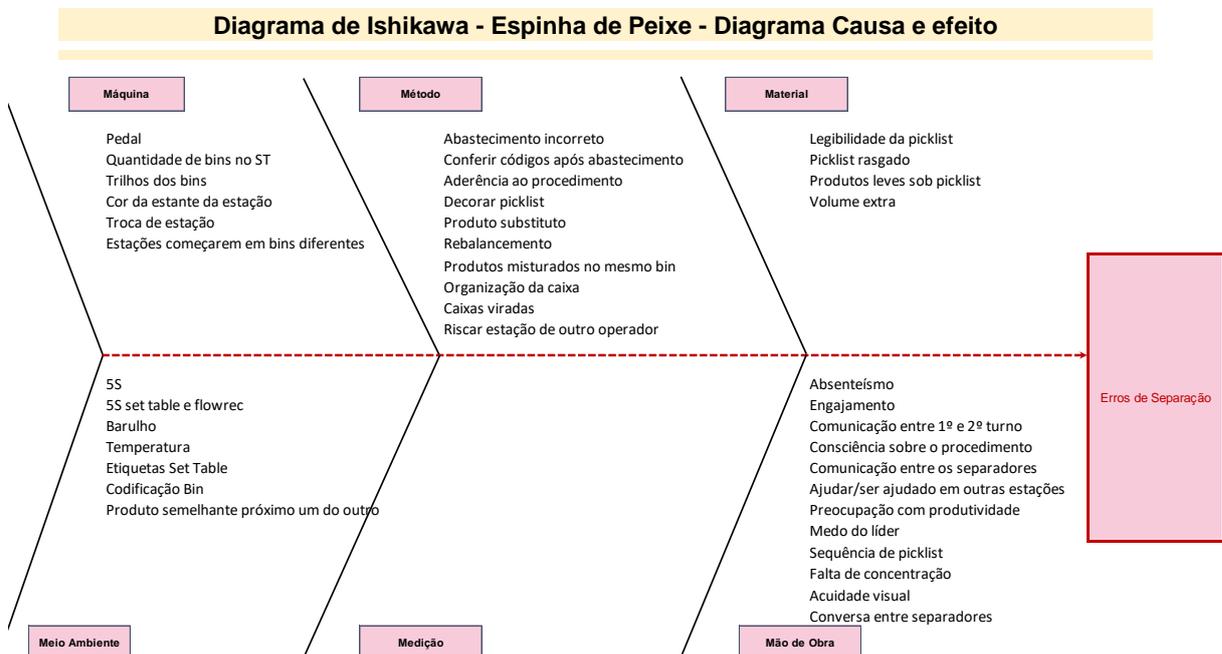
3.5.3.2 Descoberta das causas potenciais

Aliado a etapa anterior, era necessário descobrir do ponto de vista dos operadores da separação as suas impressões em relação ao processo, buscando identificar suas dificuldades durante a rotina de trabalho. O objetivo dessa avaliação consistia em perceber causas especiais que expunham o separador ao risco de falha na atividade de separação.

Para isso foram convidados dois grupos de separação, o grupo um com separadores do primeiro turno de trabalho e o grupo dois com separadores do segundo turno de trabalho. Além disso, foram selecionados separadores com performance boa e ruim, ou seja, separadores que acumulavam poucos e muitos erros de separação para que fosse possível a coleta de perspectivas diferentes.

Cada grupo continha 10 separadores e a reunião foi mediada pelo líder do projeto, na discussão utilizou-se duas ferramentas da qualidade em conjunto para facilitar o registro dos comentários do público, o *brainstorming* e o diagrama de Ishikawa. Essas ferramentas auxiliaram a classificação de causas potenciais em 6 categorias, método, meio ambiente, medição, máquina, mão de obra e material. Na Figura 32 são expostos os comentários surgidos no *brainstorming*, que foram organizados no diagrama de Ishikawa, ao todo surgiram 38 opiniões.

Figura 32 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: elaborado pela autora.

Após a coleta de causas potenciais, o líder do projeto deveria apresentá-las à sua equipe de gestores, para que as causas fossem filtradas e analisadas.

3.5.3.3 Priorização das causas potenciais

A etapa de priorização das causas potenciais consistiu na avaliação, por parte da equipe de gestores do projeto, das causas apontadas na etapa anterior para que houvesse um refinamento das causas. A avaliação possibilitou a análise do impacto de cada causa ao processo de separação, bem como o esforço financeiro para saná-la.

Para que a análise fosse otimizada, a equipe obteve o auxílio da matriz de priorização e da matriz de esforço - impacto. Primeiramente, foram elencadas na matriz de priorização as causas de interesse para a equipe do projeto, assim nem todas as causas apontadas foram avaliadas, pois com base no julgamento dos gestores algumas não eram relevantes o suficiente para interferir no processo de separação de pedidos.

Dessa forma, introduziu-se na matriz de priorização (Figura 33) as causas relacionadas ao efeito de erros de separação. Em seguida, as causas foram ponderadas segundo a ótica de esforço e impacto mencionados anteriormente.

Figura 33 - Matriz de priorização

Matriz de Causa e Efeito					
Índice de Importância do Y=>		10	TOTAL	Esforço de Eliminação ou Minimizar Causa	Alto (6 a 9) Baixo (1 a 4)
Causas Possíveis (X's) do Problema		Erros de Separação			
X1	Legibilidade da picklist	8	80	BAIXO	4
X2	Picklist rasgado	2	20	BAIXO	1
X3	Produtos leves sob picklist	5	50	BAIXO	1
X4	Volume extra	5	50	BAIXO	1
X5	Absenteísmo	8	80	ALTO	8
X6	Comunicação entre 1º e 2º turno	8	80	BAIXO	4
X7	Ausência de consciência sobre o procedimento	9	90	BAIXO	4
X8	Comunicação entre os separadores	5	50	BAIXO	2
X9	Ajudar/ser ajudado em outras estações	3	30	BAIXO	2
X10	Preocupação com produtividade	8	80	BAIXO	4
X11	Medo do líder	3	30	BAIXO	4
X12	Sequência de picklist(automático)	1	10	BAIXO	2
X13	Falta de concentração	8	80	ALTO	6
X14	Acuidade visual	5	50	ALTO	7
X15	Conversa entre separadores	2	20	BAIXO	2
X16	5S	8	80	ALTO	8
X17	Barulho	2	20	ALTO	7
X18	Temperatura	1	10	ALTO	8
X19	Etiquetas Set Table	8	80	ALTO	6
X20	Codificação Bin	9	90	BAIXO	2
X21	Produto semelhante próximo um do outro	8	80	BAIXO	2
X22	Abastecimento incorreto	8	80	BAIXO	2
X23	Conferir códigos após abastecimento	10	100	BAIXO	3
X24	Aderência ao procedimento	10	100	BAIXO	4
X25	Produto substituto(etiqueta de identificação)	4	40	BAIXO	1
X26	Rebalancamento	5	50	BAIXO	4
X27	Produtos misturados no mesmo bin	8	80	BAIXO	2
X28	Organização da caixa	4	40	BAIXO	3
X29	Caixas viram na esteira e não são conferidas depois	1	10	BAIXO	1
X30	Riscar estação/bin de outro operador e não sair pra fazer a caixa	10	100	BAIXO	3
X31	Quantidade de bins no ST	2	20	ALTO	9
X32	Trilhos dos bins(barreira para fileira de bins)	5	50	ALTO	9
X33	Cor da estante da estação	7	70	ALTO	6
X34	Troca de estação	2	20	BAIXO	2
X35	Estações comecem em bins diferentes	7	70	ALTO	6

Fonte: elaborado pela autora.

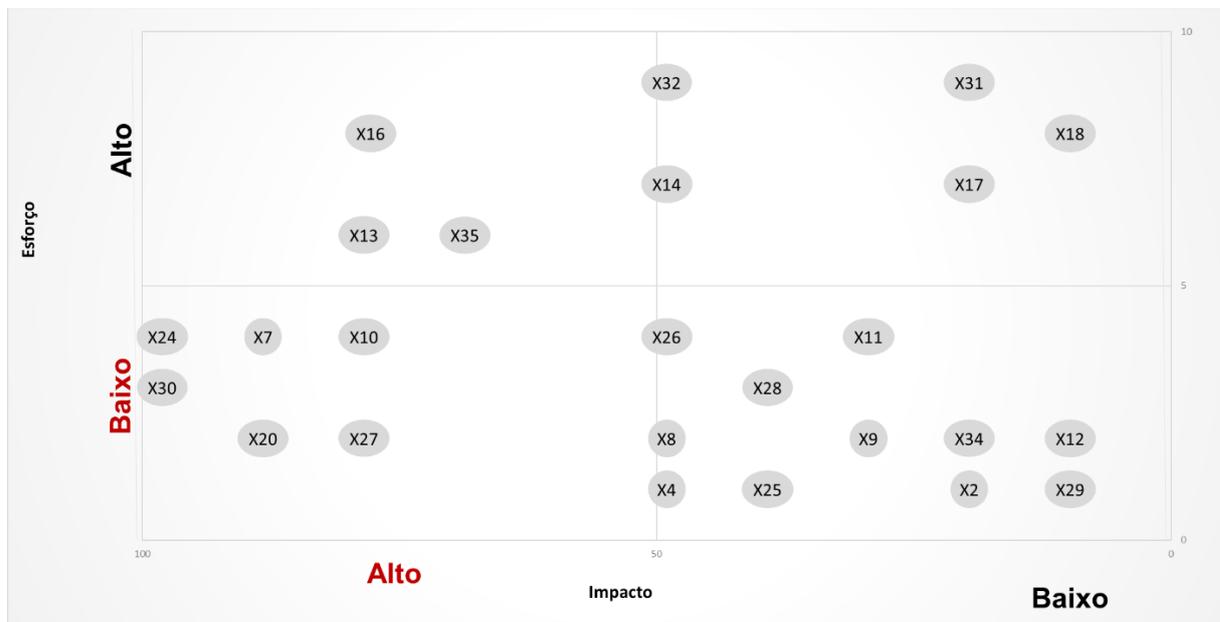
As notas atribuídas à importância das causas, variavam de acordo com a seguinte escala:

- 0: Nenhuma correlação;
- 1 a 3: Baixa correlação;
- 4 a 7: Média correlação;
- 8 a 10: Alta correlação.

Após serem atribuídas notas ao impacto das causas, as mesmas foram multiplicadas pelo índice de importância de valor dez na matriz, obtendo-se o valor total de cada causa. Depois foram atribuídas as notas de esforço para resolução da causa, variando em um valor de 1 a 9, sendo que quanto maior a nota maior o esforço envolvido.

Em seguida, a pontuação obtida dividiu as causas potenciais em uma segunda matriz. Na matriz de esforço - impacto as causas migraram para quatro quadrantes distintos, cada um desses quadrantes representava a preferência em tomar ações de melhorias relacionadas as causas potenciais. A Figura 34 mostra a matriz elaborada pela equipe do projeto, é válido ressaltar que o Xs que tiveram a mesma pontuação de esforço e impacto se encontram sobrepostos na matriz.

Figura 34 - Matriz de esforço x impacto



Fonte: elaborado pela autora.

As causas detectadas no quadrante de baixo esforço e baixo impacto, resultavam em ações denominadas “ver e agir”, como o esforço para a tomada dessas ações era pequeno e não

exigia a complexidade de um plano, deveriam ser realizadas primeiro, mesmo sabendo que o resultado na redução de erros de separação não seria substancial.

O foco de atuação da equipe do projeto deveria ser voltado para as causas localizadas no quadrante de alto impacto e baixo esforço, pois mostravam ações de mais fácil implementação com um retorno mais favorável a redução dos erros. Além disso, o quadrante de alto esforço e alto impacto também merecia atenção, mas demandava esforços financeiros maiores, suas ações, portanto, deveriam ser determinadas pelo interesse da companhia em disponibilizar verba para executá-las.

Devido à restrição de recursos e tempo disponível para a execução de um plano de ação robusto para todas as causas potenciais localizadas nos quadrantes destacados, a equipe filtrou, a consenso dos envolvidos, quais as causas prioritárias necessitariam de uma análise mais profunda e quais as causas mereceriam apenas uma ação direcionada, sem o foco de investigação da etapa posterior.

Do quadrante de baixo esforço e alto impacto a equipe obteve as decisões assinaladas na Quadro 11, que foram diferenciadas em:

- Ação;
- Investigação;
- Abertura de projeto externo.

Quadro 11 - Causas potenciais do quadrante de baixo esforço - alto impacto

Quadrante de baixo esforço x alto impacto			
Total (Impacto x Índice de importância)	Esforço	Causa potencial	Decisão
100	3	X30	Mesmo direcionamento da ação X24
100	3	X23	Mesmo direcionamento da ação X24
100	4	X24	Investigação
90	2	X20	Investigação
90	4	X7	Mesmo direcionamento da ação X24
80	2	X27	Ação - 5S
80	2	X22	Ação - Treinamento
80	2	X21	Ação - Rebalanceamento
80	4	X6	Investigação
80	4	X1	Abrir projeto externo

Fonte: elaborado pela autora.

Do quadrante de alto esforço e alto impacto a equipe obteve as decisões assinaladas na Quadro 12.

Quadro 12 - Causas potenciais do quadrante de alto esforço - alto impacto

Quadrante de alto esforço x alto impacto			
Total (Impacto x Índice de importância)	Esforço	Causa potencial	Decisão
80	6	X13	Investigação
80	6	X19	Investigação
80	8	X16	Investigação
80	8	X5	Abrir projeto externo
70	6	X35	Mesmo direcionamento da ação X16
70	6	X33	Mesmo direcionamento da ação X16

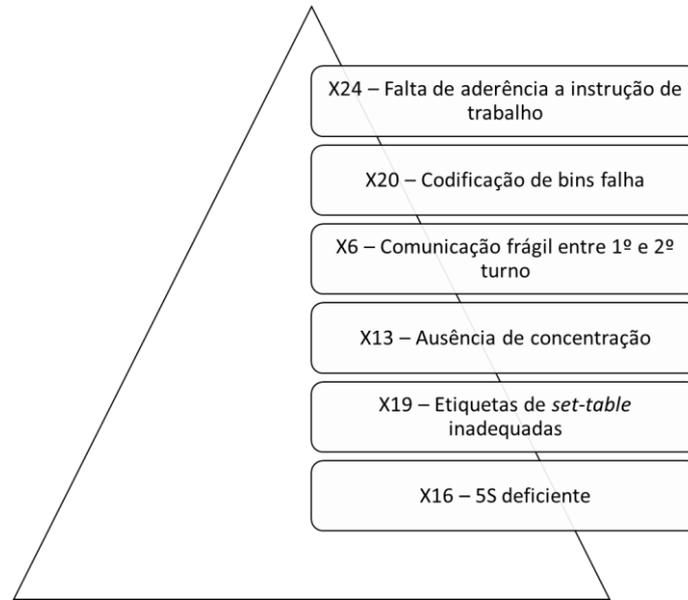
Fonte: elaborado pela autora.

É importante salientar que a equipe utilizou a lógica de impacto e esforço das causas potenciais encontradas em cada quadrante, para que a escolha das causas a serem investigadas não fosse determinada de maneira aleatória. Assim, as causas que receberam apenas a decisão de ação foram entendidas como causas mais simples de atuar, inclusive pelo esforço menor, e assim não necessitariam de análise.

As causas com decisão de investigação foram causas com um esforço um pouco mais elevado e, portanto, necessitadas de uma análise mais apurada. Já as causas com decisão de abertura de projeto externo, foram causas a serem tratadas por setores específicos do centro de distribuição e que não cabiam nas responsabilidades da equipe do projeto.

Por último, as decisões de mesmo direcionamento foram deixadas para causas potenciais que mereciam a mesma análise de outras causas potenciais específicas, pois do ponto de vista da equipe do projeto eram causas que recebendo a mesma tratativa de causas a serem investigadas, seriam resolvidas e teriam um retorno positivo. Logo, para que o trabalho fosse simplificado, agrupou-se as causas potenciais com decisão de investigação em causas prioritárias (Figura 35) e essas seguiram para etapa posterior, as demais causas foram tratadas de maneira particular e não serão abordadas no presente trabalho.

Figura 35 - Causas prioritárias do projeto



Fonte: elaborado pela autora.

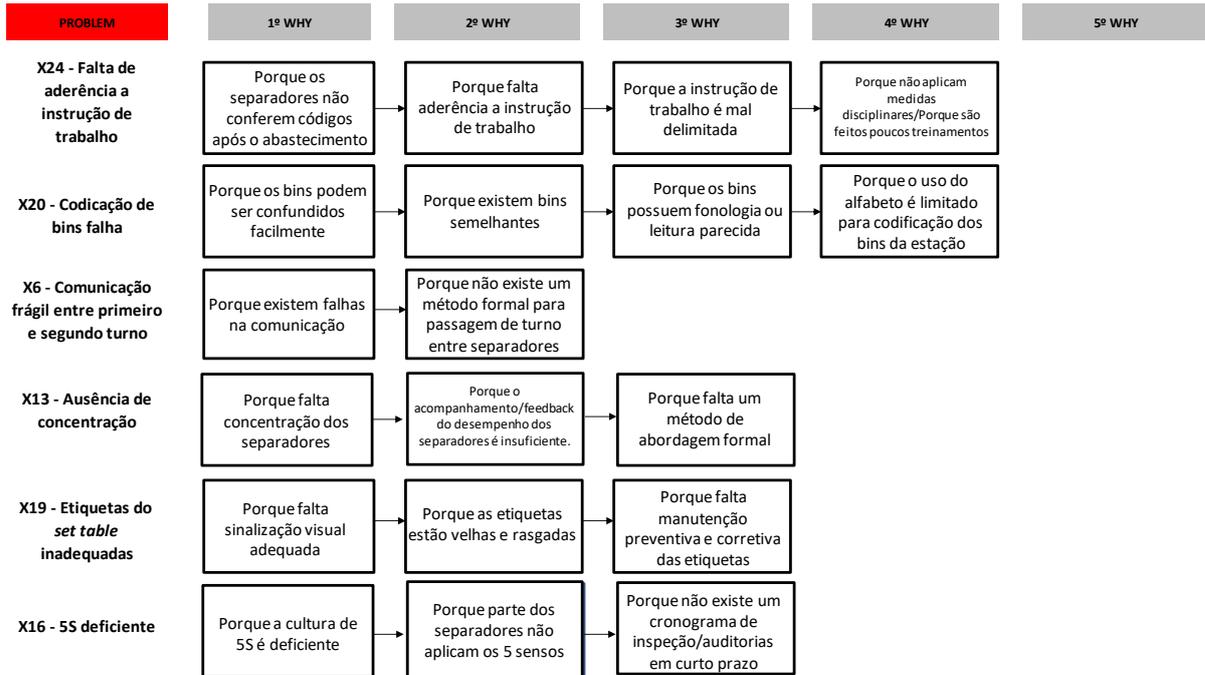
Após o encontro das causas prioritárias, era necessário entender quais as janelas no processo de separação de pedidos que possibilitavam o aparecimento das causas prioritárias, com esse interesse a equipe seguiu para a última etapa da fase de análise antes da implementação das ações de melhoria do projeto.

3.5.3.4 Refinamento das causas prioritárias em causas raízes

A última etapa da fase de análise possuiu o objetivo de destrinchar as causas prioritárias a um nível de detalhe que possibilitasse encontrar as causas raízes do problema de erros na separação. A causa raiz encontrada serviria como indicativo da solução a ser implementada para sanar a causa geradora de falha.

A ferramenta empregada na fase de análise foi a técnica de cinco porquês, através dela houve a investigação das causas prioritárias para possibilitar a tomada de ações efetivas no processo de separação de pedidos. Na Figura 36 segue o modelo construído pela equipe do projeto.

Figura 36 - Técnica dos cinco porquês



Fonte: elaborado pela autora.

Por meio dessa técnica tornou-se mais fácil identificar as oportunidades de melhoria para o processo de separação de pedidos. No Quadro 13 as oportunidades de melhoria de cada causa prioritária foram destacadas para melhor visualização.

Quadro 13 - Oportunidades de melhoria do projeto

CAUSA PRIORITÁRIA	OPORTUNIDADE DE MELHORIA
X24 - Falta de aderência a instrução de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> Revisar e otimizar a instrução de trabalho da separação. Incluir pontos críticos ao procedimento. Realizar treinamentos com operadores para revisão do procedimento.
X20 - Codificação de bins falha	<ul style="list-style-type: none"> Aperfeiçoar a codificação dos bins por meio da otimização do uso do alfabeto.
X6 - Comunicação frágil entre 1º e 2º turno	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar documento ou um método formal para passagem de turno entre separadores e líderes.

(continua)

CAUSA PRIORITÁRIA	OPORTUNIDADE DE MELHORIA
X13 - Ausência de concentração	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar um método formal para acompanhamento da performance dos separadores. • Realizar treinamentos com operadores sobre boas práticas de separação.
X19 - Etiquetas do <i>set-table</i> inadequadas	<ul style="list-style-type: none"> • Criar uma sinalização visual adequada do <i>set-table</i>. • Realizar a troca das etiquetas de identificação.
X16 - 5S deficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Criar uma sinalização visual adequada das linhas de separação. • Criar um cronograma de inspeção/auditorias no curto prazo para ser aplicada as linhas de separação.

Fonte: elaborado pela autora.

(conclusão)

3.5.4 Fase IV: Implementar

3.5.4.1 Desenvolvimento das ações de melhoria

A fase de implementação das melhorias consistiu basicamente em desenvolver um plano de ações associado as oportunidades identificadas na etapa anterior. As soluções propostas foram construídas pela equipe do projeto e validadas pelo *sponsor*. Além das ações de curto, médio e longo prazo, houveram também entregas relacionadas ao escopo do projeto que foram elaboradas em conjunto com o plano de ações. O plano de ações foi concebido por meio da ferramenta 5W2H (Figura 37), que permitiu o mapeamento das ações. Embora as ações fossem elaboradas pela equipe do projeto, o envolvimento dos gestores do centro de distribuição e dos operadores de separação foi essencial para o seu desenvolvimento. Por limitações de publicação, a coluna “Quanto” não mostrará o valor financeiro das ações implementadas.

Figura 37 - Plano de ações do projeto

PLANO DE AÇÃO - 5W2H								
Descrição/ Xs Potencial	O que?	Como?	Quem?	Quando?	Onde?	Por que?	Quanto?	Status
Baixo desempenho / motivação da operação	Desenvolver Programa de Incentivo para atingimento do indicador QA	Validando com Gerencia e RH a proposta (Olimpiadas de Qualidade)	Supervisor de Separação	CP 09	N/A	Garantir engajamento da equipe	TBD	OK
Atualização da separação sobre as metas de redução de erros da CP	Realizar reunião de TCP com FOCO no Indicador QA	Analisando dados de QA a cada CP e discutindo os mesmos com a operação na RTCP	Supervisor de Separação	CP 09 - CP 12	Sala Golaço	Real entendimento do indicador por parte da operação / reforçar o compromisso PH1st	ZERO	
Falta de aderência a instrução de trabalho	Revisar e atualizar instrução de trabalho da separação	Incluir pontos de melhoria do procedimento e delimitá-lo quanto ao uso de medidas disciplinares	Líderes de Separação	CP 10	N/A	Otimizar a instrução de trabalho	ZERO	OK
Falta de aderência a instrução de trabalho	Realizar reunião/treinamento com a operação sobre instrução de trabalho	Enfatizando a importância do procedimento de separação	Líder do projeto e líderes da separação	CP 10	Renew	Reduzir erros do tipo T1 e T2	ZERO	OK
Ausência de consciência sobre o procedimento	Atualização do treinamento de separação	Revisar treinamento e incluir pontos críticos	Líder de separação	CP 15	N/A	Melhorar a aderência sobre procedimento	ZERO	OK
5S deficiente	Sinalização visual da linha de separação	Solicitar repaginação do flowrec e das etiquetas	Líder do projeto	CP 11	Linha de separação	Melhorar a organização visual da linha	TBD	OK
Etiquetas do set table inadequadas	Sinalização visual do Set Table	Solicitar repaginação do set table e das etiquetas	Líder do projeto	CP 13	Set table	Melhorar a organização visual do set table	TBD	OK
Codificação dos bins falha	Estruturar nova configuração de bins para estações	Propondo novos códigos para os bins e testando na linha	Equipe do projeto	CP 13	N/A	Reduzir erros de separação quanto a troca de bins	TBD	OK
Ausência de concentração	Realizar treinamento sobre Concentração com a operação	Compartilhando dicas sobre comportamento e enfatizando a importância do procedimento de separação	Supervisor de Qualidade	CP 11	Renew	Diminuir os erros relacionados a estação e bin sem fazer	ZERO	OK
Comunicação frágil entre 1º e 2º turno	Criar formulário para passagem de turno entre separadores	Criando modelo de registro e repassando para operação	Líder do projeto	CP 14	N/A	Reforçar a passagem de turno entre separadores e líderes	ZERO	
Falta de padronização no processo de comunicação de erro	Criar um formulário de feedback para os líderes	Usando o modelo de EHS e consultando a liderança	Líder do projeto	CP 10	N/A	Facilitar o tratamento dos erros de separação	ZERO	OK
Falta de padronização no processo de comunicação de erro	Definir procedimento de feedback dos líderes para separação	Criando procedimento com líderes	Supervisor de Separação	CP 11	N/A	Melhorar comunicação com a operação	ZERO	OK
Necessidade de gestão a vista para operação	Construir quadro para acompanhamento de erros da separação	Solicitando cotação de quadro com o fornecedor	Líder do projeto	CP 12	Linhas 1 e 2	Melhorar comunicação do desempenho da CP	TBD	OK
Produtos misturados no mesmo bin/ produtos semelhantes próximos	Realizar Reorganização e Rebalanceamento nas estações de Literatura	Reorganizando as estações de literatura conforme balanceamento	Separadores	CP 09	Estação 24	Corrigir o balanceamento da estação e reduzir o número de erros	ZERO	OK
Baixo conhecimento sobre o line balance	Fazer o conhecimento do processo de balanceamento chegar até a operação	Realizando Workshop com líderes da operação	Analista	CP 12	Golaço	Disseminar conhecimento de line Balance com toda a operação	ZERO	OK
Mapeamento dos bins críticos da CP	Confeccionar placas de acrílico para linha de separação	Evidenciar bins críticos da CP	Líder do projeto	CP 12	N/A	Chamar atenção para o separador	TBD	OK
Legibilidade da pick list	Desenvolver novo modelo de pick list	Confeccionar novo layout da lista e submeter a aprovação de IT	Projeto externo - IT	CP 13	N/A	Melhorar leitura da pick list	TBD	
Incidencia grande de ERROS em Funcionários Temporários / Novatos	Implementar aplicação de testes de AC e palográficos	Realizando testes para todos os candidatos a função de Separador	Analista de RH	CP 09	RH	Maior acertividade na seleção de candidatos para Separação	ZERO	OK

Fonte: elaborado pela autora.

Ao todo foram formuladas 18 ações para o projeto, mas devido a quantidade de ações, apenas 2 serão selecionadas para explicar seu desenvolvimento:

- Reconfiguração de *bins* para estações:

O erro com maior representatividade entre as falhas do processo de separação de pedidos é classificado pelo sistema de conferência aleatória como T4 (*Bin trocado*). Este tipo de erro ocorre quando o separador coleta um produto de um endereçamento diferente do endereçamento original solicitado na *pick list*, portanto, ocorre a troca do produto a ser enviado para revendedora. Cerca de 47% dos erros apontados pelo sistema de medição eram relacionados à troca de *bins*.

Uma das causas prioritárias identificadas na etapa de análise foi a codificação falha dos *bins*, isso porque os *bins* se utilizam de códigos para serem reconhecidos. A configuração original da estação, composta de *bins*, antes das ações do projeto, se utilizava de duas letras do alfabeto, como representado na Figura 38.

Figura 38 - Codificação dos *bins*



Fonte: elaborado pela autora.

Além desse elevado percentual de troca de *bins*, um estudo realizado pela equipe do projeto revelou que 18% dos erros do tipo T4, aconteciam devido a codificação semelhante dos *bins*, ou seja, quando na leitura da *pick list* o separador era confundido pela semelhança entre a

simbologia das letras ou pela semelhança da fonologia das letras. Um exemplo desse último caso era o elevado erro de troca entre *bins* “CG” e “CD”.

Em vista dessa análise e do apontamento de codificação falha pelos separadores, identificou-se uma oportunidade para mudança na codificação dos *bins* que proporcionasse uma melhora para atividade de separação e extinguisse a semelhança nos códigos a serem utilizados. Desse modo, foi escolhida uma estação piloto para teste com a nova configuração de *bins*, durante o período de uma campanha, caso fosse evidenciado a redução de erros do tipo T4 naquela zona, a nova configuração seria estendida as demais estações.

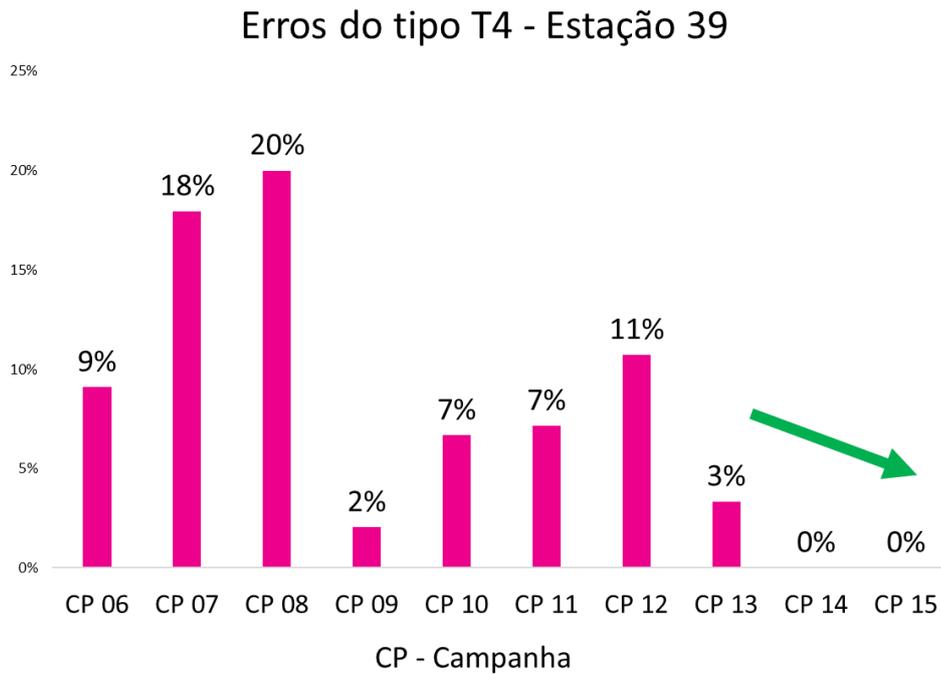
A Figura 39 mostra a nova configuração proposta pela equipe do projeto que reduziu o uso de duas letras na codificação e expandiu o uso do alfabeto para evitar a troca por *bins* semelhantes.

Figura 39 - Nova codificação dos *bins*



Fonte: elaborado pela autora.

Após a fase de teste, a estação piloto (Estação 39) incorporou as melhorias que foram sugeridas pelos separadores e mostrou o seguinte resultado, exibido na Figura 40, quanto a redução de erros relacionado a troca de *bins*.

Figura 40 - Resultado da ação de reconfiguração de *bins*

Fonte: elaborado pela autora.

- Sinalização visual do *set-table*:

A ação de sinalização visual está relacionada tanto a causa prioritária de etiquetas de *set-table* inadequadas quanto a de 5S deficiente. Visto que as etiquetas estavam obsoletas e danificadas, a gestão visual do *set-table* atrapalhava o processo de separação, prejudicando a identificação de *bins* para coleta de produtos. Na Figura 41 é possível visualizar o estado das estantes do *set-table* antes da implementação da melhoria, onde se enxerga um estado inadequado de conservação do local.

Figura 41 - Estado anterior das etiquetas do *set-table*



Fonte: elaborado pela autora.

Após a repaginação das estantes do *set-table*, a ação beneficiou a gestão visual da área de separação e promoveu um ambiente mais organizado e padronizado para o centro de distribuição, na Figura 42 é possível visualizar o estado posterior das etiquetas e estantes.

Figura 42 - Estado posterior do *set-table*



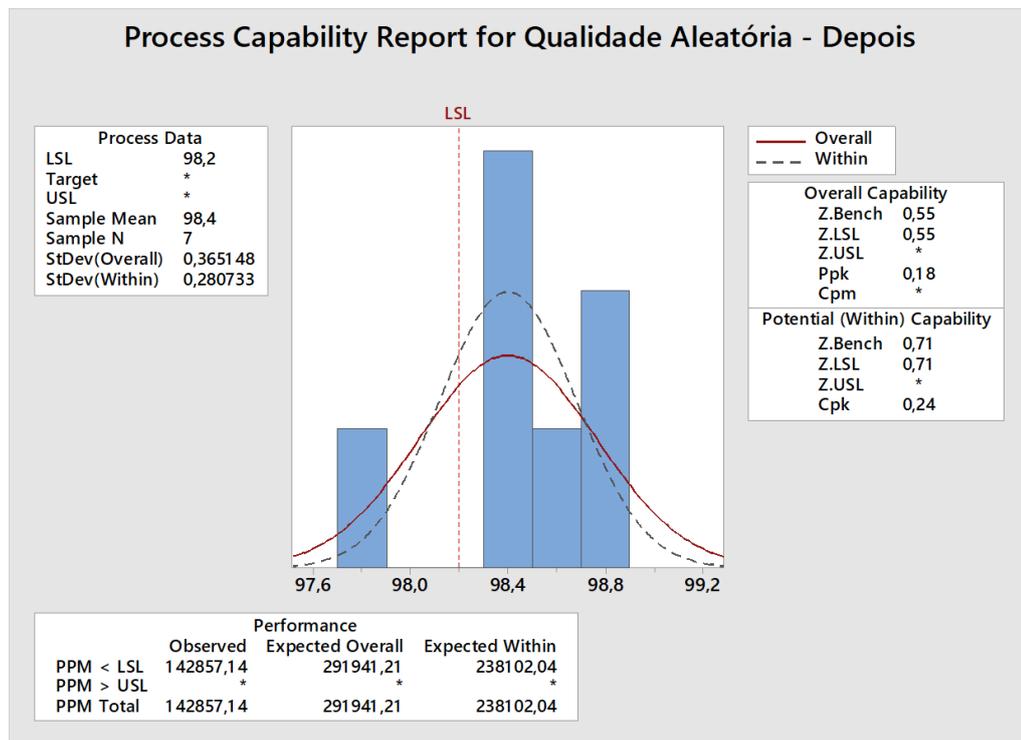
Fonte: elaborado pela autora.

3.5.5 Fase V: Controlar

3.5.5.1 Medição do desempenho do processo após ações implementadas

Na penúltima etapa para conclusão do projeto, houve uma nova medição do processo para diagnosticar se as ações de melhoria obtiveram êxito em sua implementação, para isso foi calculado novamente a capacidade e o nível sigma do processo. Com auxílio do programa Minitab, o resultado obtido pode ser visto na Figura 43.

Figura 43 - Capacidade posterior as ações de melhoria



Fonte: elaborado pela autora.

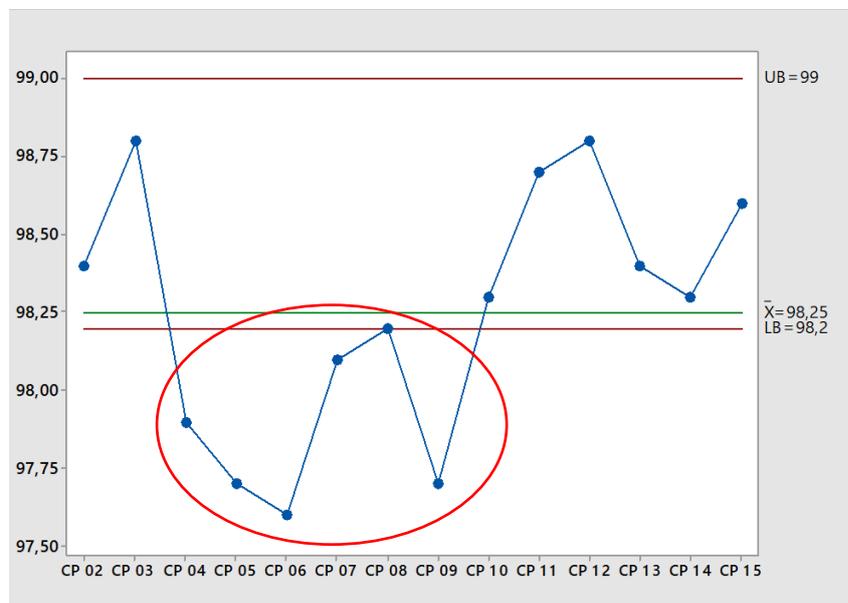
Em seguida foi calculado novamente o nível sigma do processo, da mesma maneira que na etapa de medição do desempenho do processo, somando-se o deslocamento de longo prazo, identificado no gráfico como “Z.bench”, com o valor de 1,5, que é o desvio padrão usualmente considerado pelos praticantes de Seis Sigma. É importante destacar que o sigma foi calculado a partir dos valores de capacidade global (*Overall capability*) em ambos os casos.

$$\text{Nível } \sigma = 0,55 + 1,5 = 2,05 \quad (3)$$

Embora o nível sigma ainda represente um resultado de baixa qualidade do processo, o processo obteve grandes melhorias comparadas ao cenário anterior, que cresceu 62% em seu nível sigma, mostrando a capacidade e a oportunidade que o processo possui em evoluir e gerar impacto ao nível de serviço da companhia.

Além da capacidade, foi formulado também um gráfico de controle estatístico do processo (Figura 44) com a evolução do indicador de qualidade aleatória durante as campanhas. O limite inferior do gráfico de controle (LB) foi alterado para a meta do indicador, 98,2% para atender as necessidades do processo. Se o limite inferior do processo não fosse alterado, boa parte dos pontos estariam dentro do limite, mas ainda assim não atenderiam as exigências do processo ou faria dele um processo capaz.

Figura 44 - Gráfico de controle do processo



Fonte: elaborado pela autora.

Observa-se a partir da Figura 44 que o gráfico mostra uma série de pontos fora do limite de controle inferior antes do início do projeto, já após as primeiras ações de melhoria, iniciadas na campanha 09, o indicador começa a se normalizar.

3.5.5.2 Documentação e padronização das ações realizadas

A última etapa da fase de controle consistiu na atualização dos documentos do projeto e da versão otimizada do procedimento de separação de pedidos no sistema de gestão interna

da empresa em estudo. Um dos modelos de documentos criados para o projeto foi o formulário de *feedback* utilizado pela separação que pode ser visto na Figura 45.

Figura 45 - Formulário de *feedback*

FORMULÁRIO FEEDBACK		CP																
		Data:																
FEEDBACK PARA ERROS DE SEPARAÇÃO NA LINHA																		
Líder:	Estação:	Operador:																
Linha:	Tipo de Erro	Qtd. de erros:																
	<input type="checkbox"/> T1 - Estação sem fazer <input type="checkbox"/> T2 - Bin sem fazer <input type="checkbox"/> T3 - Contagem a mais <input type="checkbox"/> T4 - Produto trocado <input type="checkbox"/> T5 - Estação trocada	<input type="checkbox"/> T6 - Pedido trocado <input type="checkbox"/> T7 - Produto não solicitado <input type="checkbox"/> T8 - Abastecimento incorreto <input type="checkbox"/> T9 - Contagem a menos <input type="checkbox"/> Transição	<input type="checkbox"/> Conhece o procedimento? <input type="checkbox"/> Foi treinado no procedimento? <input type="checkbox"/> Sente falta de treinamentos? <input type="checkbox"/> Relação com produtividade <input type="checkbox"/>															
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sim</th> <th>Não</th> <th>N/A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Sim	Não	N/A												
Sim	Não	N/A																
MOTIVO DO ERRO																		
<input type="checkbox"/> 1. Discordância do procedimento <input type="checkbox"/> 2. Produtos semelhantes <input type="checkbox"/> 3. Bins semelhantes <input type="checkbox"/> 4. Códigos semelhantes <input type="checkbox"/> 5. Abastecimento incorreto <input type="checkbox"/> 6. Inexperiência <input type="checkbox"/> 7. Foco na produção <input type="checkbox"/> 8. Layout da estação <input type="checkbox"/> 9. Mudanças não comunicadas <input type="checkbox"/> 10. Operador estava ajudando outra estação <input type="checkbox"/> 11. Operador estava sendo auxiliado em sua estação	<input type="checkbox"/> 13. Limitação física <input type="checkbox"/> 14. Falta de atenção <input type="checkbox"/> 15. Motivos pessoais <input type="checkbox"/> 16. Outros: _____ Comentários:	<div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>																
O QUE PODEMOS FAZER PARA MELHORAR?																		
O QUE VOCÊ PODE FAZER PARA MELHORAR?																		
Está ciente das consequências?																		
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Entende a importância do Put Her First?																

Fonte: elaborado pela autora.

O objetivo do formulário de *feedback* é que fosse criado um padrão para acompanhamento dos separadores. Por meio do formulário o líder de separação poderia comunicar o erro ao separador e, ao mesmo tempo, identificar *in loco* se havia alguma fonte de erro no ambiente que pudesse ser corrigida de imediato. À medida que esses formulários foram tabulados, poderiam ser observados padrões de comportamento entre os separadores para que se necessário, fossem elaboradas e direcionadas ações específicas.

Após a constatação dos resultados obtidos, o projeto foi devidamente encerrado por meio de um termo de finalização assinado pelos gestores. Um dos pontos essenciais para garantia dos resultados no longo prazo após a finalização do projeto foi um cronograma de revisão dos mecanismos de controle, como os gráficos de controle, os registros do sistema de conferência aleatória e o acompanhamento do indicador por meio da gestão de rotina diária.

Nesse âmbito, foi desenvolvido um quadro de gestão à vista (Figura 46) para área de separação, que sintetiza o acompanhamento diário dos erros e da evolução do indicador de qualidade aleatória por campanha. O quadro auxilia os líderes na tomada de ações rápidas

quando o desempenho da separação se mostra desfavorável e permite que os próprios separadores tomem consciência da sua performance.

Figura 46 - Quadro para controle de erros da separação

Check Point			Qualidade Aleatória		
Linha	Limite	Realizado	CP	98,3%	Ano
1	1	0			
2	1	0	Meta	98,2%	To Go 98,6%
3	1	0			
4	1	0			
CP	4	0			
Erros Absolutos					
Linha	Limite	Realizado			
1	1	0			
2	1	0			
3	1	0			
4	1	0			
CP	4	0			

O nosso plano é ter **ZERO** erro!
Veja aqui o que podemos fazer.

Fonte: elaborado pela autora.

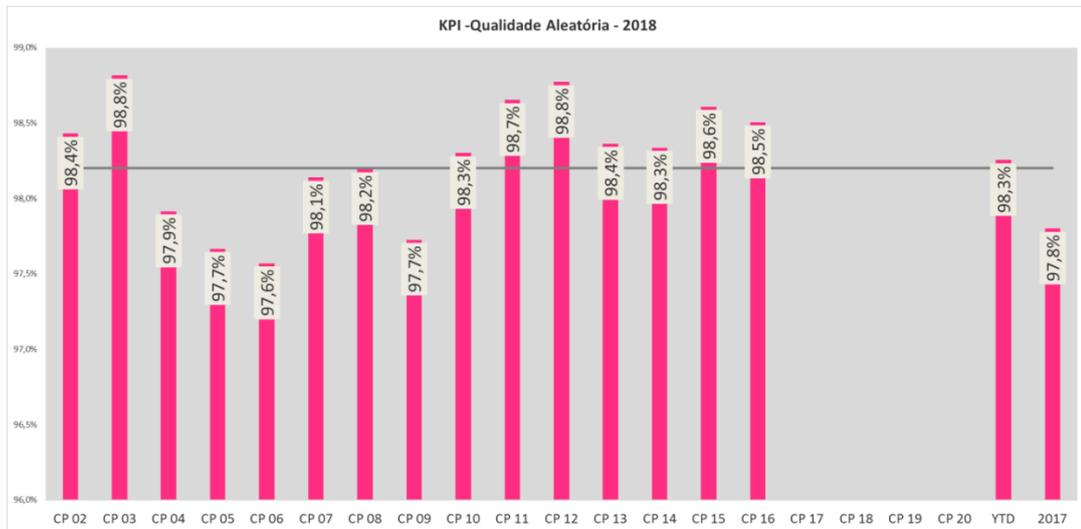
As considerações finais a serem feitas na fase de controle dizem respeito a continuidade das ações desenvolvidas para o projeto e a persistência no encontro de recursos financeiros que viabilizem a implementação de melhorias relacionadas à tecnologia e a automatização do processo de separação de pedidos, medidas vitais para o sucesso nos resultados.

3.6 Resultados

Os resultados associados ao desenvolvimento do método proposto em um centro de distribuição podem ser atribuídos a dois fatores chaves. Primeiramente, o empenho da equipe no desenvolvimento do projeto, que além de possuir destreza na aplicação de ferramentas estatísticas e de qualidade, se utilizou de habilidades comportamentais para alcançar o desfecho esperado. Em segundo lugar, a coerência do método DMAIC em permitir que o método

proposto fosse sistematizado e aplicado de acordo com a realidade da empresa em estudo. A utilização do DMAIC confirmou a expectativa dos envolvidos em permitir a ascensão do indicador de qualidade aleatória e a redução de erros no processo de separação de pedidos, informações que podem ser confirmadas a partir da Figuras 47 e 48.

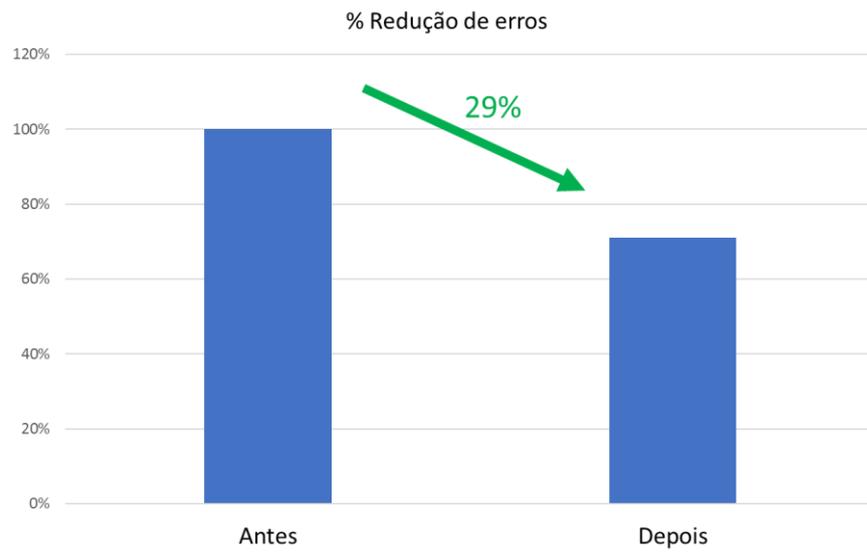
Figura 47 - Evolução do indicador de qualidade aleatória



Fonte: elaborado pela autora.

Por meio da Figura 47 é possível enxergar que o indicador de qualidade aleatória não só atingiu a meta definida para o ano de 98,2%, como a ultrapassou, performando em 98,3%. Por fim, é mostrado o percentual de redução da média de erros de separação de pedidos nas campanhas anteriores ao projeto e posteriores ao projeto, conforme a Figura 48.

Figura 48 - Redução de erros de separação de pedidos medido pelo indicador de qualidade aleatória



Fonte: elaborado pela autora.

4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este capítulo abordará sobre as conclusões acerca do estudo aplicado e o alcance dos objetivos do trabalho, as recomendações para trabalhos posteriores e, por fim, as considerações finais sobre o seu desenvolvimento.

4.1 Conclusões

A elaboração do presente trabalho permitiu a exposição de um caso real de aplicação do método DMAIC em um centro de distribuição localizado no Ceará, pertencente a uma companhia do ramo de cosméticos, perfumaria e moda casa, com o objetivo de reduzir os erros de separação de pedidos, e a conseqüente melhoria da performance do processo.

O objetivo geral do trabalho consistiu em relacionar a aplicação do método DMAIC a redução de erros de separação de pedidos, o que se concretizou a partir da construção do método proposto fundamentado na ordem cronológica e na sistematização do DMAIC, adaptado ao contexto organizacional da empresa de estudo. Além disso, outras atribuições da cultura Seis Sigma, possibilitaram o êxito em sua aplicação, como a equipe de desenvolvimento do projeto e a utilização de ferramentas preconizadas pelo DMAIC.

Quanto aos objetivos específicos, pode-se afirmar que os mesmos foram atingidos em sua totalidade a partir da evolução das 13 etapas do método proposto. Em relação ao primeiro objetivo específico, a etapa de caracterização das entradas e saídas do processo de ataque delimitou todas as características relevantes ao processo de separação de pedidos e contextualizou sua importância em meio ao fluxo operacional do centro de distribuição.

Em relação ao segundo objetivo específico, a aplicação do método proposto se utilizou de pelo menos 12 ferramentas recomendadas pelo DMAIC, que reforçaram a adoção da metodologia aos resultados obtidos. Quanto ao terceiro objetivo específico, todas as etapas da fase de análise do método proposto persistiram na busca de causas raízes dos problemas de separação de pedidos e na identificação de oportunidades de melhorias para o processo, expostas resumidamente no Quadro 13.

Finalmente, o último objetivo específico foi alcançado a partir da sessão de resultados do capítulo quatro, onde foi mostrada a evolução do processo de separação de pedidos e do indicador de qualidade aleatória.

O atingimento desses objetivos só se tornou possível através da análise crítica do processo de separação de pedidos, da investigação árdua do ambiente de interesse e do empenho na adoção de medidas cabíveis à realidade da organização e da equipe do projeto. É importante reforçar que os resultados relacionados a aplicação do método DMAIC vão além dos quantitativos apontados anteriormente, contribuindo também para a mudança da cultura organizacional, para a sinergia dos funcionários dedicados ao desenvolvimento do projeto e para o compromisso com os objetivos estratégicos da companhia.

4.2 Recomendações para trabalhos futuros

Sugere-se a extensão do estudo em uma nova proposta de aplicação do método DMAIC por meio do incremento de ferramentas estatísticas como *box-plot*, qui-quadrado, análise de regressão, ferramentas da qualidade como FMEA, *poka-yokes* e outras métricas do *lean*, visto que o nível sigma do processo de separação de pedidos ainda apresenta um elevado potencial de melhoria. Além disso, é interessante que seja considerada uma análise de viabilidade financeira para implementação de ações que requerem um esforço maior e implicam na modernização do processo de separação, como o *pick by monitor* e o *pick to light*.

4.3 Considerações finais

Não obstante, o desenvolvimento do presente trabalho contribuiu para a satisfação dos clientes atendidos pela organização, uma vez que a otimização do processo de separação de pedidos beneficia o nível de serviço oferecido ao público atendido e impacta o alcance do pedido perfeito, um importante conceito logístico discorrido na revisão teórica. Em termos quantitativos, a aplicação do método DMAIC possibilitou a redução de 29% de erros de separação de pedidos e o atingimento da meta do indicador de qualidade aleatória definida para o centro de distribuição.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. M. de. **Introdução à metodologia do trabalho científico:** elaboração de trabalhos na graduação. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ARAUJO, L. C. G. de. **Organização, sistemas e métodos e as modernas ferramentas de gestão organizacional:** arquitetura, benchmarking, emporwerment, gestão pela qualidade total, reengenharia. São Paulo: Atlas, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS - ABIHPEC. **Panorama do setor 2018.** Disponível em: <<https://abihpec.org.br/publicacao/panorama-do-setor-2018/>>. Acesso em: 10 set. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS - ABIHPEC. **Caderno de tendências 2019 – 2020.** Disponível em: <<https://abihpec.org.br/publicacao/caderno-de-tendencias-2019-2020/>>. Acesso em: 10 set. 2018.

AYRES, A. de P. S. **Gestão de logística e operações.** Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2009. 316 p. Disponível em: <https://issuu.com/silviomancilha/docs/gest_o_de_log_stica_e_opera_es>. Acesso em: 22 set. 2018.

BALLESTERO – ALVAREZ, M. E. **Gestão de qualidade, produção e operações.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial.** Tradução de Raul Rubenich. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 616 p.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial:** transportes, administração de materiais e distribuição física. Tradução de Hugo T. Y. Yoshizaki. São Paulo: Atlas, 1993.

BARROS, E.; BONAFINI, F. **Ferramentas da qualidade.** São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014. Disponível em: <<http://unifor.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788543009940/pages/-12>>. Acesso em: 10 out. 2018.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial:** o processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo: Atlas, 2010.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. **Gestão da cadeia de suprimentos e logística.** Tradução de Cláudia Mello Belhassof. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BRAZ, M. A. Ferramentas e gráficos básicos. *In*: ROTONDARO, R. G. (Coord.). **Seis sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2014.

CAMPOS, V. F. **TQC - Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 8. ed. Nova Lima: Editora FALCONI, 2004. 256 p.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CARVALHO, M. M. Medindo o sigma do processo. *In*: ROTONDARO, R. G. (Coord.). **Seis sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2014.

CHOPRA, S.; MEINDL, Peter. **Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R. **Controle estatístico de qualidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

DONADEL, D. C. **Aplicação da metodologia DMAIC para redução de refugo em uma indústria de embalagens**. 2008. 122 p. Trabalho de Formatura (Graduação em Engenharia de Produção). Departamento de Engenharia de Produção. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GONÇALVES, P. S. **Logística e cadeia de suprimentos: o essencial**. Barueri, SP: Manole, 2013.

JURAN, M. J. **Juran planejando para a qualidade**. Tradução de João Mário Csillag, Cláudio Csillag. São Paulo: Pioneira, 1990.

KRAJEWSKI, L. J.; MALHOTRA, Manoj K.; RITZMAN, Larry P. **Administração de produção e operações**. Tradução de Sônia Midori Yamamoto. 11. ed. São Paulo: Pearson Education, 2017.

LACERDA, L. **Armazenagem estratégica: analisando novos conceitos**. Centro de Estudos em Logística (CEL): COPPEAD/UFRJ, 2000.

LÉLIS, E. C. **Gestão da qualidade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

LIMA, M. P. **Armazenagem: considerações sobre a atividade de picking**. Centro de Estudos em Logística (CEL): COPPEAD/UFRJ, 2002.

MOURA, L. R. **Qualidade simplesmente total: uma abordagem simples e prática da gestão da qualidade.** Rio de Janeiro: Qualitymark Ed, 2003.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade no processo: a qualidade na produção de bens e serviços.** São Paulo: Atlas, 1995.

PONTES, H. L. J.; ALBERTIN, M. R. **Logística e distribuição física.** Curitiba: InterSaber, 2017. Disponível em: <<http://unifor.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788559724578/pages/-2>>. Acesso em: 29 set. 2018.

PYZDEK, T. **Uma Ferramenta em busca do defeito zero.** HSM Management, Rio de Janeiro, v.7, fas. 38, p.63-70, Maio-Junho, 2003.

RAMOS, A. W. Mantendo o processo sobre controle. *In*: ROTONDARO, R. G. (Coord.). **Seis sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços.** São Paulo: Atlas, 2014.

RISSI, L. A., **Aplicação da metodologia 6 sigma para resolução do problema da falta de acurácia no estoque de uma empresa.** 2007. 54 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

RODRIGUES, A. M. **Estratégias de picking na armazenagem.** Centro de Estudos em Logística (CEL): COPPEAD/UFRJ, 1999.

ROTONDARO, R. G. (Coord.). **Seis sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços.** São Paulo: Atlas, 2014.

SELEME, R.; STADLER, H. **Controle da qualidade: as ferramentas essenciais.** Curitiba: InterSaber, 2012. Disponível em: <<http://unifor.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788565704861/pages/-2>>. Acesso em: 10 out. 2018

SILVA, A. F., **Estudo do processo de uma reformadora de pneus utilizando ferramentas da qualidade.** 2015. 52 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Centro Universitário de Formiga, Formiga, 2015.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração da dissertação.** 4. ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005. Disponível em: <https://projetos.inf.ufsc.br/arquivos/Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_de_teses_e_dissertacoes_4ed.pdf>. Acesso em: 22 out. 2018.

TAYLOR, D. A. **Logística na cadeia de suprimentos**: uma perspectiva gerencial. São Paulo: Pearson Addison-Wesley, 2005.

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

WERKEMA, C. **Criando a cultura lean seis sigma**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

APÊNDICE A – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE SEPARAÇÃO DE PEDIDOS