



**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA COMO FATOR
ESTRATÉGICO PARA AUMENTO DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL:
ESTUDO DE CASO DE UMA EMPRESA NO SETOR PORTUÁRIO**

Herberth Bruno Nunes e Silva

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos – Mestrado Profissional, PPGEP/ITEC, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos.

Orientador: Edilson Marques Magalhães

Belém

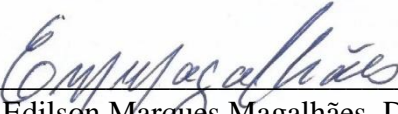
Fevereiro de 2020

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA COMO FATOR
ESTRATÉGICO PARA AUMENTO DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL:
ESTUDO DE CASO DE UMA EMPRESA NO SETOR PORTUÁRIO**

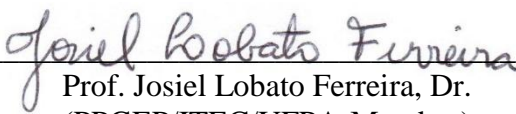
Herberth Bruno Nunes e Silva

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PROCESSOS – MESTRADO PROFISSIONAL (PPGEP/ITEC) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PROCESSOS.

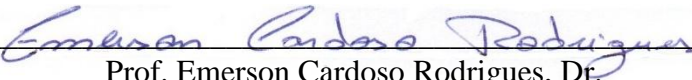
Examinada por:



Prof. Edison Marques Magalhães, Dr.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Orientador)



Prof. Josiel Lobato Ferreira, Dr.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Membro)



Prof. Emerson Cardoso Rodrigues, Dr.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Membro)

BELÉM, PA - BRASIL

FEVEREIRO DE 2020

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA

Silva, Herberth Bruno Nunes, 1989-
Aplicação da metodologia seis sigma como fator
estratégico para aumento da eficiência operacional: estudo
de caso de uma empresa no setor portuário -São Luís - MA /
Herberth Bruno Nunes e Silva - 2020.

Orientador: Edilson Marques Magalhães

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal
do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Processos, 2020.

1. Seis Sigma 2. Melhoria 3. Estratégia. Título

CDD 22. ed.660.284245

*A Deus, meu guia e protetor. À minha
família, pelo apoio e amor incondicional.
Aos amigos, pela companhia nos
momentos de solidão, tristeza e alegria.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela sabedoria e por mais um sonho realizado, pois sem ele nada seria possível.

Aos meus pais pela minha existência, apoio e amor incondicional.

A minha avó por sempre torcer pelos degraus de crescimento da minha vida.

Aos meus irmãos e amigos que sempre torceram por mim e me apoiaram.

A minha namorada, pela compreensão.

Aos meus colegas e professores de turma pelos anos de convivências.

Ao meu orientador pelo apoio e assistência na elaboração deste trabalho.

“Seja a mudança que você quer ver no mundo”

(Mahatma Gandhi)

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGEP/UFPA como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Processos (M. Eng.)

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA COMO FATOR
ESTRATÉGICO PARA AUMENTO DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL:
ESTUDO DE CASO DE UMA EMPRESA NO SETOR PORTUÁRIO**

Herberth Bruno Nunes e Silva

Fevereiro/2020

Orientador: Edilson Marques Magalhães

Área de Concentração: Engenharia de Processos

Este trabalho tem como proposta a aplicação da metodologia Seis Sigma alinhada ao objetivo estratégico de uma empresa do setor portuário de aumentar sua capacidade de embarque, por meio da otimização de processos operacionais, reduzindo perdas e melhorando a eficiência. Trata-se de uma pesquisa exploratória na qual foi realizado o estudo de caso com a implementação da metodologia nos processos operacionais da unidade de uma empresa do setor portuário localizada em São Luís – MA. Para execução deste trabalho, foram empregadas ferramentas e conceitos do Seis Sigma, tendo como destaque o DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar), um dos mais difundidos métodos dentro do Seis Sigma, que utiliza de suas várias fases para organizar o raciocínio no desenvolvimento dos projetos e o uso de outras ferramentas da qualidade e estatística. Percorrendo as cinco fases deste método buscou-se mapear os principais impactos operacionais na eficiência operacional da unidade, foi realizado a priorização de quatro desses impactos como alvo no desenvolvimento de projetos Seis Sigma, aplicadas ferramentas de qualidade e estatísticas para análise das causas e soluções e ao final, feita a implementação das ações de melhoria. Após a implementação desse trabalho foram reduzidas as perdas operacionais em 0,42 horas por navio, significando um ganho potencial de 375 horas por ano, contribuindo assim para obter uma maior eficiência operacional do porto e alcance de objetivos estratégicos da empresa.

Abstract of Dissertation presented to PPGE/UFPA as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Process Engineering (M. Eng.)

**APPLICATION OF THE SIGMA METHODOLOGY AS A STRATEGIC
FACTOR FOR INCREASED OPERATIONAL EFFICIENCY: CASE STUDY OF
A COMPANY IN THE PORT SECTOR**

Herberth Bruno Nunes e Silva

February/2020

Advisor: Edilson Marques Magalhães

Research Area: Process Engineering

This work proposes the application of the Six Sigma methodology aligned with the strategic goal of a company in the port sector to increase its loading capacity, by optimizing operational processes, reducing losses and improving efficiency. It is an exploratory research in which the case study was carried out with the implementation of the methodology in the operational processes of the unit of a company in the port sector located in São Luís - MA. To carry out this work, Six Sigma tools and concepts were used, with emphasis on the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Implement and Control), one of the most widespread methods into Six Sigma, which uses its various phases to organize the reasoning in the development of projects and the use of other quality and statistical tools. Going through the five phases of this method, we sought to map the main operational impacts on the efficiency of the unit and, prioritizing four of these impacts as a target in the development of Six Sigma projects, applying quality tools and statistics to analyze the causes and solutions and in the end, the improvement actions were implemented. After the implementation of this work, operational losses were reduced by 0.42 hours per ship, meaning a potential gain of 375 hours per year, contributing to obtain greater operational efficiency at the port and reach the company's strategic objectives.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - MOTIVAÇÃO.....	1
1.2 - OBJETIVO.....	1
1.2.1 - Objetivo geral.....	1
1.2.2 - Objetivos específicos.....	2
1.3 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO.....	3
1.4 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	3
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA.....	5
2.1 - METODOLOGIA DE MELHORIA SEIS SIGMA.....	5
2.1.1 - Histórico e definição de Seis Sigma.....	5
2.1.1.1 - O significado da medida sigma.....	6
2.1.1.2 - O cálculo do nível sigma.....	7
2.1.1.3 - O método DMAIC e suas fases.....	10
2.1.2 - A importância estratégica do Seis Sigma.....	12
2.1.2.1 - Resultados do Seis Sigma.....	13
2.1.2.1.1 - Financeiros.....	13
2.1.2.1.2 - Motivacional ou motivação e trabalho em equipe.....	14
2.1.2.1.3 - Qualificação de capital humano.....	14
2.1.2.1.4 - Cultura de mudança.....	16
2.1.3 - Abordagem estatística do Seis Sigma.....	17
2.1.3.1 - Média Aritmética.....	18
2.1.3.2 - <i>Outliers</i>	19
2.1.3.3 - Variação.....	19
2.1.3.4 - Desvio padrão.....	20
2.1.3.5 - Quartil.....	21
2.1.3.6 - Correlação.....	21
2.1.4 - A equipe Seis Sigma.....	23
2.1.5 - Pontos críticos para implementação do Seis Sigma.....	25
2.1.5.1 - Fatores culturais.....	25
2.1.5.2 - Capacitação técnica.....	25
2.1.5.3 - Liderança.....	26

2.1.5.4 - Replicação.....	27
2.1.6 - Casos de sucesso.....	29
CAPÍTULO 3 - ESTUDO DE CASO: OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE UMA EMPRESA DO SETOR PORTUÁRIO.....	30
3.1 - CARACTERIZAÇÃO DO PORTO.....	30
3.2 - METODOLOGIA APLICADA AO ESTUDO DE CASO.....	32
3.2.1 - Coleta de dados.....	32
3.3 - CENÁRIO ATUAL.....	33
3.3.1 - Identificação do problema – Fase definição.....	33
3.3.2 - Medição do processo – Fase medição.....	35
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1 - DEFINIÇÃO DOS PROJETOS.....	39
4.2 - DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS.....	40
4.2.1 - Projeto 1 Checagem de calados.....	40
4.2.1.1 - Identificação do problema – Fase definição.....	40
4.2.1.2 - Estratificação do problema – Fase medição.....	42
4.2.1.3 - Análise do processo – Fase análise.....	44
4.2.1.4 - Plano de ação – Fase implementação.....	48
4.2.1.5 - Verificação dos resultados – Fase controle.....	50
4.2.2 - Projeto 2 – Sonda e entupimentos.....	52
4.2.2.1 - Identificação do problema – Fase definição.....	52
4.2.2.2 - Estratificação do problema – Fase medição.....	54
4.2.2.3 - Análise do processo – Fase análise.....	57
4.2.2.4 - Plano de ação – Fase implementação.....	59
4.2.2.5 - Verificação dos resultados – Fase controle.....	60
4.2.3 - Projeto 3 – Paralisação para <i>Trimming</i>.....	62
4.2.3.1 - Identificação do problema – Fase definição.....	62
4.2.3.2 - Estratificação do problema – Fase medição.....	64
4.2.3.3 - Análise do processo – Fase análise.....	65
4.2.3.4 - Plano de ação – Fase implementação.....	68
4.2.3.5 - Verificação dos resultados – Fase controle.....	69
4.2.4 - Projeto 4 – Detectora de rasgo.....	70
4.2.4.1 - Identificação do problema – Fase definição.....	70

4.2.4.2 - Estratificação do problema – Fase medição.....	72
4.2.4.3 - Análise do processo – Fase análise.....	74
4.2.4.4 - Plano de ação – Fase implementação.....	75
4.2.4.5 - Verificação dos resultados – Fase controle.....	76
4.3 - RESULTADOS ALCANÇADOS.....	78
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	83
5.1 - CONCLUSÕES.....	83
5.2 - SUGESTÕES.....	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
ANEXO I - TEMPO DE CHECAGEM.....	95
ANEXO II - REGISTRO FOTOGRÁFICO DA MEDIÇÃO DAS DIMENSÕES INTERNAS DO CHUTE E AVALIAÇÃO DAS BANCADAS	96
ANEXO III - REGISTRO FOTOGRÁFICO DA AVALIAÇÃO EM CAMPOS DO TIPO, POSIÇÃO E ACESSO A SONDA.....	97
ANEXO IV -.....	98
ANEXO V -.....	99

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Variação dos processos.....	6
Figura 2.2	Fluxograma para determinação do nível sigma do processo.....	10
Figura 2.3	Método DMAIC de controle de processos.....	11
Figura 2.4	<i>Boxplot</i> ou gráfico de caixa.....	19
Figura 2.5	Visualização da variação e de uma tendência em carta de controle.....	20
Figura 2.6	Visualização de correlações positiva, negativa e da ausência de correlação.....	22
Figura 3.1	Terminal marítimo ponta da madeira.....	31
Figura 3.2	Meta estratégica de aumento de capacidade de embarque em milhões de toneladas anuais.....	33
Figura 3.3	Eficiência de embarque.....	34
Figura 3.4	Definição de projeto Seis Sigma.....	35
Figura 3.5	Levantamento das principais perdas ocorridas em 2017 e 2018..	36
Figura 3.6	Matriz de priorização.....	37
Figura 3.7	Fluxograma para definição de projetos Seis Sigma.....	38
Figura 4.1	Projetos Seis Sigmas priorizados.....	39
Figura 4.2	Gráfico sequencial do tempo de checagem de calados e análise estatística do indicador.....	41
Figura 4.3	Meta global do projeto checagem de calados.....	42
Figura 4.4	Estratificação projeto checagem de calados.....	43
Figura 4.5	Definição dos focos de atuação do projeto checagem de calados	43
Figura 4.6	Definição dos focos de atuação do projeto checagem de calados	44
Figura 4.7	Matriz de esforço e impacto.....	46
Figura 4.8	Não comprovação da causa erro de balança excessivo.....	47
Figura 4.9	Levantamento de soluções.....	48
Figura 4.10	Gráfico sequencial do tempo de checagem de calados antes, durante e depois do projeto.....	50
Figura 4.11	Gráfico sequencial do tempo de sonda e entupimento e análise estatística do indicador.....	53
Figura 4.12	Meta global do projeto de sonda e entupimento.....	54

Figura 4.13	Estratificação do projeto sonda e entupimento.....	54
Figura 4.14	Definição dos focos de atuação do projeto sonda e entupimento	55
Figura 4.15	Definição dos focos de atuação do projeto sonda e entupimento	55
Figura 4.16	Método da lacuna.....	56
Figura 4.17	Não comprovação da causa atuação sonda e entupimento no período chuvoso.....	58
Figura 4.18	Comprovação correlação da causa materiais especiais com impacto por sonda.....	58
Figura 4.19	Gráfico sequencial do tempo sonda e entupimento antes, durante e depois do projeto.....	60
Figura 4.20	Gráfico sequencial da paralisação de <i>Trimming</i> e análise estatística do indicador.....	63
Figura 4.21	Meta global do projeto de redução paralisação de <i>Trimming</i>	63
Figura 4.22	Estratificação projeto paralisação para <i>Trimming</i>	64
Figura 4.23	Definição dos focos de atuação do projeto paralisação de <i>Trimming</i>	64
Figura 4.24	Definição dos focos de atuação do projeto paralisação de <i>Trimming</i>	65
Figura 4.25	Levantamento da credibilidade do terminal com os navios.....	67
Figura 4.26	Evidência do distanciamento entre os acessos a lancha.....	68
Figura 4.27	Gráfico sequencial do tempo de paralisação de <i>Trimming</i> antes, durante e depois do projeto.....	69
Figura 4.28	Gráfico sequencial do tempo de detectora de rasgo e análise estatística do indicador.....	71
Figura 4.29	Meta global do projeto de detectora de rasgo.....	72
Figura 4.30	Estratificação projeto detectora de rasgo.....	72
Figura 4.31	Definição dos focos de atuação do projeto detectora de rasgo....	73
Figura 4.32	Definição dos focos de atuação do projeto detectora de rasgo....	73
Figura 4.33	Comprovação da causa atuação de detectora de rasgo por excesso de sujeira nas bandejas (verificações em campo do acúmulo de material nas chaves de rasgo tipo bandeja).....	75
Figura 4.34	Gráfico sequencial do tempo detectora de rasgo antes, durante e depois do projeto.....	77

Figura 4.35	<i>Build up</i> das reduções de perdas de cada projeto desenvolvido...	79
Figura 4.36	Análise de variabilidade do processo e determinação do nível sigma antes e depois dos projetos.....	80
Figura 4.37	Aderência ao cronograma de implementação das ações dos projetos.....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Tradução do nível da qualidade para a linguagem financeira.....	7
Tabela 2.2	Exemplo de dados quantitativos contínuos e discretos.....	8
Tabela 2.3	DPO e DPMO.....	8
Tabela 2.4	Correlação entre DPMO, DPO e o nível sigma.....	9
Tabela 2.5	Etapas do processo DMAIC.....	12
Tabela 2.6	Estrutura de recursos e especialistas do Seis Sigma nas organizações.....	24
Tabela 2.7	Estratégias para a replicação de projetos Seis Sigma.....	28
Tabela 4.1	Definição das metas específicas do projeto checagem de calados.....	44
Tabela 4.2	Priorização das causas do projeto checagem de calados.....	45
Tabela 4.3	Comprovação das causas do projeto checagem de calados.....	48
Tabela 4.4	Plano de ação projeto checagem de calados.....	49
Tabela 4.5	Verificação do alcance das metas específicas do projeto checagem de calados.....	51
Tabela 4.6	Ganho financeiro (trimestre) do projeto checagem de calados...	51
Tabela 4.7	Definição das metas específicas do projeto sonda e entupimento.....	56
Tabela 4.8	Priorização das causas atuação do projeto sonda e entupimento	57
Tabela 4.9	Comprovação das causas do projeto sonda e entupimento.....	59
Tabela 4.10	Verificação do alcance das metas específicas do projeto sonda e entupimento.....	61
Tabela 4.11	Ganho financeiro (trimestre) do projeto sonda e entupimento....	61
Tabela 4.12	Definição das metas específicas do projeto paralisação de <i>Trimming</i>	65
Tabela 4.13	Priorização das causas do projeto de paralisações de <i>Trimming</i> .	66
Tabela 4.14	Comprovação das causas projeto paralisações de <i>Trimming</i>	66
Tabela 4.15	Plano de ação do projeto paralisações de <i>Trimming</i>	68
Tabela 4.16	Verificação do alcance das metas específicas do projeto paralisação de <i>Trimming</i>	69
Tabela 4.17	Ganhos financeiros (trimestre).....	70

Tabela 4.18	Definição das metas específicas do projeto detectora de rasgo..	73
Tabela 4.19	Priorização das causas atuação do projeto detectora de rasgo....	74
Tabela 4.20	Plano de ação do projeto detectora de rasgo.....	76
Tabela 4.21	Verificação do alcance das metas específicas do projeto detectora de rasgo.....	77
Tabela 4.22	Ganho financeiro (trimestre) do projeto detectora de rasgo.....	78

NOMENCLATURA

ASQ	<i>AMERICAN SOCIETY OF QUALITY</i>
BC	BUSINESS CASE
CN	CARREGADOR DE NAVIOS
DMAIC	DEFINIR, MEDIR, ANALISAR, MELHORAR E CONTROLAR
DPMO	DEFEITOS POR MILHÃO DE OPORTUNIDADE
DPO	DEFEITOS POR OPORTUNIDADE
Σ	SIGMA / DESVIO PADRÃO
GE	GENERAL ELETRIC
HPO	HORAS DE PARADAS OPERACIONAIS
MAIC	MEDIR, ANALISAR, MELHORAR, CONTROLAR
MM	MILHÕES
MO	MÃO DE OBRA
OEE	OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS
OQEGCI	O QUE EU GANHO COM ISSO
PDCA	PLAN, DO, CHECK, ACT
QSP	CENTRO DE QUALIDADE, SEGURANÇA E PRODUTIVIDADE
PDM	PONTA DA MADEIRA
TR	TRANSPORTADORA
X	VARIÁVEL ESTUDADA
\bar{X}	MÉDIA DA AMOSTRA

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 - MOTIVAÇÃO

Um dos grandes desafios deste século e fator determinante para a sobrevivência ou não de uma organização em um mercado cada vez mais competitivo, exigente e globalizado é o alcance de processos e serviços cada vez mais eficientes, eliminando os desperdícios, diminuindo os custos, realizando mais com menos e aumentando a qualidade. Com um mercado cada vez mais globalizado e sem fronteiras, onde as interações comerciais não conhecem mais as barreiras geográficas, essa competitividade se tornou mais acirrada e manter ou ampliar o *marketshare* se torna cada vez mais dependente de uma melhoria ininterrupta para eficiências maiores (BORBA; DE OLIVEIRA GIBSON, 2010).

Nesse contexto, a melhoria contínua das operações de qualquer empresa que almeja o sucesso, deixou de ser uma opção e tornou-se uma obrigação, não sendo apenas uma particularidade dos setores industriais, mas se estendendo por diversos seguimentos da economia como: bancos, hotéis, hospitais, lojas, portos, ferrovias e outros. A melhoria contínua passou a ser requisito dos padrões internacionais, pelo qual a empresa deve continuamente melhorar a eficácia por meio do uso da política da qualidade, objetivos da qualidade, resultados de auditorias, análise de dados, ações corretivas e preventivas e análise crítica pela direção (ISO, 2002).

As ferramentas da qualidade e métodos utilizados para a melhoria são diversas, existem centenas disponíveis no mercado. Mas nem sempre a obtenção da melhoria e alcance de uma melhor eficiência implica na utilização de ferramentas e métodos de forma isolada, mas sim, um conjunto delas. Além disso, na grande maioria dos casos, os “problemas de fácil resolução” já foram tratados, restando apenas aqueles problemas mais complexos que necessitam de uma análise mais aprofundada, raciocínio bem estruturado que foque no problema e na solução de forma assertiva, do envolvimento e capacitação de pessoas para tal.

Diante desse desafio, está a metodologia Seis Sigma que se utiliza de uma abordagem que consolida o uso de várias ferramentas da qualidade para orientar os diferentes estágios do projeto de melhoria aliadas ao uso de ferramentas estatísticas para

análises mais minuciosas dos problemas que talvez não tivesse sua causa raiz analisada de forma adequada com métodos tradicionais (OLIVEIRA, 2009).

Essa metodologia pode ser um importante diferencial competitivo e elemento de transformação dentro de diversos segmentos de mercado, entre eles o setor portuário. Empresas deste setor, assim como dos demais, buscam processos mais eficientes para o escoamento de suas cargas aumentando a produtividade. Em função da competitividade, processos de embarque confiáveis e eficientes são de grande importância para manter e conquistar novos clientes, cumprir prazos, contratos e por vezes, superar as desvantagens causadas pelas longas distâncias até os clientes que aumenta o *lead time*. Pelo o exposto, pode-se constatar a importância do Seis Sigma como estratégia de melhoria na eficiência dos negócios.

A presente dissertação tem como finalidade demonstrar como o emprego da metodologia Seis Sigma de forma estruturada pode contribuir para o alcance de uma maior eficiência operacional numa empresa do setor portuário que tem como desafio dentro da sua estratégia de negócio, um aumento na sua eficiência operacional para proporcionar o alcance das metas de médio e longo prazo de incremento de volume de produção para atender as necessidades dos seus principais clientes dentro dos prazos e com qualidade.

A utilidade e justificativa do tema se dão pela relevância dos ganhos da metodologia Seis Sigma dentro das organizações onde já foi empregado e em explicar como o Seis Sigma pode ser um fator estratégico, apoiando uma empresa do setor portuário a atingir um melhor desempenho operacional, fomentando a melhoria contínua e sendo importante instrumento no desafio de manter o negócio competitivo.

1.2 - OBJETIVOS

1.2.1 - Objetivo geral

Otimizar a eficiência operacional de uma empresa do setor portuário utilizando o Seis Sigma como ferramenta/metodologia de otimização.

1.2.2 - Objetivos específicos

Dentre os objetivos específicos, pode-se destacar:

- Implementar o Seis Sigma em questão estratégica para organização;
- Fazer o levantamento dos principais impactos na eficiência operacional dos processos produtivos da organização, seguida por uma priorização estruturadas dos focos de atuação;
- Realizar uma análise aprofundada das causas raízes dos problemas priorizados, de forma a ser o mais assertivo na implementação das melhorias, assegurando o direcionamento correto dos recursos e a sustentabilidade dos resultados;
- Demonstrar como a metodologia Seis Sigma e suas respectivas fases contribuem para a redução de perdas.

1.3 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO

Considerando os resultados positivos em outras organizações com a utilização da metodologia Seis Sigma e os desafios da empresa do setor portuário em ser competitiva e em atingir metas estratégicas, o trabalho a ser desenvolvido nesta dissertação contribui para determinação dos principais obstáculos referentes à produção que devem ser foco dos esforços de melhoria baseada em um objetivo estratégico e assim, aumentar a eficiência operacional dentro do negócio com ganhos sustentáveis.

Otimizar os processos, evitando desperdícios de recursos e de tempo além de reduzir os custos da empresa, contribuindo para que tenha menos atrasos e que tudo caminhe de forma programada.

Outra contribuição é a implementação de uma sistemática para resolução de problemas complexos a partir das fases do método Seis Sigma, a fomentação do trabalho em equipe, a capacitação das pessoas na metodologia desenvolvendo um senso analítico, promovendo com isso motivação e promovendo uma cultura de melhoria contínua. Além disso, este trabalho poderá servir como referência para outros casos.

1.4 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O capítulo 1 apresenta a motivação, os objetivos, as contribuições da dissertação e a forma de organização do trabalho.

O capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura sobre a metodologia Seis Sigma, seu histórico, significado, importância e resultados. Além dos pontos críticos para a implementação da metodologia.

O capítulo 3 mostra o estudo de caso, caracterização da empresa, posicionamento da empresa no mercado, metodologia da pesquisa e coleta de dados e identificação do problema do cenário atual.

O capítulo 4 apresenta os resultados e discussões sobre a pesquisa, a implementação da metodologia Seis Sigma, seleção e desenvolvimento dos projetos, formação de equipe e os resultados dos projetos.

Finalmente, no Capítulo 5 são apresentadas as principais conclusões e sugestões para a continuação do trabalho em etapas posteriores.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - METODOLOGIA DE MELHORIA SEIS SIGMA

2.1.1 - Histórico e definição de Seis Sigma

De acordo com HARRY e SCHROEDER (2000), o método Seis Sigma teve origem e desenvolvimento na década de 80 na Motorola, nos Estados Unidos. Mas, a verdadeira origem desse programa é que ele foi encontrado em um livro de Philip Crosby em 1979, no livro “*Quality is free*”, onde este dizia que para uma melhor gestão de qualidade os defeitos não deveriam existir, sendo criado o conceito de “defeito zero”, que é a mesma ideia e filosofia seguida pelo programa Seis Sigma.

Nesse período a concorrência de uma indústria japonesa de eletrônicos, ameaçava a Motorola, e esta, sentindo-se lesada pela concorrência buscou um novo enfoque na gerência para a melhoria de qualidade da sua empresa, onde buscou melhorar a qualidade dos seus produtos dez vezes mais. A Motorola focou e buscou melhorias em ações conjuntas, o que foi chamado de Seis Sigma, e esse método foi lançado pela empresa em 1987 (KLEFSJÖ; WIKLUND; EDGEMAN, 2001).

O Seis Sigma constitui uma metodologia estruturada que promove uma mudança de cultura e eliminação de desperdícios com a melhoria contínua dos processos. As ferramentas e métodos empregados no Seis Sigma não são inovações, mas a maneira como esta abordagem estrutura o uso dessas ferramentas e métodos estatísticos torna o Seis Sigma muito eficiente (SANTOS e MARTINS, 2008).

O método Seis Sigma enxerga as variações dentro do processo ou serviços como desperdícios e por isso, busca atacar as causas dessas variações de forma a melhorá-las. Além disso, essa metodologia também promove maior eficiência na operação, diminuem os custos, melhora a qualidade e também aumenta a satisfação dos clientes (CABRERA JUNIOR, 2017).

Segundo SANTOS (2006), no decorrer dos anos o Seis Sigma vem se solidificando e possui um amplo enfoque no que diz respeito à prática de elaboração de estratégias que buscam a melhoria do desempenho da atividade e do negócio, consequentemente aumentando também o potencial de competitividade e estimulando

as atuações estratégicas e gerenciais, essas ações dão preferência para uma melhoria continuada do nível de qualidade de produtos e/ou serviços, desenvolvem uma habilidade de inovação, diminuem custos e desperdícios.

O Seis Sigma vem ganhando espaço e atenção tanto na comunidade acadêmica como no meio empresarial. Hoje em dia, o Seis Sigma, possui um método estruturado que usa ferramentas estatísticas que ajudam a definir as situações e os problemas que devem ser melhorados, faz medidas para se obter os dados e informações, faz a análise desses dados, agrega as melhorias nos processos e faz o controle dos processos, produtos e serviços, com o intuito de atingir etapas excelentes, fazendo com que se torne um ciclo de melhorias. Esse processo é abraçado por diversas empresas de vários países, sendo considerado um programa fundamental para a competitividade (ROTONDARO; ROZENFELD, 2006).

O Seis Sigma está sendo utilizado por uma quantidade cada vez maior de empresas, é uma estratégia que veio para perdurar (WERKEMA, 2008).

2.1.1.1 - O significado da medida sigma

Na estatística o sigma (representado pela letra σ) é usada para representar o desvio padrão de um conjunto de dados, ou seja, expressa o grau de dispersão ou variação de um conjunto de itens. Dessa forma, a análise da variação em relação a uma meta estipulada ou valor ideal de um processo, permite avaliar o desempenho real de um processo. Conforme PEREZ-WILSON (1999), sigma é uma estatística que dá valor a quantidade de variabilidade ou não uniformidade que existe em um processo.

A Figura 2.1 a seguir, representa a esquerda o gráfico do comportamento de um processo com alta variabilidade, e à direita o gráfico de um processo com uma dispersão dos dados menor, ou seja, um processo mais estável com menor variabilidade.

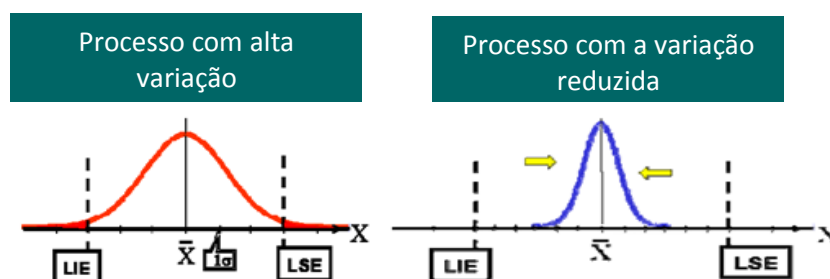


Figura 2.1 - Variação dos processos.
Fonte: FUSCO (2019).

Na Motorola, onde nasceu a metodologia, a meta de melhoria adotada foi de Seis Sigma, que representa uma variação no processo de seis desvios padrões em torno do seu valor central, e que também foi adotada como nome dessa abordagem (ECKES, 2001).

Conforme PANDE (2007), a essência do Seis Sigma está no emprego ordenado de processos estatísticos para atenuar a variabilidade e, tendo como resultado menos defeitos e os preços sempre focalizando no cliente.

Quando se busca um processo com nível Seis Sigma, de modo geral, supõe-se a busca pela ocorrência de uma taxa de defeitos abaixo de 3,4 defeitos por milhão de oportunidade (DPMO) para defeitos alçados. A Tabela 2.1 demonstra a tradução do nível sigma no desempenho do processo, na qualidade e os reflexos financeiros.

Tabela 2.1 - Tradução do nível da qualidade para a linguagem financeira.

Nível da qualidade	Defeitos por milhão (ppm)	Factor percentual	Custo de qualidade
2 sigma	308.537	69,15	Não se aplica
3 sigma	66.807	93,32	25 a 40%
4 sigma	6.210	99,3790	15 A 25%
5 sigma	233	99,97670	5 a 15%
6 sigma	3,4	99,999660	< 1%

Fonte: WERKEMA, 2004.

2.1.1.2 - O cálculo do nível sigma

Para se determinar o nível sigma de um processo, em primeiro lugar é necessário determinar quais são as características críticas para a qualidade, para poder determinar a finalidade a ser mensurada. Depois essas mesmas características devem ser conferidas em relação a sua classificação como informações quantitativas contínuas ou quantitativas discretas. A Tabela 2.2 demonstra e exemplos de dados de acordo com sua classificação.

Tabela 2.2 - Exemplo de dados quantitativos contínuos e discretos.

Dados Contínuos	Dados Discretos
Temperatura em °C (graus Celsius)	Número de vezes em que a temperatura passou do limite
Tempo e perdas em hora (h)	Número de vezes em que a produção parou
Velocidade de um carro (km/h)	Número de vezes em que a velocidade do passou do limite
Altura de peça em mm (milímetros)	Número de vezes em que a altura da peça ultrapassou os limites de tolerância
Volume de carregamento por hora (t/h)	Número de vezes em que a produtividade não atingiu a média esperada

Fonte: CAHADE, 2009.

Dados contínuos são aqueles que podem ser medidos, como peso, altura, velocidade etc. Dados discretos são elementos que são contagens de frequência, como número de defeitos, quantidade de pessoas na sala, número de latas amassadas, número de lotes reprovados etc.

Calcula-se o número de defeitos encontrados conforme a Tabela 2.3, sendo DPMO (defeitos por milhão de oportunidades) e DPO (defeitos por oportunidade).

Tabela 2.3 - DPO e DPMO.

Defeitos por Oportunidade (DPO)	Defeitos por milhão de oportunidades (DPMO)
<p>Fórmula:</p> $\frac{\text{Número de defeitos}}{\text{Número de unidades} \times \text{Número de oportunidades}}$ <p>Exemplo de produção de peças:</p> <p>990 defeitos em 750 peças, 1500 oportunidades para defeitos</p> $DPO = \frac{990 \text{ defeitos}}{750 \text{ unidades} \times 1500 \text{ oportunidades}} = 0,00088$	<p>Fórmula:</p> $DPO \times 1.000.000$ <p>Exemplo das peças:</p> $DPMO = 0,00088 \times 10^6 = 880$

Fonte: Adaptada de ECKES, 2001.

A razão entre o número de defeitos achados sobre a multiplicação do número de unidades analisadas e as relativas chances de defeitos que estão relacionadas a elas, assim é o cálculo para achar o DPO. A Tabela 2.4 aborda a correlação entre DPMO, DPO e o nível sigma.

Tabela 2.4 - Correlação entre DPMO, DPO e o nível sigma.

DPMO	DPO	Nível Sigma
697.672	0,697672	1 Sigma
308.770	0,30877	2 Sigma
66.811	0,066811	3 Sigma
6.210	0,00621	4 Sigma
233	0,000233	5 Sigma
3,4	0,0000034	6 Sigma

Fonte: Adaptada de ECKES, 2001.

Defeitos por oportunidade (DPO), expressa a proporção de defeitos em relação ao número total de oportunidades em uma categoria de produto e serviço. Defeitos por milhão de oportunidades (DPMO), defeitos em um milhão de oportunidades, ou seja, constitui multiplicar DPO por um milhão.

O nível sigma do processo pode ser observado através do fluxograma a seguir (Figura 2.2). Primeiro identifica-se as características críticas para qualidade, depois se característica é discreta, segue-se o caminho para definir as oportunidades para os defeitos, cortar esses defeitos na produção ou nos serviços, calcular o DPMO e por último converter o DPMO em nível sigma. Se a característica for contínua deve-se definir os limites de especificação, calcular a média e o desvio padrão da característica em análise, calcular a probabilidade de exceder os limites de especificações, converter a probabilidade calculada em DPM e por último converter o DPM em nível sigma conforme Tabela 2.4.

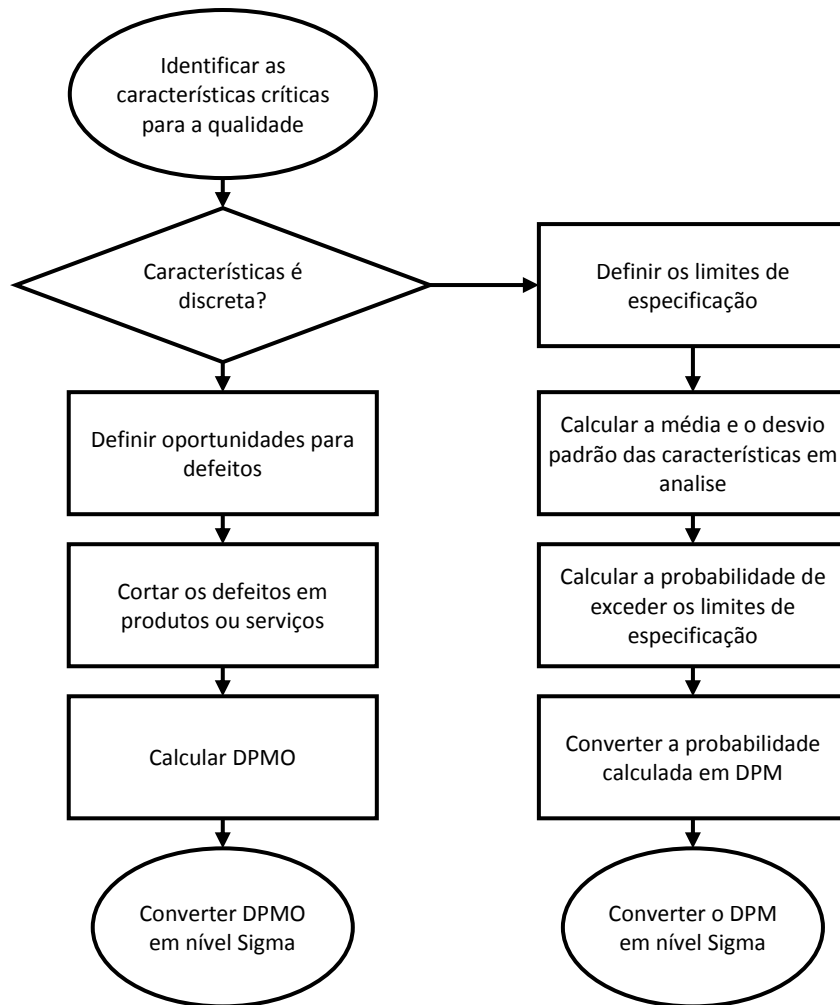


Figura 2.2 - Fluxograma para determinação do nível sigma do processo.
 Fonte: Adaptada de CAMPOS, 2005.

2.1.1.3 - O método DMAIC e suas fases

O Seis Sigma integra diferentes técnicas e ferramentas estatísticas e não estatísticas utilizando o DMAIC. A metodologia DMAIC representa o desenvolvimento de um composto de fases que conduzidas para solucionar o problema, tem como foco o uso de processos que garantam a diminuição da taxa de defeitos e das falhas nos produtos, processos e serviços (SANTOS, 2006).

O DMAIC faz parte do conjunto de práticas do Seis Sigma e serve como uma espécie de roteiro, organizando as etapas do projeto e apontado o caminho certo a ser seguido. PENCZKOSKI, PEDROSO e PILATTI (2008), conceituam o DMAIC como a metodologia que visa à melhoria contínua baseada na otimização e controle de processos, que procura identificar e analisar resultados indesejáveis priorizando a resolução dos problemas.

O método envolve cinco etapas, que formam um ciclo de melhoria contínua. As etapas são: Definir (D), Medir (M), Analisar (A), Melhorar (I) e Controlar (C). Primeiramente esse método possuía quatro etapas, chamado de MAIC (Medir, Analisar, Melhorar, Controlar), onde este foi desenvolvido na Motorola como progresso do ciclo PDCA (Planejar, Direcionar, Controlar, Analisar) e só depois a GE adotou o método DMAIC (SLACK, 2009).

De acordo com ROTONDARO *et al.* (2011), esse método adota as evidências como fundamento. Para ECKES (2003), ROTONDARO *et al.* (2011) e WERKEMA (2002), as fases do ciclo DMAIC podem ser entendidas de acordo com a Figura 2.3. Esse método é fundamentado na ideia de que nunca se deve aceitar como verdadeira qualquer coisa antes de conhecê-la como tal, ou seja, trabalhe com evidências (ROTONDARO *et al.*, 2011).

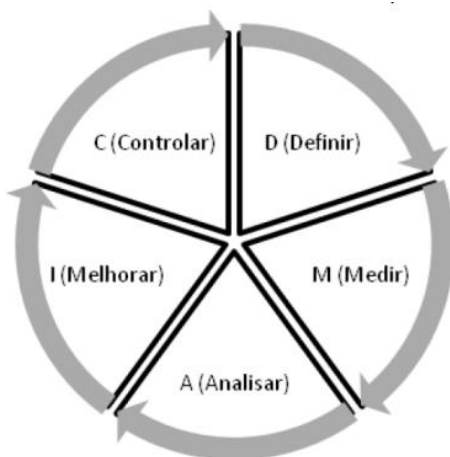


Figura 2.3 - Método DMAIC de controle de processos.
Fonte: CASTRO, 2014.

O método DMAIC tem como característica importante a retroalimentação, quer dizer que um projeto não deve retroceder as etapas anteriores. Quando um projeto não alcança os resultados esperados, pode-se falar que este não teve como prioridade as variáveis certas. Assim, não se deve usar o mesmo projeto para processos que já foram terminados, mas deve-se usar o mesmo método para outros projetos que estejam ligados ao mesmo processo. Dessa forma, o processo não alcança o desempenho esperado em um só projeto, é preciso vários, até que todas as variáveis sejam consideradas (RECHULSKI; CARVALHO, 2004).

Os passos do uso do modelo DMAIC estão na Tabela 2.5 a seguir:

Tabela 2.5 - Etapas do processo DMAIC.

MELHORIA DE PROCESSO	
DEFINA	- Identifique o problema - Defina requisitos - Estabeleça metas
MEÇA	- Valide problema/processo - Redefina problema/objeto - Meça passos-chave/entradas
ANALISE	- Desenvolva hipóteses causais - Identifique causas-raiz - Valide hipóteses
MELHORE	- Desenvolva ideias para remover causas-raiz - Teste soluções - Padronize solução/meça resultados
CONTROLE	- Estabeleça medidas-padrão para manter desempenho - Corrija problema quando necessário

Fonte: DAMASCENO *et al.*, 2008.

Estas fases constituem o “Modelo para a Melhoria da Performance”, chamado em inglês de DMAIC, que são as primeiras letras das etapas: *Define* (definir), *Measure* (medir), *Analyze* (analisar), *Improve* (melhorar) e *Control* (controlar).

2.1.2 - A importância estratégica do Seis Sigma

O enfoque estratégico do Seis Sigma vem se tornando cada vez mais notado e ficando cada vez mais presente. Na visão do Seis Sigma, a estratégia é enfrentada como uma forma que dá possibilidades de melhorias para todo o negócio (SANTOS, 2006).

Os projetos Seis Sigma tem como finalidade trazer a maior recompensa financeira para a empresa, por esse motivo deve ser bem selecionado e priorizado, pois uma seleção ruim e também a má priorização de projetos ocasiona uma demora nos resultados e também desapontamento (CORONADO e ANTONY, 2002). As principais considerações do Seis Sigma analisam o fato de que a alteração dos produtos e processos deve ser apreciada por um fator que afeta o custo, a qualidade, o tempo de fabricação ou processamento e a satisfação do cliente. A priorização não ocorre baseada somente em julgamentos subjetivos e permite identificar problemas realmente relevantes para a gestão estratégica das empresas.

Com a correta priorização, a fase principal do Seis Sigma incide em definir e medir a variabilidade dos processos com a finalidade de encontrar suas causas, para

assim desenvolver meios eficientes para controle e redução dessa variação (SANDERS e HILD, 2001, *apud* USEVICIUS, 2004).

A metodologia Sigma ajuda na conscientização das pessoas a respeito das metas de longo prazo, de como as ações individuais colaboram para a concretização dos objetivos estratégicos, a existir uma direção comum e, principalmente, de ter uma gramática de comunicação que torne mais fácil este alinhamento, assim, trazendo um “algo a mais” para que as pessoas possam trocar informações e entendê-las (DANSKY e BRANNON, 1996).

Dessa forma, o Seis Sigma é um método de aperfeiçoamento do processo empresarial. Traz a melhoria para todo o negócio, também traz resultados financeiros para empresa e aumenta a satisfação dos clientes, ampliando a participação da companhia no mercado (ROTONDARO *et al.*, 2011).

2.1.2.1 - Resultados do Seis Sigma

Conforme ROTONDARO (2002), os objetivos fundamentais do Seis Sigma são: diminuir a variabilidade dos processos e os custos, através do corte das atividades que não acrescentam valor ao processo; aumentar a qualidade de saída, buscando ótimos níveis de lucro; acabar com as fontes que causam a variabilidade do processo, para diminuir os defeitos operacionais; e acabar com o custo da má qualidade, que está presente em todas as concepções de um empreendimento.

Com isso, além de melhores resultados no desempenho e na qualidade dos processos, serviços ou produtos, o Seis Sigma pode criar vários benefícios para as empresas como: ganhos financeiros, equipe de trabalho motivada, aprendizagem, cultura de mudança, dentre outros.

2.1.2.1.1 - Financeiros

De acordo com o guia de Seis Sigma (2001-2004), as metodologias de qualidade precisam ter foco na erradicação de defeitos desde a sua causa raiz, mas não vale a pena amparar as atividades se esse processo não der um benefício financeiro.

O método Seis Sigma, particularmente, destaca os resultados financeiros de um projeto, permitindo que os funcionários possam participar mais do procedimento, pois estes conseguem ver onde seus empenhos geram efeitos de fato (ROTONDARO, 2002).

A escolha certa de um projeto de melhoria pode ser muito importante para o negócio, pois o processo pode tornar-se melhor em um futuro próximo, levando de três a seis meses. Logo, seus funcionários estarão contentes e satisfeitos em observarem resultados financeiros sucedido dos seus empenhos. A atividade de escolha de projeto se fundamenta no DMAIC (definir, medir, analisar, implementar/ou melhorar e controlar), um dos métodos que integram o Seis Sigma (PANDE *et al.*, 2001).

2.1.2.1.2 - Motivacional ou motivação e trabalho em equipe

WATSON (2001) afirma que para o Seis Sigma ter sucesso, é necessário que os líderes da organização entendam tanto aspectos técnicos da estratégia, quanto os aspectos de comportamentos, que são os dois níveis de motivação que estão relacionados à metodologia Seis Sigma, o organizacional e o pessoal. Na área da organização o gerenciamento tem a capacidade de diminuir as variações que resultam do ambiente competitivo (YILMAZ APUD WIKLUND e WIKLUND, 2002). Já no campo pessoal, quem executa o projeto passa a ser administrador de transformação e empenho com o resultado de seu projeto.

LINDERMAN *et al.* (2003) recomendam que a melhoria de sistemas racionais seja governada tanto por conhecimento como por motivação.

Segundo TICHY e SHERMAN (2001), o ambiente em que a organização age tem impacto na qualidade, e está relacionado com a motivação da organização e seus membros para alcançar metas e resultados em função de ameaças da concorrência. O capital intelectual, ou seja, o potencial humano é a força que movimenta todos os tipos de empresas para níveis mais altos de qualidade e a metodologia Seis Sigma pode gerar um intenso compromisso de todos os que trabalham na organização.

2.1.2.1.3 - Qualificação de capital humano

Há uma variação que acontece de uma organização para outra na base de conhecimentos dos especialistas, isso quer dizer que não existe um procedimento organizado para a certificação desses especialistas, o que pode representar várias limitações para a formação do Seis Sigma como programa (ANTONY, 2004).

Não tem nenhum órgão para regular esta questão, mas a necessidade de credibilidade tem incentivado as organizações que querem ter este conhecimento a

buscar consultorias que adotem como base de conhecimento para o seus *belts*, o conhecimento suposto por entidades conceituadas na dispersão de conhecimentos associados à qualidade, como por exemplo, a *American Society of Quality (ASQ)*. Essa dispersão do conhecimento é feita por meio dos processos de comunicação, treinamento, rotação das pessoas e trabalhos em vários grupos (FLEURY e FLEURY, 2001).

O treinamento é tido como um fator crítico para o êxito quando posto em prática o Seis Sigma, já que esse programa tem como base o conhecimento técnico e os recursos humanos (ANTONY e BANUELAS, 2002; CORONADO e ANTONY, 2002; PANDE *et al.*, 2001; ECKES, 2001; HANDERSON e EVANS, 2000; LEE, 2002).

Para a Motorola a capacitação é um dos princípios que regem o Seis Sigma, essa diz que o aprendizado e a transformação ‘andam de mãos dadas’ dentro da organização; quando as pessoas compartilham a procura de uma solução, a inovação tem mais oportunidade de acontecer. Já FLEURY e FLEURY (2001) dizem que o treinamento é certamente a maneira mais trivial de trabalhar o processo de aprendizagem e de dispersão. O sistema de especialistas contribui para garantir o treinamento de todos da organização, uniformizando dessa forma a linguagem e identificando oportunidades de melhorias dentro das funções exercidas.

A implantação do Seis Sigma pode e deve ser usada como uma forma de treinamento para a organização inteira, pois esse mostra e ensina como diminuir a variação nos resultados do processo (WATSON, 2001).

De acordo com DAFFRE (2004) *apud* WIKLUND e WIKLUND (2002), a falta de aprendizado em qualidade provoca pouca prática de metodologias de qualidade, e este aprendizado é essencial para que ocorra uma transformação contínua na forma de trabalhar e que deve abranger conhecimento e sistema de ideias.

WIKLUNDE WINKLUND (2002) apresentam pontos de vista de duas correntes diferentes na prática de projetos Seis Sigma. A primeira corrente focaliza na resolução dos problemas, as pessoas trabalham sós, há uma restrição no aprendizado organizacional e o tempo para que os projetos sejam finalizados é mais curto. Já a outra corrente é fundamentada em consultores de processos, estes alicerçam a prática do Seis Sigma e atuam para facilitar o processo. Ao contrário da outra corrente, nessa o treinamento é focado no trabalho em equipe e vai além das fases do DMAIC, defendem a liderança, supervisão, e gerenciamento da mudança.

Ainda de acordo com os autores, esta consultoria nos processos é a estratégia primordial para o desenvolvimento da organização. Um consultor de processos deve ter competência interpessoal, capacidade de elaborar experiências de aprendizado, habilidade para resolver os problemas e entender o cliente (LAUREANI, 2012 *apud* WIKLUND e WIKLUND, 2002).

SNEE (2000) afirma que a qualidade do treinamento e a prática do Seis Sigma não estão em seu teor - as ferramentas estatísticas, análise, solução e controle dos problemas – mas sim, na metodologia de aprendizado.

Para TREICHLER *et al.* (2002) a melhoria dos processos correntes não é satisfatório. Para que os melhoramentos do Seis Sigma sejam longos e permanentes, é necessário que novos projetos sejam desenvolvidos e implementados acompanhando os preceitos de melhoria de processos que há no Seis Sigma.

Concluindo e ponderando os melhoramentos que o Seis Sigma recomenda para o aprendizado da organização, fica a definição de GARVIN (1987) para seu entendimento de Aprendizado Organizacional: “uma organização que aprende é uma organização habilitada a criar, adquirir e transferir conhecimento, e a modificar seu comportamento para refletir novas tecnologias e ‘*insights*’”.

A descrição se aplica para que o ciclo de aprendizado não seja restrito à avaliação dos processos de dentro da organização, mas também acessível a estímulos do ambiente externo.

2.1.2.1.4 - Cultura de mudança

O Seis Sigma muda a cultura interna e externa da organização, causa uma mudança de atitude das pessoas estimulando-as a trabalharem unidas para alcançar níveis altos de produtividade e eficiência, assim como, a responder pela qualidade do seu próprio trabalho. É fundamental notar que quando o Seis Sigma foi realizado pela GE (General Electric), os colaboradores foram os primeiros a ficar preocupados e pensar que teriam que aprender estatística, por causa do conceito errado de que o Seis Sigma era apenas estatística (PINHO, 2006).

Atualmente, o Seis Sigma é uma forma diária que os empregados executam os trabalhos. O Seis Sigma exige apenas um pensamento correto, e também de atitude das pessoas que trabalham dentro da organização. Essas devem conhecer e ter consciência da precisão de mudança. E de acordo com organizações que obtiveram êxito na gestão

da mudança, falam que a melhor forma de enfrentar a oposição à mudança é aumentando a estrutura da comunicação, motivação e educação (KESSLER, 2004).

A mudança de cultura na organização gera dois medos nas pessoas: o medo de mudar e o medo de não atingir os novos padrões. As pessoas que estão abrangidas devem ter o entendimento da necessidade da mudança. O primordial seria a apresentação da metodologia Seis Sigma, e como ela trabalha dentro da organização (HENDRICKS e KELBAUGH, 1998). A metodologia deve ser entendida como uma ferramenta que corrobora para uma mudança de cultura organizacional.

Depois de colocado o projeto em prática, deve-se mostrar os resultados, tanto os de sucesso quanto os de erro, isso pode ajudar outros projetos a não cometer os mesmos erros e aprender com os mesmos.

2.1.3 - Abordagem estatística do Seis Sigma

O Seis Sigma vale-se de uma sistematização na qual as decisões são baseadas em dados e fatos reais, e na aplicação de uma visão mais abrangente de solução de problemas e tomada de decisão consequente do pensamento estatístico (RAISINGHANI *et al.*, 2005; SENAPATI, 2004; TIAHJONO *et al.*, 2010; SANTOS; MARTINS, 2010; MEHRJERDI, 2011; SCHROEDER *et al.*, 2008). De acordo com ANTONY (2004), a metodologia Seis Sigma encoraja e usa a aplicação de técnicas e ferramentas estatísticas bem provadas para se alcançar uma diminuição de falhas por meio de métodos para diminuição da variação do processo.

O Seis Sigma é composto de um conjunto vasto de ferramentas e técnicas para melhoria, dentre as quais há forte uso das ferramentas e técnicas estatísticas. O ciclo de fases do DMAIC é usado como direcionamento para que pessoas especializadas e capacitadas (*belts*) coloquem em prática projetos que acatem às metas que a empresa pré-estabeleceu (PANDE; NEUMAN; CAVANAGH, 2000).

ECKES (2001) afirma que 20% dos projetos Seis Sigma falham devido não utilizarem corretamente o método, justamente no alcance do resultado oferecido pelas ferramentas estatísticas que determina e valida a causa raiz do problema. Por isso, é de suma importância entender as técnicas e as ferramentas que fazem parte da base de conhecimento do Seis Sigma, levando em conta que é um fator crítico para o êxito da efetuação da metodologia (ANTONY e BANUELAS, 2002; CORONADO e

ANTONY, 2002; PANDE *et al.*, 2001; ECKES, 2001; HANDERSON e EVANS, 2000; LEE, 2002).

Uma ferramenta é empregada com uma finalidade bem determinada, enquanto uma técnica observa uma aplicação mais ampla, podendo misturar múltiplas ferramentas (MAKRYMICHALOS *et al.*, 2005). A metodologia Sigma usa ferramentas e técnicas para solucionar problemas de uma forma contínua e organizada. Cada uma destas ferramentas tem um papel a desenvolver, como devem ser usadas para representar a diferença entre o êxito ou o fracasso do processo (KUMAR, 2007).

Segundo MCADAM e BAILIE, (2002), o Seis Sigma influencia a criação e a colocar em prática a estratégia competitiva, à medida que proporciona indicativos sobre procedimentos estratégicos seguidos na criação dos projetos. Valendo-se de um enfoque quantitativo, o Seis Sigma utiliza medição e análise de dados como o principal meio de captura de informação para qualquer tomada de decisão, desde a definição dos projetos Seis Sigma até o direcionamento dos resultados de desempenho garantidos pelo fim destes projetos (REVERE e BLACK, 2003).

Contudo, PANDE *et al.* (2001) diz que “estatísticas podem responder perguntas, porém não podem ceder um serviço excepcional”, que “ideias criativas podem possuir potencial, porém não ter o processo certo para executá-las são apenas sonhos”.

2.1.3.1 - Média aritmética

A média Aritmética simples constitui-se na principal medida-resumo de um conjunto de dados numéricos. Tal medida sugere um valor central ou típico para determinado conjunto.

Obtêm-se a média de uma amostra ou de uma população, através do somatório de todas as suas unidades, ponderadas pelas frequências das observações, conforme demonstrado na Equação 2.1 a seguir:

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} \quad (2.1)$$

Onde:

\bar{X} = média aritmética;
Xi = valores observados;
n = número de observações.

2.1.3.2 - Outliers

Os *outliers* são dados que se distinguem completamente dos outros, são os pontos fora da curva, ou seja, é um valor que escapa da regularidade e pode ocasionar irregularidades nos resultados alcançados através de sistemas de análise e algoritmos. Uma das formas de visualizar esses valores discrepantes é fazendo o uso de gráfico de caixa ou *boxplot*, conforme a Figura 2.4 a seguir, onde o *outlier* é representado por um asterisco.

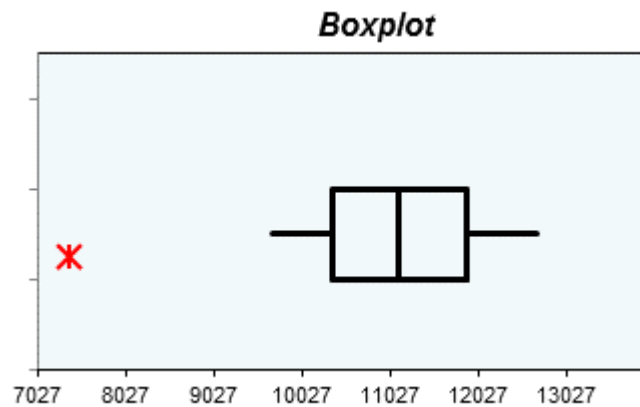


Figura 2.4 - *Boxplot* ou gráfico de caixa.

Em uma análise de dados é importante entender os *outliers*, pois podem ocasionar um resultado negativo em toda a análise e também o comportamento dos *outliers* pode ser exatamente o que está sendo buscado.

Os *outliers* também podem ser chamados de: pontos fora da curva, dados discrepantes, valores atípicos, anomalias, etc. (FIGUEIRA, 1998).

2.1.3.3 - Variação

A variação é flutuação no comportamento de uma variável ao longo do tempo. Existem aquelas variações naturais que são inerentes a um processo e variações não naturais causadas por fatores determinados. Um processo pode ser classificado como estável quando seu comportamento flutua dentro dos limites aceitáveis, que devem ser definidos caso a caso, e instável quando ultrapassa esses limites.

Pode-se visualizar a variação no comportamento de um processo com a utilização de gráficos sequenciais ou cartas de controle conforme demonstrado na

Figura 2.5 a seguir, que nada mais são do que um conjunto de pontos (amostras) ordenados no tempo.

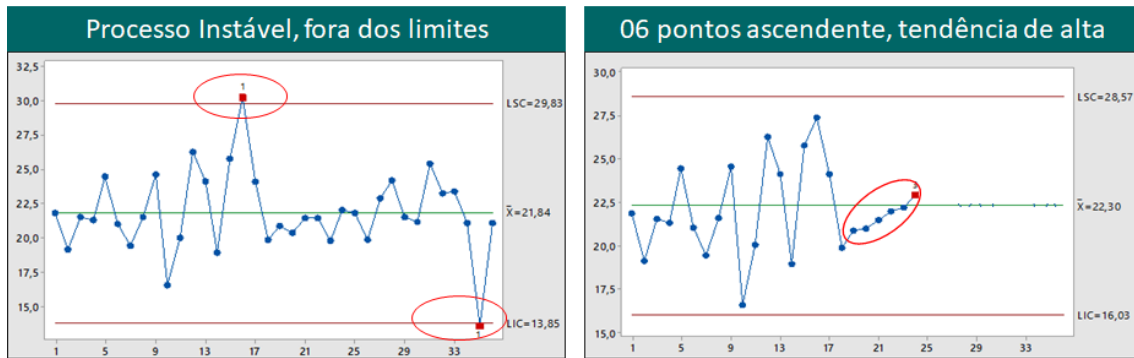


Figura 2.5 - Visualização da variação e de uma tendência em carta de controle.

A presença de 06 pontos consecutivos ascendente ou descendente caracteriza uma tendência de alta ou de baixa respectivamente. A variação também pode ser medida pela determinação do desvio padrão de uma amostra.

2.1.3.4 - Desvio padrão

Como citado anteriormente, desvio padrão mede a variabilidade de um determinado conjunto de dados, é a medida mais usual de dispersão, ou quão afastados as informações estão da média. Quanto maior o desvio padrão, maior a dispersão das informações e quanto menor o desvio padrão, menor a dispersão das informações e mais controlado e melhor o processo.

O desvio padrão de uma amostra pode ser calculado de acordo com a Equação 2.2 a seguir:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad (2.2)$$

Onde:

- σ = desvio padrão;
- X = variável estudada;
- N = número de observações;
- \bar{X} = média da amostra.

2.1.3.5 - Quartil

Os quartis são valores que dividem uma amostra de dados em quatro partes iguais. Com ele é possível avaliar de forma rápida a dispersão e a tendência central de um agrupamento de dados, que são fases importantes para o entendimento das suas informações.

No primeiro quartil (Q1) 25% dos dados são menores que ou iguais a este valor, no segundo quartil (Q2) a mediana, 50% dos dados são menores que ou iguais a este valor, no terceiro quartil (Q3) a mediana, 75% dos dados são menores que ou iguais a este valor.

E a amplitude interquartílica é a distância entre o primeiro quartil e o terceiro quartil (Q3-Q1), dessa forma ele ultrapassa o meio de 50% dos dados (LANGFORD, 2006).

2.1.3.6 - Correlação

É importante quantificar se as possíveis causas de um determinado fenômeno ou problema realmente levam a ocorrência do problema, ou seja, medir os níveis de correlação. Correlação é uma análise descritiva que mede se existe e qual é o grau de dependência entre duas variáveis, como por exemplo: se o desconto e as vendas aumentam e diminuem quase sempre juntos, existe uma correlação positiva; se as vendas caem quase sempre que o desconto aumenta, ou vice-versa, existe relação negativa e se os aumentos e quedas nos descontos não têm efeito sobre o volume de vendas, não existe correlação (SCATOLIN, 2005).

A correlação fundamentalmente acontece quando dois elementos têm proporção em combinação, essa combinação é dependente, isto é, o estabelecimento de um dependente da posição do outro (SIX SIGMA ACADEMY, 2017).

O termo correlação é normalmente utilizado para indicar a correspondência ou a relação mútua entre duas ou mais coisas, ideias, pessoas, etc. Ela ajuda a responder perguntas como: Existe relação entre X e Y?

A correlação pode demonstrada graficamente com o uso de gráficos de dispersão ou mensurada com o cálculo de coeficientes que medem a forças da relação. Na Figura 2.6, pode-se observar como uma correlação positiva, negativa e a ausência de correção podem ser representadas graficamente.

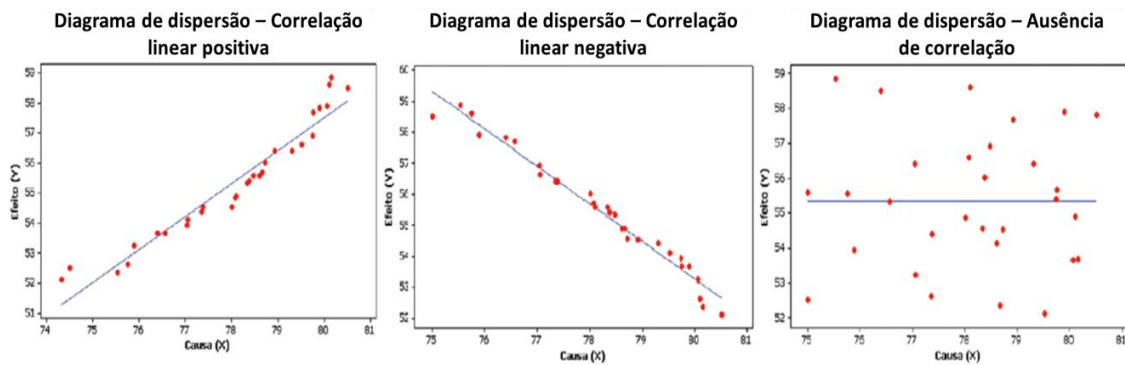


Figura 2.6 - Visualização de correlações positiva, negativa e da ausência de correlação.

Para mensuração da correlação entre duas ou mais variáveis na estatística, utiliza-se o coeficiente de correlação de Pearson (r). Esse coeficiente mede a intensidade entre a relação, podendo variar entre -1 e 1 o resultado obtido. O sinal indica direção positiva ou negativa e o valor a força da relação. Valores próximos a zero sugerem baixa correlação, já valores próximos a -1 ou 1 indicam correlações fortes.

Embora não seja usual determinar a correlação por meio de equações, e sim por meio planilhas e softwares, a correlação pode ser calculada por meio da Equação 2.3.

$$R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{(N - 1)S_x S_y}} \quad (2.3)$$

Onde:

- \bar{x} = media da primeira variável;
- S_x = desvio padrão da primeira variável;
- \bar{y} = media da segunda variável;
- S_y = desvio padrão da segunda variável;
- n = tamanho da amostra.

A correlação entre duas variáveis de um processo pode também pode ser expresso com modelos de regressão linear. A proposta dos modelos é estabelecer uma equação que forneça o resultado quando há a variação de uma das variáveis, com isso, é possível fazer previsões conhecendo o valor de umas das variáveis. A Equação 2.4 é a seguinte:

$$y = b_0 + b_1 * X \quad (2.4)$$

Onde:

Y = variável dependente;

X = variável independente;

b_0 = coeficiente linear;

b_1 = coeficiente angular

Uma das formas de avaliar a representatividade da equação modelo, é através do coeficiente R-Sq ou simplesmente R^2 . Este coeficiente mostra em %, quanto a equação modelo está ajustada e é capaz de explicar o resultado, varia de 0% a 100%.

Existem outras formas disponíveis para evidenciar e averiguar a relação entre variáveis: teste qui-quadrado, teste de hipóteses, fotos, filmagens, especificações dados históricos.

O teste Qui-quadrado é a tabulação cruzada da distribuição e frequência das variáveis, é usada quando problema estudado e a suposta causa são provenientes de classificação (atributo). Para assegurar que há associação entre as variáveis, o teste Qui-quadrado se baseia na Equação 2.5 a seguir:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (2.5)$$

Onde:

O_i = número observado (frequência observada);

E_i = número esperado (frequência esperada).

Geralmente utiliza um nível de significância de 0,05 e compara com os valores de P-value: Valor-p \leq 0,05: as variáveis apresentam uma associação estatisticamente significativa (rejeite H_0), Valor-p $>$ 0,05: não é possível concluir que as variáveis estão associadas (não deve rejeitar H_0).

2.1.4 - A equipe Seis Sigma

Na grande maioria dos casos as empresas fazem uso de pessoas do seu próprio quadro de empregados para a capacitação e o desenvolvimento de projetos. No entanto, há também aqueles casos onde são contratados especialistas ou consultorias na metodologia Seis Sigma para o desenvolvimento dos projetos.

A utilização de profissionais que já atuam na empresa favorece o desenvolvimento dos trabalhos devido ao grau de conhecimento adquirido sobre as particularidades dos processos de cada empresa. Em adicional, o uso de profissionais do próprio quadro, gera motivação e capacitação da mão de obra, contribuindo para implantação de uma cultura de melhoria contínua dentro da empresa.

Para empresas que já possuem programas Seis Sigmas bem estruturados, empregados já capacitados na metodologia muitas vezes se tornam professores e orientadores, auxiliando na capacitação de novos *belts* e reorientando o desenvolvimento de novos projetos.

De acordo com WERKEMA (2004), para sucesso do Seis Sigma na empresa, é imprescindível treinar pessoas com perfil apropriado, que se tornam especialistas no método e nas ferramentas Seis Sigma. A Tabela 2.6 mostra a estrutura de recursos e especialistas do Seis Sigma nas organizações.

Tabela 2.6 - Estrutura de recursos e especialistas do Seis Sigma nas organizações.

Especialista	Descrição
<i>Sponsor</i> do Seis Sigma	Responsável por promover e definir as diretrizes para a implementação do Seis Sigma na empresa
<i>Sponsor</i> Facilitador	É um dos diretores da empresa, com responsabilidade de assessorar o <i>Sponsor</i> do Seis Sigma na implementação do programa
<i>Champions</i>	Gestores cuja responsabilidade é apoiar os projetos e remover possíveis barreiras para o seu desenvolvimento. São diretores ou gerentes da empresa.
<i>Black Belts</i> ou Coordenador do Programa Seis Sigma e consultoria	Profissionais que assessoram os <i>Sponsors</i> e os <i>Champions</i> e atuam como mentores dos <i>Black Belts</i> e <i>Green Belts</i> .
<i>Black Belts</i>	Lideram equipes na condução de projetos multifuncionais ou funcionais, alcançando maior visibilidade na estrutura do Seis Sigma. Perfil dos <i>Black Belts</i> : Iniciativa, entusiasmo, habilitados de relacionamento interpessoal, comunicação, habilidade para trabalhar em equipe, raciocínio analítico e quantitativo, capacidade de concentração.
<i>Green Belts</i>	Profissionais que participam das equipes lideradas pelos <i>Black Belts</i> ou lideram equipes na condução de projetos funcionais. Perfil dos <i>Green Belts</i> : Similiar ao dos <i>Black Belts</i> , porém com menor ênfase nos aspectos comportamentais.
<i>Yellow Belts</i>	Profissionais do nível operacional da empresa, treinados nos fundamentos do Seis Sigma para que possam dar suporte aos <i>Black Belts</i> e <i>Green Belts</i> na implementação dos projetos.

Fonte: WERKEMA (2004).

2.1.5 - Pontos críticos para implementação do Seis Sigma

2.1.5.1 - Fatores culturais

Para ser bem-sucedida, qualquer metodologia, tem que enfrentar os choques presumíveis que a organização terá. Segundo ECKES (2001) existe o reconhecimento da necessidade de gerenciar a mudança da cultura em consequência da metodologia Seis Sigma. O emprego dessa metodologia envolve uma mudança cultural para lidar com fatos e informações. Para algumas empresas, essa mudança será uma transformação ousada em suas práticas de gestão. Por isso, espera-se que apareçam resistências. Novos métodos estão relacionados com mudanças e, na organização, as pessoas enfrentam de diferentes maneiras essa questão (ECKES, 2001).

Ainda segundo ECKES (2001), [...] um padrão muito comum entre as pessoas é que a maioria delas associa mudanças a perdas e quando isso acontece, fica nítido por que têm resistência as transformações. Tem até um elemento biológico na resistência. O que o corpo faz quando recebe um transplante de coração? Mesmo que esse coração novo e saudável constitua a diferença entre a vida e a morte, o corpo tenta rejeitá-lo (ou seja, resistir a essa mudança), optando pela manutenção do coração velho e doente. Se a mudança está associada à perda, as pessoas só a aceitarão se duas coisas forem mostradas a elas: primeiro, que haja uma necessidade de mudança (se não a organização poderá morrer); segundo que haja um ganho para o indivíduo afetado pela mudança. Em outras palavras, deve haver um OQEGCI (o que eu ganho com isso), para que o indivíduo resolva ser apoiador da mudança (ECKES, 2001).

Pode-se falar que a mudança na organização é uma modificação expressiva, sendo esta mudança planejada e operacionalizada por pessoas internas e externas, com ajuda e supervisão da administração superior. A mudança organizacional deve alcançar os elementos no comportamento, na estrutura, nos equipamentos (tecnológico), estratégico e no conhecimento (ARAÚJO, 2000).

2.1.5.2 - Capacitação técnica

Um dos motivos determinantes de sucesso do Seis Sigma está relacionado com incorporação da capacitação das pessoas. A capacitação técnica pode ser agrupada em ferramentas de time, de processo e de liderança. Segundo ANTONY (2004), a

metodologia Seis Sigma encoraja e usa a aplicação de técnicas e ferramentas estatísticas bem provadas para se alcançar uma diminuição de falhas por meio de métodos para diminuição da variação do processo.

É de suma importância entender as técnicas e as ferramentas que fazem parte da base de conhecimento do Seis Sigma, levando em conta que é um fator crítico para o êxito e efetuação da metodologia (ANTONY e BANUELAS, 2002; CORONADO e ANTONY, 2002; PANDE *et al.*, 2001; ECKES, 2001; HANDERSON e EVANS, 2000; LEE, 2002).

Diversos projetos Seis Sigma fracassam por causa das habilidades fracas de gerenciamento, agendas pobres dentre outros (CORONADO E ANTONY, 2001). Em torno de 60% das equipes Seis Sigma, falham devido a fraca dinâmica do grupo ou da fraca liderança (ECKES, 2001).

As pessoas devem ter um perfil adequado e é também de grande importância que as equipes de projetos também possuam um perfil apropriado (HARRY e SCHROEDER, 2000). A excelência pessoal é muito importante, talvez até mais que a técnica; a criatividade, cooperação, empenho e a comunicação são muito mais importantes que qualquer base estatística (PANDE *et al.*, 2000).

Não basta somente ter capacidade técnica ou habilidade para solução de problemas, características como liderança inata, são imprescindíveis em determinadas posições dentro do processo Seis Sigma, como por exemplo, nos casos dos *master blackbelts*, *champion* e *blackbelts* (GEORGE, 2004).

A motivação dos recursos humanos também ajuda a gerar um bom ambiente na organização causando uma melhoria continuada na produtividade da empresa fundamentada no contentamento de seus clientes e na melhor resposta financeira.

2.1.5.3 - Liderança

A liderança é a base para o êxito da organização, dentro da metodologia Seis Sigma. Segundo HARRY e SCHROEDER (2000) para que se tenha êxito na implementação do Seis Sigma é necessária uma liderança ativa com metas traçadas de maneira nítida e comunicada a todos os funcionários. Reuniões feitas mensalmente na administração oferecem ajuste constante para garantir o processo das equipes de trabalho (PEREZ WILSON, 1999). E PANDE *et al.* (2000) diz que a alta administração seja responsável por transmitir os esforços para o programa, e isso é um componente

importante para o sucesso do Seis Sigma. Sem a ativa participação da alta administração, o programa Seis Sigma pode falhar (ECKES, 2001).

A utilização de uma metodologia bem estruturada, o foco no cliente e a infraestrutura certa também são condições importantes para o êxito do projeto Seis Sigma (WERKEMA, 2002). A seleção certa de projeto é importante para o Seis Sigma, e esses projetos tem que possuir necessidades e metas decididas (ADAMS, COMPONATION, CZARNECKI, SCHROER; HARRY e SCHROEDER, 2000; PANDE *et al.*, 2000; PEREZ-WILSON, 1999). Os líderes devem ser treinados para a seleção destes projetos, e devem mostrar a capacidade de utilizar as informações como componentes para dar apoio de melhorias (LANGLEY *et al.*, 2009).

Alguns fatores críticos de sucesso para implantação do Seis Sigma, segundo T-L CHANG (2006) são: liderança; planejamento estratégico; *benchmarking* competitivo; gerenciamento do processo; desenvolvimento dos recursos humanos; educação e treinamento; ferramentas da qualidade; informação e análise; foco nos clientes e no mercado; e gerenciamento dos fornecedores.

Para uma abordagem estratégica como o Seis Sigma, é necessário haver o comprometimento da alta direção da empresa e a motivação de todos os funcionários. Sem o apoio da alta gerência o projeto perderá sua força entre os funcionários, por exemplo, nas empresa Motorola, a participação ativa dos seus executivos chefes, foi de extrema importância para a implementar a metodologia Seis Sigma (CORONADO e ANTONY, 2002). Então o comprometimento da alta gerência é também um fator crítico na implementação do Seis Sigma na organização.

2.1.5.4 - Replicação

Muitas organizações têm vários negócios e/ou processos, por isso, na metodologia Seis Sigma, a replicação dos resultados de um projeto que já está finalizado é tão importante quanto o fim de novos projetos. Por exemplo, se uma organização confecciona um produto em 10 plantas distintas espalhadas por certo país, utilizando ferramentas e processos de certa forma idênticos, os melhoramentos implantados dentro de uma empresa poderão ser transmitidos para as outras 9 organizações. Os benefícios essenciais que resultam dessa replicação são: aumento do retorno financeiro; diminuição de dificuldades/complexidades; estímulo à economia de escala; incentivo às melhores práticas (WERKEMA, 2013).

As estratégias que podem ser utilizadas na replicação de projetos Seis Sigma, de acordo com BLANTON GODFRAY (2007), podem ser vistas na Tabela 2.7 a seguir.

Tabela 2.7 - Estratégias para a replicação de projetos Seis Sigma.

Estratégia	Descrição
Planejada	Desde o nascimento do projeto, a empresa planeja replicar, de modo amplo, os métodos, as alterações implementadas e os resultados.
Oportunista	Ocorre quando a replicação não foi planejada, mas os resultados são tão impressionantes e atraentes que um líder na organização decide replicar amplamente os resultados. Muitas vezes o projeto original não pode ser clonado, mas os mesmos métodos podem ser usados para obtenção de resultados similares.
Direcionada	Ocorre quando um líder da empresa fica impressionado ao saber que uma unidade de negócio alcançou uma melhoria muito significativa em um de seus indicadores e performance e, a partir daí, estabelece metas similares para todas as unidades.
Inspiratória	É a forma de replicação mais comum, mas também a mais fraca. Ocorre quando as pessoas esperam que a divulgação, em toda a empresa, dos resultados alcançados em um projeto, fará com que os colaboradores fiquem inspirados para tentar copiar esse projeto e alcanças resultados similares.

Fonte: GODFRAY (2007).

Várias organizações utilizam fusões estratégicas, como por exemplo, uma montadora japonesa, que fez uma convenção internacional com mil representantes. Cada um desses representantes, além de expor seu projeto, elegia mais quatro outros e entender todas as minúcias dos projetos, de como foram atingidos os objetivos e depois replicar em duas unidades de negócios. Foi determinado um tempo de seis meses para que essa replicação fosse feita, e com consentimento para uso dos recursos necessários, como o tempo de profissionais para apoio e os recursos financeiros. Assim, a montadora japonesa combinou as estratégias que eram inspiradoras e conduziu para que transformar mil projetos de notoriedade em cinco mil (WERKEMA, 2013).

Podem-se encontrar obstáculos na replicação de projetos como: comunicação, onde funcionários da empresa poderão não ser notificados das mudanças e aprimoramento de certos processos; capacidade de transferência, embora seja possível empregar os fundamentos das ideias em outros lugares, gradações locais tornam impraticável exercer a solução completa; processos e sistemas eficazes para transferência do conhecimento, embora os proprietários do processo em outros locais ter conhecimento que uma equipe alcançou melhoramentos, a falta de mecanismos eficientes para compartilhar esses resultados impede a adoção e incentivo das melhores práticas, pois empresas são impedidas de crescerem por terem “cabeça fechada” ao não

implantar práticas eficientes para suas empresas por estas práticas não terem sido inventadas por elas mesmas (WERKEMA, 2013).

BERTLS (2003) sugere um procedimento para incentivar a replicação de projetos: juntar um “índice de replicação” às medidas de desempenho utilizadas para avaliação dos gestores. Esse processo pode ser proveitoso para beneficiar o foco da atenção em chances iminentes que existem na empresa.

De acordo com WEKERMA (2013), a gestão de conhecimentos é importante para a replicação, pois possibilita que todas as informações dos projetos tenham uma base de conhecimento exclusiva da organização. E algumas questões importantes pertinentes à gestão do conhecimento são: a centralização das informações, onde todos os documentos e os dados usados para o estudo, planejamento e execução de certo processo devem ser guardados em um local centralizado, possibilitando seu acesso de qualquer local, impedindo os habituais problemas consequente de partes dos dados e informações de um projeto estarem colocados em diferentes computadores. A centralização das informações possibilita uma visão holística do projeto, a qualquer hora e de qualquer lugar; distribuição do conhecimento, que por meio da centralização dos dados, as informações pertinentes de outros projetos em andamento ou acabados devem estar sempre à disposição para serem usados, explicitando seus erros e acertos, permitindo maiores sucessos em detrimento dos erros. Fóruns de discussões também são ideais para que aconteça a permuta de conhecimentos entre os vários integrantes do programa Seis Sigma, possibilitando o registro organizado dessas informações, gerando uma base rica de conhecimento agregado, muito útil a futuros projetos; e a Gestão on-line, que é ideal para que as informações sobre os resultados e o curso dos projetos possam sempre ser acessados de qualquer lugar e de forma on-line. Com todas as informações sendo sempre atualizadas (WERKEMA, 2013).

2.1.6 - Casos de sucesso

A Motorola conseguiu através do Seis Sigma, atingir metas de melhorias, que eram consideradas impossíveis na época. No começo da década de 80, o objetivo era melhorar dez vezes no decorrer de cinco anos, mas foi totalmente refreada por uma meta de melhorias de dez vezes a cada dois anos. Em menos de vinte anos, os resultados alcançados foram: lucros de quase 20% ao ano, economia de US\$ 14 bilhões de dólares, aumento do preço das ações (PANDE *et al.*, 2001).

Na década de 90, a General Electric (GE) colocou em prática o Seis Sigma, investindo US\$ 450 milhões de dólares no treinamento de mais de 65 mil colaboradores (entre *master black*, *black belts* e *green belts*). A GE já possuía prosperidade, mas a empresa usou a metodologia Seis Sigma para ganhar fortalecimento, e aprimorou algumas questões desenvolvidas pela Motorola e obteve retorno de US\$ 1,5 bilhões de dólares no final da década de 90, e com esperança de conseguir mais de cinco bilhões de dólares na década subsequente (PANDE *et al.*, 2001).

Já a Allied Signal/Honeywell iniciou com o Seis Sigma no começo dos anos 90, e no final desta mesma década, já estava economizando cerca de 600 milhões de dólares ao ano, devido ao largo treinamento dos colaboradores, com a aplicação dos princípios do Seis Sigma (PANDE *et al.*, 2001). A aplicação da metodologia Seis Sigma favoreceu a empresa, essa ganhou reconhecimento como a corporação mais bem diversificada e também a empresa aeroespacial mais contemplada.

No Brasil, de acordo com TERZIAN (2005), os processos e os resultados alcançados pela Ford no Brasil, teve mudança depois da prática da metodologia Seis Sigma. Essa buscava a satisfação dos colaboradores, e clientes. Na estrutura organizacional, cada área tem pelo menos um *black belt*, que põe o Seis Sigma em andamento, determina projetos e objetivos. Na área de TI, por exemplo, a metodologia causou uma série de benefícios como a redução do retrabalho e um melhor atendimento ao cliente interno. Atentada em melhorar os processos dentro da empresa, a Ford tem treinado cada vez mais funcionários como *green belts*, nas áreas de fabricação e de serviços. Na área de TI, por exemplo, 100% dos profissionais já passaram pelo treinamento (PINHO, 2005).

No Brasil, de acordo com dados do Centro de Qualidade, Segurança e Produtividade para o Brasil e América Latina (QSP, 2005) diversas empresas estão colocando em prática a metodologia Seis Sigma com resultados muito positivos. Os exemplos mais conhecidos são: ALCAN, ASHLAND RESINAS, BRASKEM, COBAFI, DELPHI, ETHYL, GRACE, GS PLÁSTICOS GUARDIAN, HALLIBURTON SERVIÇOS, HOSPITAL ISRAELITA ALBERT EINSTEIN, KAISER, MICROSOFT, POLICARBONATO, RR DONNELLY – CHILE, REDOMA INDÚSTRIAS GRÁFICAS, RENNER SAYERLACK, ROBERTH BOSCH, SCHOTT DO BRASIL, TENNECO, THYSSEN KRUPP AUTOMOTIVE SYSTEMS DO BRASIL E UNILEVER HPC – ARGENTINA (QSP, 2005).

CAPÍTULO 3

ESTUDO DE CASO: OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE UMA EMPRESA DO SETOR PORTUÁRIO

3.1 - CARACTERIZAÇÃO DO PORTO

O estudo de caso da aplicação da metodologia Seis Sigma se dá em uma empresa do setor portuário. A escolha do setor se deu pela sua relevância na região e devido à grande importância na economia do país, transportando milhões de toneladas de commodities e produtos manufaturados, sendo a principal porta de entrada de produtos importados e saída de produtos para exportação, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico.

Buscou-se, com este estudo, mostrar como o emprego do método pode contribuir na melhoria da eficiência operacional do porto, reduzindo o tempo de perdas de produtividade no embarque dos navios.

O porto movimenta minério de ferro, manganês, concentrado de cobre e pelota. As principais áreas do Porto de Ponta da Madeira (PDM), são as áreas de descarga de minérios, pátios de armazenagem e empilhamento do minério, a recuperação de minério para embarque nos navios e os píeres de atracação com carregamento de navios. A Figura 3.1 mostra o layout das operações do terminal portuário.



Figura 3.1 - Terminal marítimo ponta da madeira.

Fonte: *Google Earth*

3.2 - METODOLOGIA APLICADA AO ESTUDO DE CASO

Esta pesquisa utilizou a metodologia Seis Sigma, com sua abordagem rigorosa e focada na técnica, para redução dos impactos de produção. Esta metodologia faz uso de diversas técnicas estatísticas e de qualidade, aliada a disciplina, cumprimento de objetivos claros e bem definidos, levando em conta aspectos do negócio, ou seja, alinhados a objetivos estratégicos maiores que justificam o investimento nessa abordagem.

Neste trabalho foi utilizado a metodologia DMAIC, uma das mais características e difundidas dentro do Seis Sigma, para estruturar e organizar a implementação dos projetos.

Foram empregados neste trabalho os softwares Minitab®, para realização das análises estatísticas dos dados, e Microsoft Excel, para criação de matrizes de priorização, organização de planos de ação, análises de custos e construções gráficas.

Os dados utilizados nesse estudo de caso compreendem as perdas operacionais dentro do processo de embarque do porto, ocorridas entre os anos de 2017 e 2018.

3.2.1 - Coleta de dados

Para a proposta da pesquisa utilizou-se como fonte primária de dados os sistemas de gestão de apontamentos da empresa responsável pelo cadastro e registro das operações da planta. Como fontes secundárias foram utilizadas informações coletadas em campo pelo pesquisador com o intuito de enriquecer as análises, comprovar as informações e formação de banco de dados sobre eventos não registrados pelos sistemas de apontamento.

A coleta de dados para essa pesquisa tem como foco a identificação dos principais impactos operacionais e de manutenção que elevam o tempo total de carregamento afetando a taxa comercial. A coleta se dá nos processos do setor de embarque, através da construção de um perfil de perdas que possa fornecer dados suficientes para o melhoramento dos processos e aplicação da metodologia Seis Sigma.

A partir dos dados coletados, é possível identificar as principais perdas e entender suas contribuições na eficiência operacional do porto, assim como, definir a complexidade de cada perda, esforço exigido para tratamento e grau de autonomia para instalação de melhorias.

3.3 - CENÁRIO ATUAL

3.3.1 - Identificação do problema – Fase definição

Com base no objetivo estratégico da empresa de aumentar sua eficiência operacional para a obtenção de metas de aumento no volume de produção e atender à crescente demanda de seus clientes, é importante, antes de tudo, determinar os atuais patamares de produção para, só então, selecionar os projetos alinhados ao objetivo estratégico que serão focos de atuação. Essa é uma relevante etapa para o sucesso do projeto, visto que, uma definição errada do problema, pode desviar os esforços da equipe para a direção errada.

De acordo com o planejamento de longo prazo da empresa, o objetivo é alcançar um aumento no seu volume de produção de 105% em relação ao volume de produção praticado no ano de 2014, até o final de 2020. Isso significa um incremento de 118 milhões de toneladas. A Figura 3.2 mostra a meta estratégica de aumento de capacidade de embarque, em milhões de toneladas anuais, estipulado pela empresa e baseado nas estimativas de aumento da demanda do mercado.

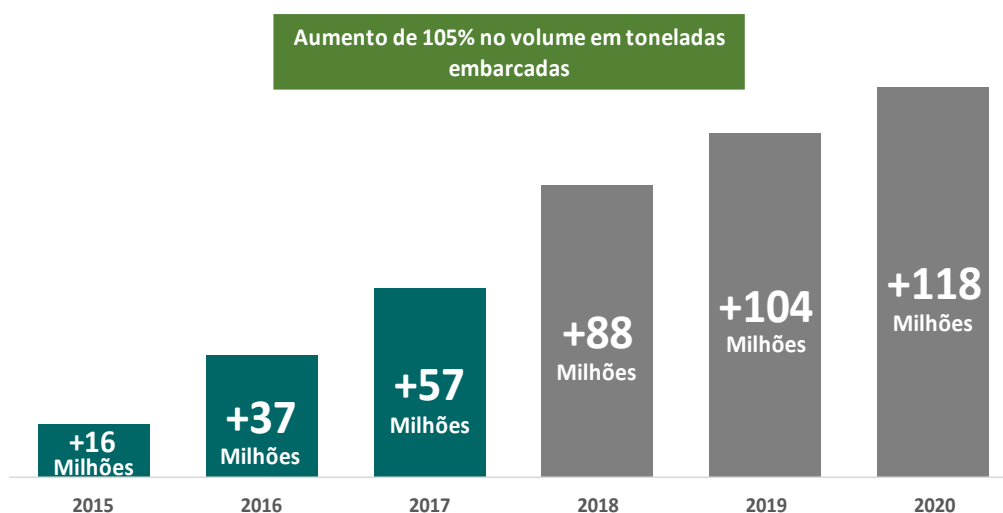


Figura 3.2 - Meta estratégica de aumento de capacidade de embarque em milhões de toneladas anuais.

Grandes investimentos em infraestrutura e equipamentos já foram realizados. No entanto, apenas a entrada de novos ativos, por si só, com base nos resultados de simulações computacionais da empresa, é insuficiente para o alcance dos níveis de produção até 2020. Tal modelo de simulações computacionais foi desenvolvido no

software Arena® em parceria com Universidade de São Paulo – USP e considera como entrada as principais premissas que compõem a operação do porto, por exemplo; taxa de máquinas, tempo de manutenção das máquinas e píeres, chegada de navios, taxa nominal dos carregadores de navios, amplitude de marés, restrições de atracções por píeres e capacidade de estocagem do porto.

Através das simulações que determinam a capacidade de produção da planta, a empresa consegue se organizar e realizar planejamentos de médio e longo prazo, assim como ações de melhorias, investimentos necessários para eliminar gargalos e melhoria do processo a fim de atender as projeções de aumento nas demandas dos clientes no futuro. CHWIF e MEDINA (2010) citam que a simulação é comumente usada como ferramenta para responder a questões do tipo “O que aconteceria se?”.

A principal saída é a capacidade e performance do terminal para atendimento a essa capacidade. Dessa forma, foram projetados os níveis de eficiência necessários para obtenção da estratégia de produção no ano de 2020. A seguir, a Figura 3.3 apresenta a eficiência de embarque realizada nos anos anteriores e a eficiência exigida para atender a nova demanda de capacidade

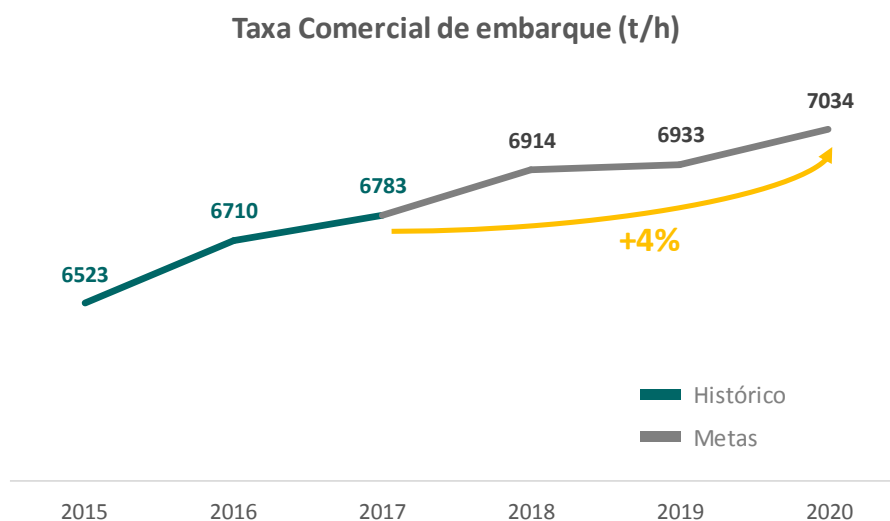


Figura 3.3 - Eficiência de embarque.

A eficiência operacional do porto é medida através de sua taxa comercial de carregamento, que é a relação entre a quantidade de carga movimentada e o tempo total de carregamento (toneladas/hora), como demonstrado na Equação 3.1. O tempo de total de carregamento considera o tempo efetivamente operado e todas as perdas de produção: paradas operacionais e manutenções.

$$Taxa\ comercial = \frac{Quantidade\ de\ carga\ movimentada\ (toneladas)}{Tempo\ total\ de\ carregamento\ (horas)} \quad (3.1)$$

Carga Movimentada: quantidade total de carga embarcada em toneladas.

Tempo de Carregamento: horas operadas + horas de paradas operacionais + horas de paradas de manutenção.

Dessa maneira, para aumentar a taxa comercial de embarque, é necessário reduzir o denominador dessa equação, ou seja, uma redução no tempo total de carregamento.

O aumento da taxa comercial é estratégico para otimizar a eficiência operacional do porto e a metodologia Seis Sigma se torna importante instrumento para promover as mudanças necessárias de forma atrelada às diretrizes do negócio, uma vez que seu emprego pode gerar aumento na eficiência e produtividade do porto com a melhoria dos processos e eliminação de gargalos de produção.

Segundo CARVALHO e PALADINI (2012), o processo de seleção Seis Sigma deve assegurar a alocação ideal dos recursos em projetos prioritários, alinhados à estratégia da empresa, com impacto não só na melhoria da eficiência, mas, sobretudo na eficácia da empresa, garantindo-lhe a obtenção de vantagem competitiva. A definição de projeto Seis Sigma é representada na Figura 3.4 a seguir:

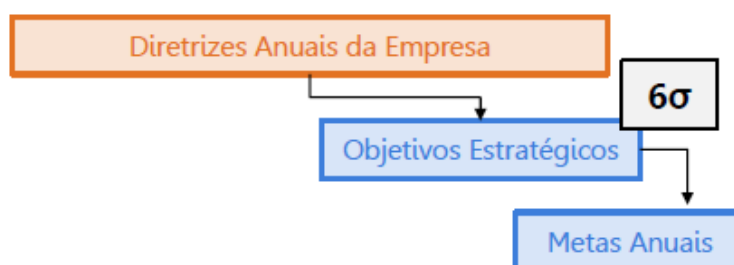


Figura 3.4 - Definição de projeto Seis Sigma.

3.3.2 – Medição do processo – Fase medição

Como premissa de simulação computacional para o aumento da taxa comercial em 4%, foi utilizada uma meta global de perdas operacionais de 10,51 horas/navio. Portanto, o atingimento dessa premissa imprescindível para o alcance de uma maior eficiência operacional e para o cumprimento do objetivo estratégico de aumento de produção.

De posse dessa informação, uma medição dos níveis de desempenho dos processos atuais é importante para determinar os principais problemas e entendê-los,

para então eliminá-los. De acordo com CARVALHO e PALADINI (2012), a questão central nos programas Seis Sigma é a definição dos processos que receberão aporte de recursos da organização. A Figura 3.5 apresenta o levantamento das principais perdas ocorridas entre os anos de 2017 e 2018.

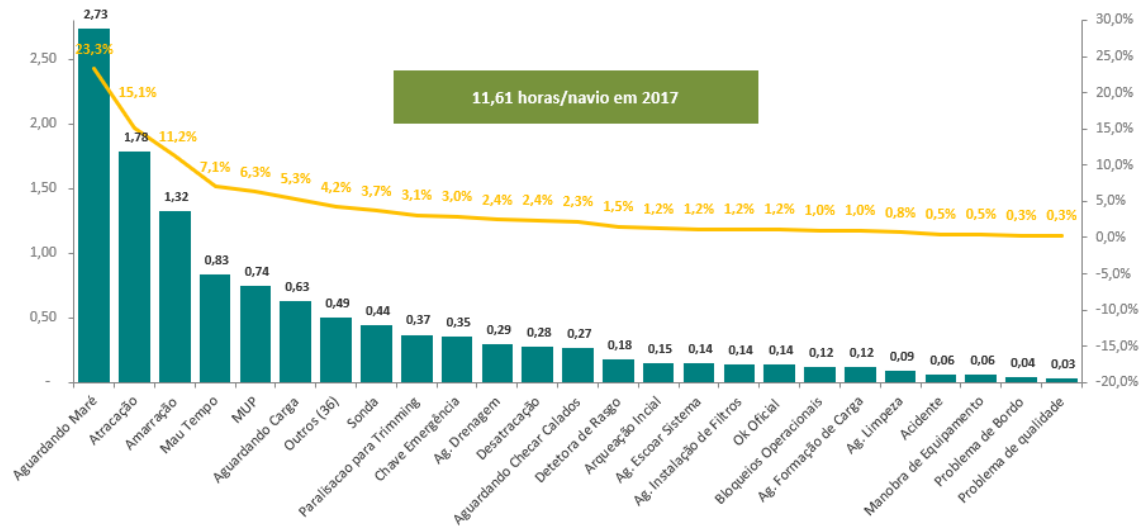


Figura 3.5 - Levantamento das principais perdas ocorridas em 2017 e 2018.

O levantamento mostra os principais impactos ocorridos no porto durante o ano de 2017, resultando uma média de perdas global de 11,61 horas/navio, uma lacuna de 1,1 hora/navio em relação a meta de 10,51 horas/navio.

Uma vez que a empresa conhece o que é crítico, deve promover projetos Seis Sigma para garantir seu desempenho. A partir do levantamento das perdas, é possível entender quais são os problemas com maior influência nas perdas de eficiência. No entanto, além disso, é importante fazer uma priorização de acordo com a tendência de melhora ou piora do indicador, esforço necessário para tratamento do problema, impacto em relação à meta estratégica e grau de autonomia para implementar melhorias. CARVALHO e PALADINI (2012), dizem que a adoção de critérios para análise dos projetos permite garantir a viabilidade técnica e financeira dos projetos, que os habilita a ingressar na carreira.

Essa priorização é fundamental para o sucesso dos projetos Seis Sigma. Nesse processo, os projetos novos são avaliados, selecionados e priorizados (CARVALHO E PALADINI, 2012). Muitas vezes problemas com alta influência sobre a meta do projeto podem demandar esforços demasiados e possuírem baixo grau de autonomia do *Belt* para efetuar melhorias, tornando os projetos inviáveis e gerando atrasos nas entregas. A

Figura 3.6 mostra a matriz de priorização dos principais impactos levantados considerando aspectos como tendência do problema do indicador ao longo do tempo (piorar ou melhorar), o esforço necessário para tratar o problema, se este problema possui um impacto grande no desempenho e a autonomia do *belt* para lidar com o problema e implementar ações para tratá-lo.

Indicador	h/n	Pct%	Tendência do indicador	Esforço para tratar o problema	Impacto no resultado do negócio	Autonomia para tratar o problema
Aguardando Maré	2,73	24%	Manter	Alto	Alto	Baixa
Atracação	1,78	15%	Aumentar	Alto	Alto	Baixa
Amarração	1,32	11%	Manter	Alto	Alto	Alta
Mau Tempo	0,83	7%	Aumentar	Alto	Alto	Baixa
MUP	0,74	6%	Aumentar	Alto	Baixo	Alta
Aguardando Carga	0,63	5%	Manter	Alto	Alto	Alta
Sonda	0,44	4%	Aumentar	Baixo	Alto	Alta
Paralisação para Trimming	0,37	3%	Manter	Baixo	Alto	Alta
Chave Emergência	0,35	3%	Manter	Alto	Alto	Alta
Ag. Drenagem	0,29	2%	Manter	Alto	Alto	Baixa
Desatracação	0,28	2%	Manter	Alto	Baixo	Alta
Aguardando Checar Calados	0,27	2%	Aumentar	Baixo	Alto	Alta
Detetora de Rasgo	0,18	2%	Manter	Baixo	Alto	Alta
Arqueação Inicial	0,15	1%	Manter	Baixo	Baixo	Alta
Ag. Escoar Sistema	0,14	1%	Manter	Alto	Baixo	Alta
Ag. Instalação de Filtros	0,14	1%	Reduzir	Baixo	Baixo	Alta
Ok Oficial	0,14	1%	Manter	Baixo	Baixo	Alta
Bloqueios Operacionais	0,12	1%	Manter	Alto	Baixo	Baixa
Ag. Formação de Carga	0,12	1%	Reduzir	Alto	Baixo	Baixa
Ag. Limpeza	0,09	1%	Manter	Baixo	Baixo	Alta
Manobra de Equipamento	0,06	1%	Reduzir	Alto	Baixo	Baixa
Problema de Bordo	0,04	0%	Manter	Alto	Baixo	Baixa
Problema de qualidade	0,03	0%	Manter	Alto	Baixo	Baixa
Total	11,61					

Figura 3.6 - Matriz de priorização.

Além da priorização, a caracterização do problema como foco do projeto Seis Sigma também deve ser realizada. São qualificações básicas de um projeto Seis Sigma:

- Problema crônico, prioritário e estratégico sem causa conhecida e sem solução sustentável conhecida (visa evitar o desperdício de capital humano, tempo, investimentos em capacitação desnecessários e outros, para o tratamento de problemas pouco estratégicos);
- Existem dados históricos confiáveis que caracterizam o problema (para uma abordagem Seis Sigma que utiliza várias ferramentas estatísticas em suas análises, a existência de banco de dados e dados confiáveis é necessário para o desenvolvimento do projeto);

- Já foram utilizadas outras abordagens para solução do problema, como por exemplo, CCQ, Kaizen, 5Se outros, porém o problema persiste (problemas de baixa complexidade, não crônicos e soluções conhecidas devem ser tratadas com a utilização de ferramentas da qualidade antes de uma abordagem mais complexa e aprofundada como o Seis Sigma);
- Para análise do problema e de suas respectivas causas é necessário à utilização de ferramentas estatísticas, com foco em estudo de variabilidade (as causas dos problemas são desconhecidas e precisam de uma análise aprofundada para descoberta dos fatores geradores do problema).

A Figura 3.7 mostra o fluxograma que apresenta claramente as etapas para definição de projetos Seis Sigma.

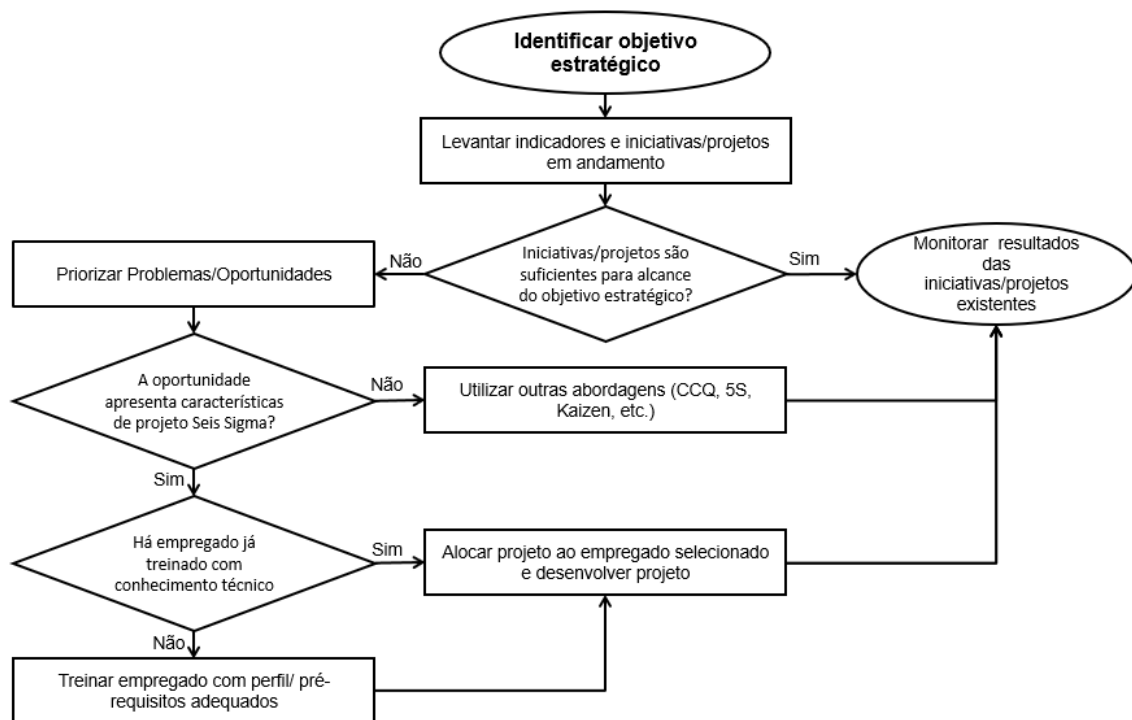


Figura 3.7 - Fluxograma para definição de projetos Seis Sigma.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - DEFINIÇÃO DOS PROJETOS

Na maioria dos casos, não é possível conduzir vários projetos Seis Sigma simultaneamente para todas as variáveis críticas, pois, em geral existe uma competição por recursos escassos (pessoal, dinheiro, tempo). Deve-se, portanto, estabelecer algumas triagens para seleção dos projetos (CARVALHO e PALADINI, 2012).

Dessa forma, com base da matriz de priorização da Figura 3.5 e atendendo as qualificações básicas de um projeto para a adoção da metodologia já abordados anteriormente (problema crônico, dados históricos, abordadas outras ferramentas para tratar o problema e passível de uso de ferramentas estatísticas), foram selecionadas 04 perdas para serem foco de atuação deste trabalho, conforme mostra a Figura 4.1.

Indicador	h/n	Pct%	Tendência do indicador	Esforço para tratar o problema	Impacto no resultado do negócio	Autonomia para tratar o problema
Sonda	0,44	4%	Aumentar	Baixo	Alto	Alta
Paralisacao para Trimming	0,37	3%	Manter	Baixo	Alto	Alta
Aguardando Checar Calados	0,27	2%	Aumentar	Baixo	Alto	Alta
Detectora de Rasgo	0,18	2%	Manter	Baixo	Alto	Alta

Figura 4.1 - Projetos Seis Sigmas priorizados.

Foram selecionados os problemas de Sonda, Paralisação para Trimming, Aguardando Checar Calados e Detectora de Rasgo para o desenvolvimento de projetos por apresentarem características como: baixo esforço de resolução, elevado impacto no negócio, autonomia para resolução e tendência de piora caso nada seja feito em alguns casos. Os demais problemas não serão abordados neste trabalho devido a limitação de recursos.

Os problemas de Sonda e Aguardando Checar Calados, por apresentarem um nível de aprofundamento maior nas análises pode demandar o uso de mais ferramentas estatísticas, serão tratados em projetos *Green Belt*. Já os problemas de Paralisação para *Trimming* e Detectora de Rasgo terão seus projetos desenvolvidos na categoria *Yellow Belt*. Espera-se, através do desenvolvimento desses projetos, atingir os objetivos desta pesquisa.

4.2 - DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS

4.2.1 - Projeto 1 – Checagem de calados

Este projeto será desenvolvido na categoria de *Green belt* com o objetivo de reduzir o tempo de checagem de calados no porto e conseqüentemente gerar um ganho de produtividade para a empresa.

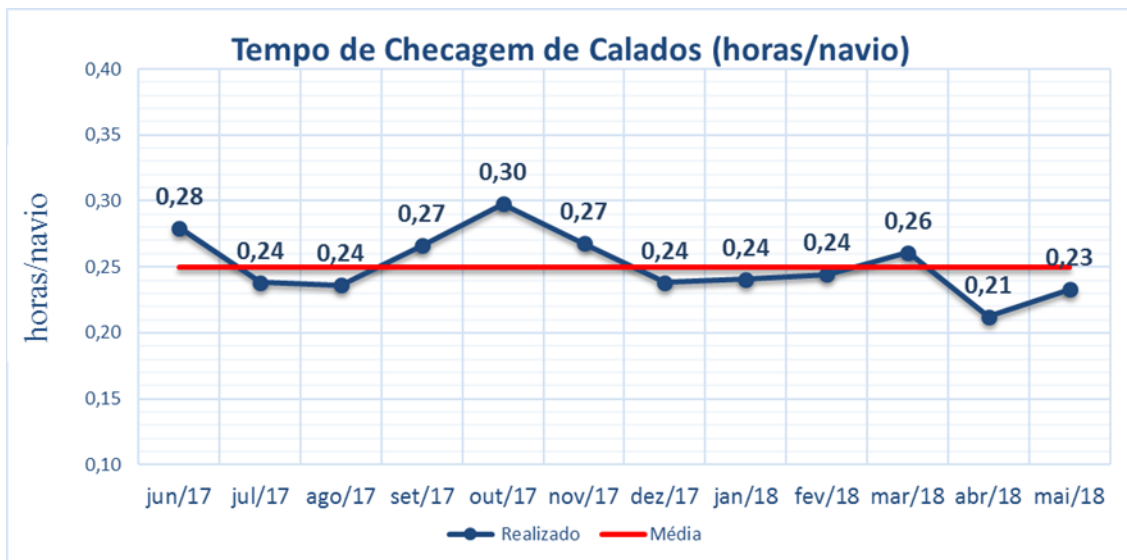
4.2.1.1 - Identificação do problema – Fase definição

As checagens de calados são realizadas para fornecer os dados requeridos para o cálculo de arqueação de navios, atividade que vai determinar a real quantidade de carga embarcada. De acordo com os procedimentos, durante os embarques devem ser feitas pelo menos duas checagens para os carregamentos de material de alta densidade (Minério de Ferro), e três para os de baixa densidade (Manganês e Pelota). Durante as checagens, uma parada no sistema de carregamento se faz necessário, uma vez que a oscilação e imersão da embarcação ocasionada pela queda de material nos porões do navio podem ocasionar uma leitura imprecisa e um conseqüente erro no cálculo de carga a bordo.

Como indicador desse projeto será utilizado a relação entre as horas de checagem e a quantidade de navios carregados, conforme a Equação 4.1 a seguir:

$$\text{Taxa de checagem de calados} = \frac{\text{Horas de checagem de calados}}{\text{Quantidade de navios}} \quad (4.1)$$

De acordo com os dados do período compreendido entre junho/2017 a maio/2018 analisados, o impacto do processo de checagem de calados apresenta uma baixa variabilidade com desvio padrão de 0,02, média de 0,25 horas por navios e sem tendência definida como é demonstrado na Figura 4.2.



Estatísticas Descritivas								
Variável	Número de dados	Média	Desvio Padrão	Mínimo	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Máximo
Histórico - Tempo de Checagem de Calados	12	0,25	0,02	0,21	0,24	0,24	0,27	0,30

Figura 4.2 - Gráfico sequencial do tempo de checagem de calados e análise estatística do indicador.

De posse dessas informações, deve-se definir a meta do projeto. Segundo Katsuya Hosotani, as metas são estabelecidas para estreitar a distância entre o real e um valor ideal.

Para a definição das metas dos projetos serão utilizados um dos três critérios: método do quartil, da lacuna ou gerencial.

- Lacuna: É a diferença entre o valor atual de um indicador e um ideal (referência). É a base sobre a qual devem ser estabelecidas as metas.
- Quartil: Usa o valor do 1º quartil quando o comportamento do indicador é menor melhor ou o valor do 3º quartil quando o comportamento do indicador é maior melhor.
- Gerencial: Muitas vezes para atender a necessidade da área vinda do planejamento estratégico o valor da meta é definido de forma gerencial, ou seja, o valor é arbitrado sem usar alguma regra específica. Como exemplo de valores, temos: orçamento, *benchmark*, referência técnica e etc.

Nesse caso, será usado o método gerencial, uma vez que o método da lacuna e dos quartis apresentam valores bem próximos à média atual do indicador e não representam ganhos relevantes. Dessa forma, de modo a tornar o projeto mais desafiador com uma meta mais arrojada, a meta do projeto foi estabelecida de forma

arbitrária, com a tomada de decisão pelo valor mínimo atingido no período avaliado, de 0,21 horas/navio. A Figura 4.3 a seguir representa a meta global do projeto.

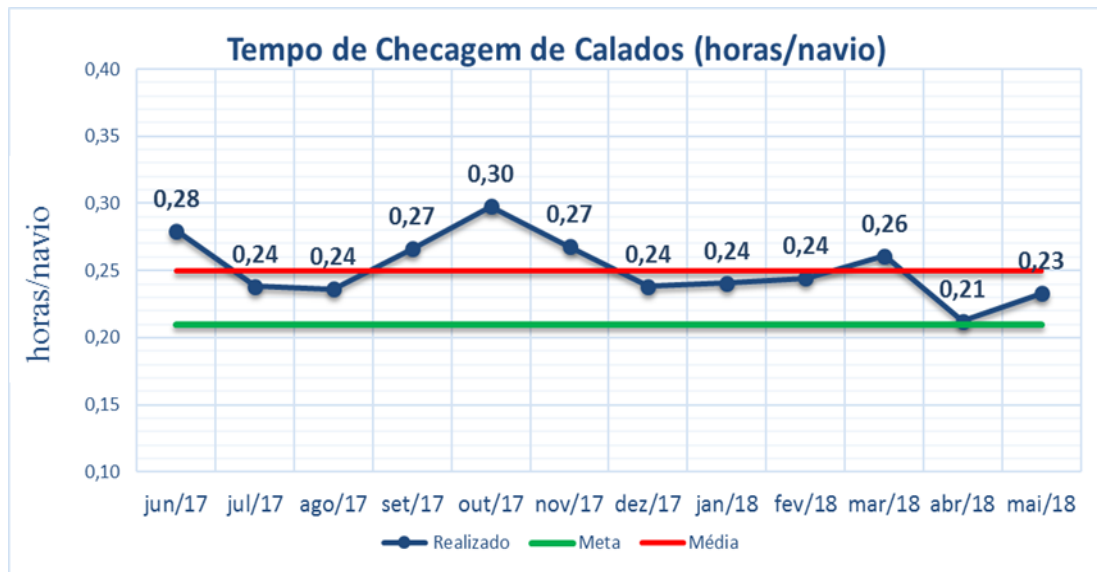


Figura 4.3 - Meta global do projeto checagem de calados.

4.2.1.2 - Estratificação do problema – Fase medição

Uma vez definido o problema e a meta global do projeto, é importante realizar uma estratificação do problema, com a definição dos focos de atuação do projeto. A estratificação é uma maneira de mostrar as características, os detalhes do problema, contribui para destacar a existência, ou não, de um padrão de comportamento.

O objetivo desta etapa é “quebrar / desdobrar” o problema macro, definido na etapa de identificação do problema, em problemas menores de forma que o grupo possa priorizar sua atuação.

As estratificações devem ser realizadas em grupos, também conhecidos como *clusters*, com características semelhantes, que permitam uma análise estatística do seu comportamento e em seguida a definição de uma meta de melhoria para cada um.

Para o projeto de redução do tempo de checagem estratificaremos o problema por local de ocorrência, ou seja, por píer, conforme mostra a Figura 4.4.

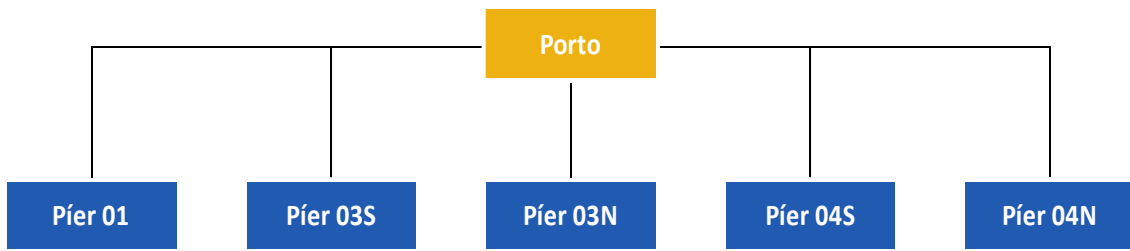


Figura 4.4 - Estratificação projeto checagem de calados.

Após a estratificação, deve-se estabelecer onde haverá atuação do projeto, com a priorização dos focos. Recomenda-se a priorização, pois de acordo com o princípio de Pareto, poucas causas impactam na maior parte dos problemas ou resultados. Sendo assim, os esforços (recursos) serão melhor direcionados e a atuação mais efetiva.

Neste caso, foram estipulados os píeres 03S, 04S e 04N como foco dos esforços de melhoria por estes apresentarem maior média e maior variabilidade, como nos mostra a Figura 4.5 a seguir:

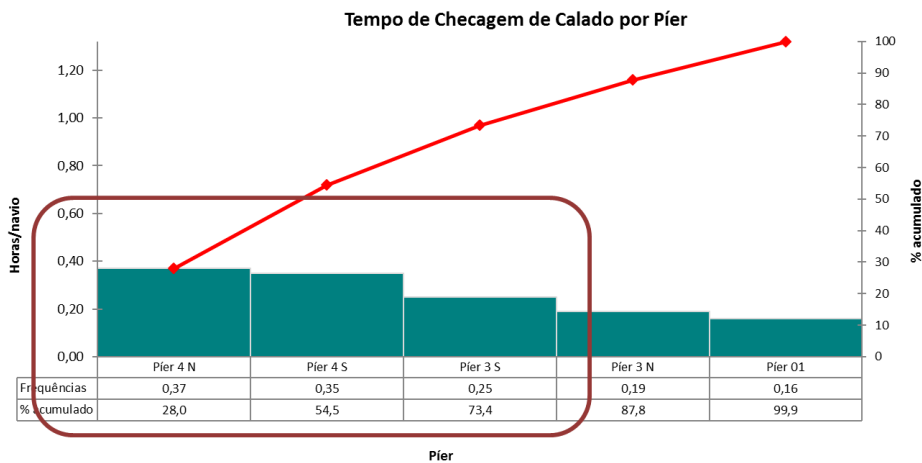


Figura 4.5 - Definição dos focos de atuação do projeto checagem de calados.

Observando a Figura *boxplot* 4.6 a seguir, podemos verificar que os focos priorizados também apresentam a maior variabilidade durante a execução do processo, com limites superiores (LS) e inferiores (LI) distantes um do outro, ou seja, apresenta uma maior dispersão nos resultados.

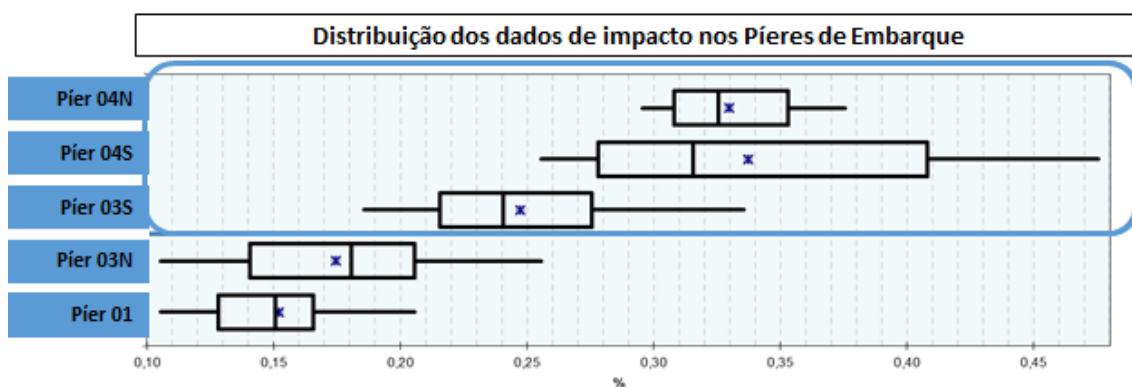


Figura 4.6 - Definição dos focos de atuação do projeto checagem de calados.

As metas dos focos de atuação são chamadas de metas específicas e serão elas que darão o suporte para o alcance da meta global do projeto. Dessa maneira, as metas específicas, quando vistas em conjunto, devem ser suficientes para garantir o alcance da meta global, conforme Tabela 4.1. Assim como a meta geral, as metas específicas foram definidas pelo método gerencial e representam uma redução de 24% em cada píer priorizado.

Tabela 4.1 - Definição das metas específicas do projeto checagem de calados.

Foco	Atual	Dif	Meta	Método
Píer 01	0,16	0%	0,16	
Píer 03S	0,25	24%	0,19	Gerencial
Píer 03N	0,18	0%	0,18	
Píer 04S	0,34	24%	0,26	Gerencial
Píer 04N	0,33	24%	0,25	Gerencial
	0,25	17%	0,21	

4.2.1.3 - Análise do processo – Fase análise

Baseado na estratificação e definição dos focos, espera-se nesta etapa, conhecer as causas do problema e o impacto de cada uma delas no resultado. Para isso, a princípio, foi realizado um *Brainstorm*, técnica em grupo que permite que todos da área participem ativamente na identificação de problemas e oportunidades de melhoria. Um mapa do processo foi elaborado de forma a organizar o processo e torná-lo mais visual (ANEXO I).

Devido a grande quantidade de causas (X's) levantadas nessa etapa e a impossibilidade de análise de todas elas, é utilizada uma matriz de priorização. Neste

caso, para evitar uma quantidade excessiva de causas priorizadas, foi usado uma portuação para corte de 90 pontos. Essa priorização pode ser observada na Tabela 4.2.

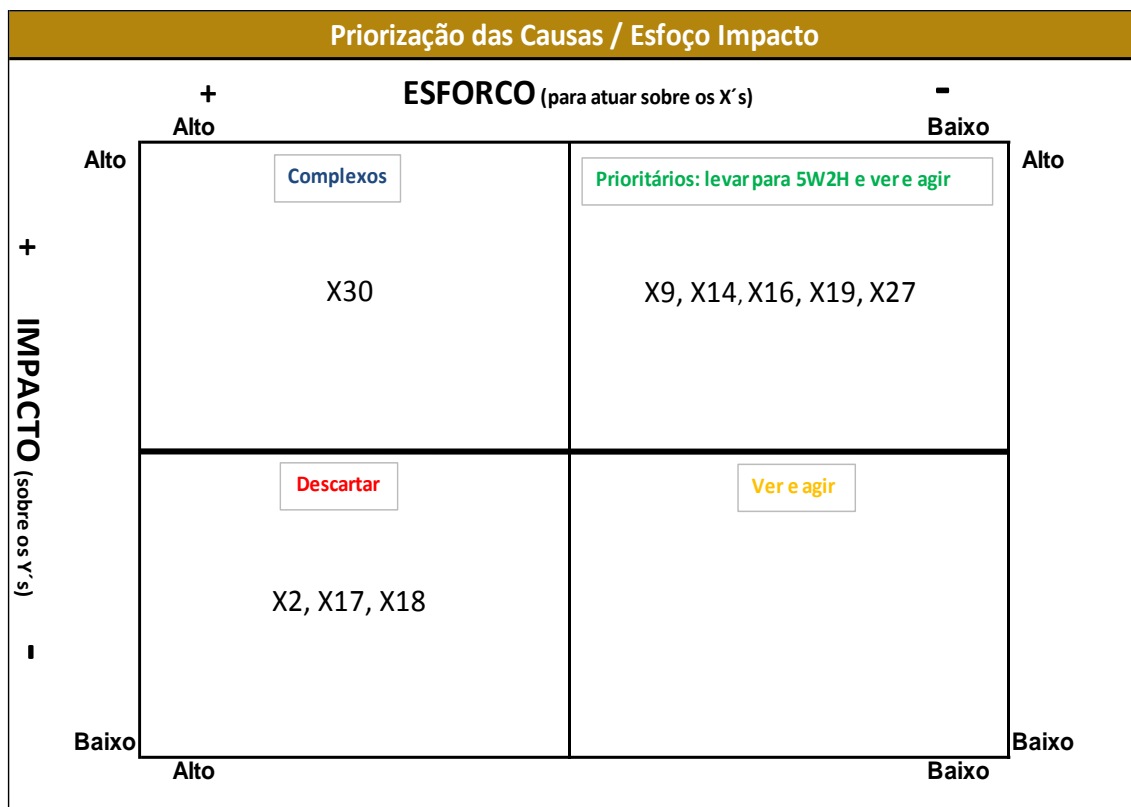
Tabela 4.2 - Priorização das causas do projeto checagem de calados.

Matriz de Priorização					
Causas Levantadas	Y1 - Número de Checagens	Y2 - Tempo de checagem	Y3 - Volume embarcado	Total	
	Peso	10	9		8
X1	Informação errada do Cn	0	0	2	16
X2	Balança travada	5	0	5	90
X3	Navio muito adernado	0	2	0	18
X4	Problemas de deslastramento	3	0	5	70
X5	Balança batendo em vazio	5	0	5	90
X6	Diferença excessiva entre a BL de referencia e as máquinas de pátio	3	0	3	54
X7	Erro no corte do porão	2	0	3	44
X8	Erro no calculo dos calados no plano de carga	3	0	2	46
X9	Erro na sondagem do lastro	5	0	5	90
X10	Quantidade de consumiveis muito diferente da inicial	2	0	3	44
X11	Deflexão elevada	3	3	3	81
X12	Cadastro errado de particularidades do navio	2	0	3	44
X13	Erro na realização da arqueação inicial	0	0	3	24
X14	Erro de balança aumentando	5	2	5	108
X15	Erro de leitura dos calados	3	2	5	88
X16	Falta de uma segunda balança de referência	5	2	3	92
X17	Condições de maré muito ruins	3	5	2	91
X18	Navio em processo de deslastramento durante a checagem	5	2	3	92
X19	Informação errada da quantidade de lastro pelo navio	5	0	5	90
X20	Densidade da água errada	2	0	2	36
X21	Densimetro descalibrado	2	0	2	36
X22	Erro de ajustes	3	0	3	54
X23	Ajustes que utrapassam a capacidade do porão	0	0	0	0
X24	Porões com capacidades máximas utilizada	0	0	0	0
X25	Falta de espaço volumetrico no porão	2	0	2	36
X26	Trim muito diferente do esperado	5	2	0	68
X27	Erro no calculo dos calados esperados pela planilha COCOF	5	3	2	93
X28	Arqueações anteriores com muito lastro nao sondado	5	0	0	50
X29	Estivagem de carga mal realizada comprometendo o trim	5	0	0	50
X30	Erro de balança excessivo	5	2	5	108
X31	Ajustes errados da arqueação anterior	2	0	5	60
X32	Calados checados diferentes do esperado	5	2	2	84

5 - Correlação forte
 3 - Correlação Moderada
 2 - Correlação fraca
 0 - Correlação ausente

A priorização levou em consideração 03 contribuintes (Y's) para o tempo de checagem: Número de checagens, Tempo de checagem e Volume embarcado. Em seguida, utilizando-se de uma tabela de pontuação que representa o nível de correlação, foram atribuídas notas para o nível de influência das causas (X's) nos contribuintes (Y's) através de um novo *Brainstorm*. Ao final, 09 causas atingiram a linha de corte de 90 pontos.

Como forma de direcionar os recursos para as causas com maior facilidade e autonomia para implementação de soluções, as causas priorizadas foram colocadas em uma matriz de esforço e impacto para um nova priorização, que considera em seus eixos o esforço para o tratamento e o impacto destas causas no tempo de Checagem de Calados, classificando-os em em alto ou baixo. Essa matriz é demonstrada na Figura 4.7.



		Item	Esforço	Impacto
20%		x2 - balança travada	Alto	Baixo
		x9 - erro na sondagem do lastro	Baixo	Alto
		x14 - erro de balança aumentando	Baixo	Alto
		x16 - falta de uma segunda balança de referência	Baixo	Alto
		x17 - condições de maré muito ruins	Alto	Baixo
		x18 - navio em processo de deslastramento durante a checagem	Alto	Baixo
		x19 - informação errada da quantidade de lastro pelo navio	Baixo	Alto
		x27 - erro no calculo dos calados esperados pela planilha COCOF	Baixo	Alto
		x30 - erro de balança excessivo	Alto	Alto

Figura 4.7 - Matriz de esforço e impacto.

Após a segunda priorização, apenas 06 causas seguiram para fase comprovação. Entre as causas X2, X17, X18 e X30 classificadas como de alto esforço para tratamento, apenas a causa X30 foi mantida pelo seu alto potencial de impacto no problema estudado.

Após a priorização, as causas selecionadas devem ter sua relação com o problema alvo do projeto investigadas e comprovadas. Neste sentido, como forma de exemplificar a análise denexo de causalidade, a Figura 4.8 demonstra o teste e modelo matemático utilizado para investigar e tentar comprovar a correlação da causa X30 com o problema do Tempo de Checagem.

Exemplo de causa não priorizada: X30 – Teste de correlação entre Tempo de Checagem vs Diferença de Balança

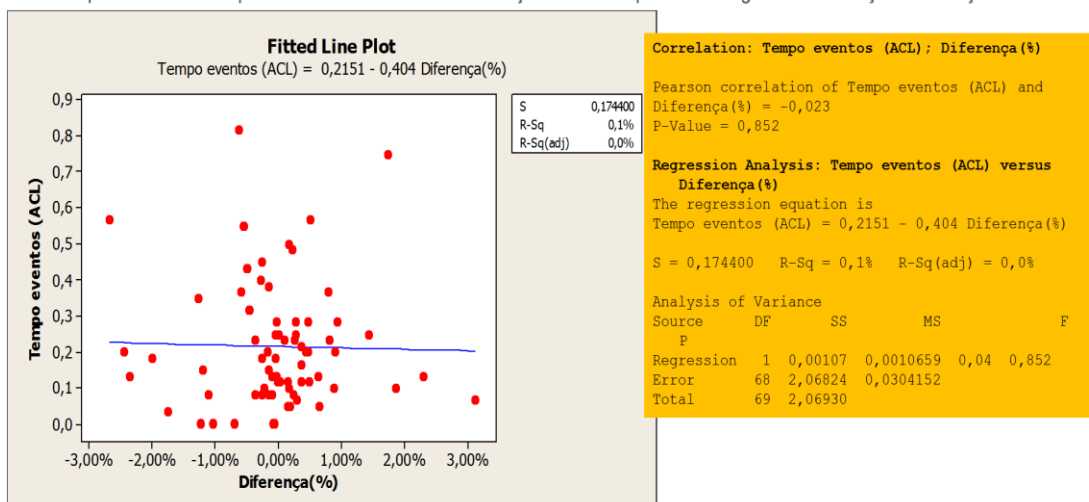


Figura 4.8 - Não comprovação da causa erro de balança excessivo.
Fonte: Representação gerada pelo software *Minitab*.

No gráfico de dispersão, pode-se visualizar que as variáveis não variam juntas, demonstrando que não há necessariamente uma relação de causa e efeito entre elas. O Coeficiente de Pearson (R) igual a -0,023 confirma a indicação de ausência de correlação entre o Tempo de Checagem e os Erros de balança.

O valor de R ajustado ou simplesmente R-Sq = 0,1%, indica que o modelo só é capaz de explicar o comportamento das variáveis em 0,1% do tempo. Ou seja, demonstra que a variação de uma das variáveis na equação modelo só refletirá no resultado da segunda variável 0,1% das vezes.

Apesar de ter sido priorizada como uma causa de alto impacto no problema de Tempo de Checagem, quando submetida a investigação estatística, a causa X30 demonstrou ter pouca influência no problema. Com isso, a causa X30 foi descartada.

As demais causas também foram submetidas a investigações para a comprovação. No entanto, apenas o problema de Erro de Balança Excessivo não teve sua relação comprovada. Na Tabela 4.3 é possível visualizar a lista das causas com a conclusão da análise de cada uma.

Tabela 4.3 - Comprovação das causas do projeto checagem de calados.

Evidenciação das Causas				
	Causas Priorizadas	Forma de Evidenciação	Conclusão	Causa Comprovada?
X9	Erro na sondagem do lastro	Relatório de checagens	A sondagem de lastro durante a operação de carregamento e de deslastramento ocasiona um erro na mensuração correta do lastro e no cálculo de arqueação gerando divergências entre o valor arqueado e a balança, necessidade de paradas no carregamento para ajustes pela automação e realização de novas checagens de calados.	Sim
X14	Erro de balança aumentando	Manual do fabricante	A balança é um equipamento de precisão que necessita de condições ideais de mecânica, toda vez que essas condições são alteradas é gerado erro na medição da balança. Esse erro pode aumentar durante o carregamento devido somatório de condições alteradas.	Sim
X16	Falta de uma segunda balança de referência	Carregamento em Vitória	A falta de uma segunda balança como referência (redundância) para comparação dos valores pesados torna as arqueações intermediárias a única forma de detecção de erros aumentando a necessidade de realizar checagens de calados para controle.	Sim
X19	Informação errada da quantidade de lastro pelo navio	Relatório de checagens	Com o carregamento em andamento e para não parar a operação de deslastamento, o navio informa a quantidade de lastro sem a sondagem dos tanques e realização dos cálculos necessários ocasionando um erro na arqueação, divergências com o valor da BL e necessidade de paradas no carregamento para ajustes pela automação e realização de novas checagens de calados.	Sim
X27	Erro no calculo dos calados esperados pela planilha COCOF	Simulação do cálculo na COCOF	A simulação dos calados e do trim do navio após a conclusão dos porões utiliza apenas o trim scale para os calados finais durante todo o carregamento ocasionando um erro sendo necessária a realização de cheagens para determinar os calados e o trim real.	Sim
X30	Erro de balança excessivo	Manual do fabricante	A balança é um equipamento de precisão que necessita de condições ideais de mecânica, toda vez que essas condições são alteradas é gerado erro na medição da balança.	Não

4.2.1.4 - Plano de ação – Fase implementação

Com a definição das causas fundamentais do problema, é então elaborado um plano de ação com maior nível de assertividade para o bloqueio destas causas e alcance da meta estabelecida do projeto.

As ideias de solução também devem ser levantadas utilizando o *brainstorm* com as equipes envolvidas e especialistas, como mostra a Figura 4.9.

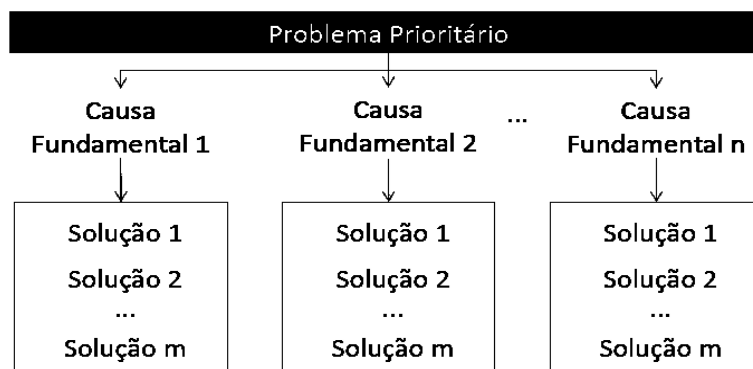


Figura 4.9 - Levantamento de soluções.

Durante a realização do *brainstorm* para levantamento das possíveis soluções, é possível que seja gerada mais de uma solução para uma mesma causa, dessa forma, pode ser interessante realizar a priorização das possíveis soluções com o objetivo de:

- Priorizar uma, entre as diversas soluções propostas para a mesma causa;
- Ranquear a ordem de implementação das soluções.

A construção da matriz de priorização de soluções segue os mesmos passos da matriz de priorização de causas. O modelo a ser utilizado na construção do plano de ação é o 5W2H, que apresenta os seguintes itens:- What (O quê?): solução a ser implantada;- When (Quando?): prazo para implantação da solução;- Who (Quem?): responsável pela implantação da solução;- Where (Onde?): local onde será implantada a solução;- Why (Por quê?): motivo da implantação da solução;- How (Como?): detalhamento de como a solução será implantada;- How much (Quanto custa?): quanto custará a implantação da solução. A seguir a Tabela 4.4 mostra o plano de ação do projeto checagem de calados.

Tabela 4.4 - Plano de ação projeto checagem de calados.

PLANO DE AÇÃO - 5W2H						
X's	O que	Como	Quem	Prog.	Realiz.	Status
X9	Erro na sondagem do lastro	Alterar % de 50 para 60 e de 70 para 75 a fim de diminuir a incidência de arqueações com o navio em processo de deslastramento.	Herberth, Alexandre	10/11/2018	01/11/2018	Ok
X19	Informação errada da quantidade de lastro pelo navio					
X27	Erro no calculo dos calados esperados pela planilha COCF	Modificar a COCF para utilizar o trim scale de acordo com o calado lido	Herberth	30/10/2018	15/10/2018	Ok
X16	Falta de uma segunda balança de referência	Registro dos dados de uma segunda BL nas linhas 01, 02, 03, 04 e 05 pelos operadores de CN	Josemar Jesus, Evaldo Oliveira	01/11/2018	01/11/2018	Ok
		Acompanhamento da segunda BL das linhas 01, 02, 03, 04 e 05 pela equipe de inspetoria	Herberth	01/11/2018	01/11/2018	Ok
		Implementar relatório de BL ao final de carregamento para todos os pieres	Herberth	01/11/2018	15/10/2018	Ok
X14	Falta de acompanhamento de indicadores específicos de status de balanças	Criar painel de gestão visual que facilite a gestão das condições das balanças	Leonardo Espindola	10/11/2018	18/11/2018	Ok
	Falta de relatório técnico do status das balanças	Realizar avaliação das condições das balanças junto ao fabricante	Daniel Durans	10/11/2018	04/11/2018	Ok
	Falta de interação entre as equipes de balança e limpeza industrial	Realizar reunião com equipe de limpeza p/ informar toda lavagem realizada na área de pesagem	Daniel Durans	10/11/2018	20/11/2018	Ok
	Falta de conscientização das equipes que realizam atividades na área de pesagem	Realizar campanha de conscientização com equipes que realizam atividades que possam influenciar no sistema de pesagem	Daniel Durans	01/09/2018	20/11/2018	Ok
	Falta de check para recebimento de balança após parada de manutenção	Criar check list de condições normais de balança p/ operadores de rota	Sara Nakai	01/09/2018	07/09/2018	Ok
	Sinalizar área de balanças	Instalar placas de sinalização na área de balanças para evitar a limpeza e manutenção de forma indevida	Daniel Durans, Herberth	31/12/2018		Pendente
X16	Calibração de uma segunda BL de referência nas linhas 01, 02, 03, 04 e 05.	Utilizar relatórios de balança enviados pela inspetoria para aferir a segunda BL da Linha	Daniel Durans	01/11/2018	15/11/2018	Ok
Sugestão de investimentos						
Instalar balancas nos TR's 25-07, 25-09 e 25-17 com enclausuramento (analisar a situação do 25-07)						
Instalar sistema de câmera para leitura dinâmica dos calados						
Instalar equipamentos para monitoramento do adernamento do navio ao longo do carregamento						

4.2.1.5 - Verificação dos resultados – Fase controle

Após a implantação do plano de ação, os resultados referentes ao problema geral e problemas específicos devem ser apurados para verificação das melhorias alcançadas no processo.

A verificação do alcance da meta geral e das metas específicas deve ser feita por meio da comparação de dados coletados antes e após a implantação das soluções. Deve-se também estabelecer um tempo mínimo de verificação dos resultados para analisar a sustentabilidade dos resultados alcançados. Nesta pesquisa, o período de verificação será de 03 meses para todos os projetos.

Fazendo uso do mesmo gráfico sequencial utilizado na análise do indicador e definição da meta, pode-se observar os ganhos do projeto durante e depois da implementação do plano de ação. Como mostra a Figura 4.10 a seguir, houve redução da média e variabilidade.

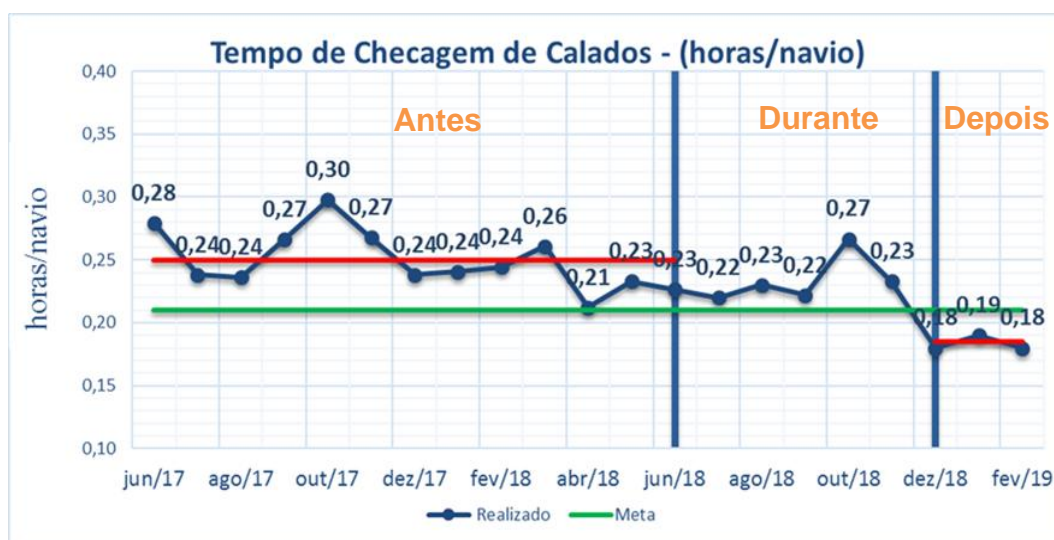


Figura 4.10 - Gráfico sequencial do tempo de checagem de calados antes, durante e depois do projeto.

O projeto conseguiu uma redução de 27% no tempo de checagem de calados do porto, saindo de 0,25 horas /navio para 0,18 horas/ navio, superando a meta estabelecida de 0,21 horas/navio.

Com relação às metas específicas, todas as metas específicas foram atingidas. Os ganhos acima da meta foram alcançados em virtude dos bons resultados do píer 04S e 04N que tiveram ganhos maiores e em decorrência de uma melhora dos indicadores dos píeres 01 e 03N, mesmo esses não sendo foco de atuação do projeto o processo como

um todo teve uma melhora. Na Tabela 4.5 a seguir tem-se a verificação do alcance das metas específicas.

Tabela 4.5 - Verificação do alcance das metas específicas do projeto checagem de calados.

Foco	Antes	Dif	Depois
Pier 01	0,16	6%	0,15
Pier 03S	0,25	24%	0,19
Pier 03N	0,18	6%	0,17
Pier 04S	0,34	41%	0,20
Pier 04N	0,33	36%	0,21
	0,25	27%	0,18

Os ganhos do projeto podem ser tanto quantitativos (resultados mensuráveis) quanto qualitativos (de difícil mensuração - saúde, segurança, ao meio ambiente, à gestão do negócio, ao aprendizado, engajamento e outros). Neste caso, além da redução das perdas de produção houve uma melhoria da comunicação entre as áreas, maior confiança nas informações da balança, maior segurança no carregamento e das pessoas envolvidas, disseminação do conhecimento, trabalho em equipe e o aprendizado.

Também é necessário quantificar os ganhos financeiros reais com a redução de custos/aumento de receita. Com a redução do indicador de 0,25 para 0,18 horas/navios, os ganhos potenciais previstos do projeto são de 27,8 horas em um trimestre, significando um ganho de margem de R\$ 9.839.771,05 reais em três meses. A Tabela 4.6 demonstra o ganho financeiro referente ao trimestre.

Tabela 4.6 - Ganho financeiro (trimestre) do projeto checagem de calados.

	Período de referência	Variações/Ganhos	Novo Cenário
Volume	54.137.499,31	123.778,94	54.261.278,26
Custo Operacional (R\$)	146.760.829,83	2.727,00	146.793.777,58
Custo Fixo Operacional (R\$)	133.543.107,77	2.727,00	133.545.834,77
Custo Variável Operacional (R\$)	13.217.722,06	-	13.247.942,81
Custo Variável Operacional (R\$/t)	0,24		0,24415
Custo Operacional (R\$/t)	2,71		2,71
Câmbio Médio	3,35		3,35
Custo Operacional (US\$/t)	0,8092		0,8076
Redução de Custo (US\$/t)			0,0017
Ganho de Margem (US\$)			2.937.245,09
Ganho de Margem (R\$)			9.839.771,05

Os ganhos financeiros reais foram calculados considerando a capacidade instalada do porto, os custos operacionais antes e depois do projeto, a margem de lucro fornecidas pela empresa no seu último demonstrativo financeiro e a taxa de câmbio.

Para garantir a sustentabilidade dos resultados, ou seja, a manutenção do indicador é de fundamental importância a padronização das alterações realizadas no processo, o monitoramento dos principais indicadores e o emprego de ações corretivas caso surjam problemas no processo. Grande parte da variação de um processo ocorre porque as atividades não são realizadas de forma padronizada.

Caso aconteçam discordâncias entre o planejado e o executado é tomado medidas de correção ou prevenção para reordenar o projeto com o que foi planejado. Essa verificação e medição levam em consideração as linhas de base de escopo, tempo, custo, qualidade, riscos identificados e quaisquer outros parâmetros estabelecidos no Plano de Gerenciamento do Projeto (NOCÊRA, 2009).

O grupo de processos de Monitoramento, Controle e Padronização é onde o projeto está sendo realizado, mas o foco é a verificação, a medição e a padronização do trabalho para certificação da correspondência com o planejamento (NOCÊRA, 2009).

4.2.2 - Projeto 2 – Sonda e entupimentos

Este projeto também será desenvolvido na categoria de *Green belt* devido a sua complexidade e tem com o objetivo de reduzir o tempo de impacto das paralisações por atuação de Sonda e Entupimentos.

4.2.2.1 - Identificação do problema – Fase definição

Os modos de falha Sonda e Entupimento correspondem a 9% das perdas do embarque, com impacto direto na Taxa Comercial de Embarque e está mapeado na carteira de projetos Seis Sigma. Além das horas de perdas operacionais, os entupimentos geram material fugitivo ocasionando desgaste em diversos componentes dos transportadores, bem como o retrabalho de reprocessamento do material fugitivo gerado e a limpeza para restabelecimento da condição normal, também pode ser considerada como um agravante.

Para este projeto, para uma melhor análise do processo, foi utilizado um indicador relacionado ao volume de produção do porto, que ao final, será convertido no

indicador horas por navio. Será utilizada a relação entre as horas de checagem e o volume embarcado demonstrada na Equação 4.2.

$$\text{Taxa de Sonda e entupimento} = \frac{\text{Horas de parada por sonda e Entupimento}}{\text{Volume embarcado}} \quad (4.2)$$

De acordo com os dados analisados entre março/2017 e março/2018, o impacto por Sonda e Entupimento apresenta uma alta variabilidade com desvio padrão de 0,82, média de 3,53 horas/ milhão de tonelada ou 0,44 horas/navio quando comparado com a quantidade de navios, e não apresenta tendência de aumento ou redução definida. Esse comportamento pode ser visualizado na Figura 4.11:

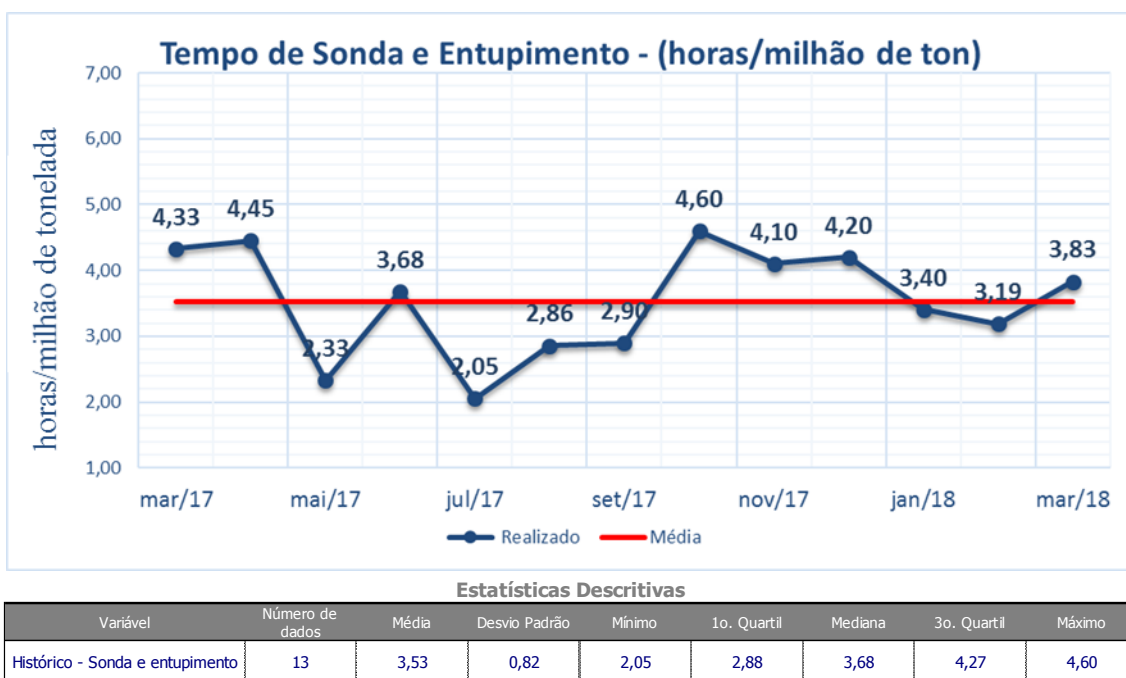


Figura 4.11 - Gráfico sequencial do tempo de sonda e entupimento e análise estatística do indicador.

Nesse caso, será usado o método do quartil para definição da meta, que significa uma redução de 18% nas perdas. Ou seja, reduzir o indicador de 3,53 horas/milhão de tonelada para 2,88 horas/ milhão de tonelada. A meta global do projeto de sonda e entupimento pode ser vista na Figura 4.12 a seguir:

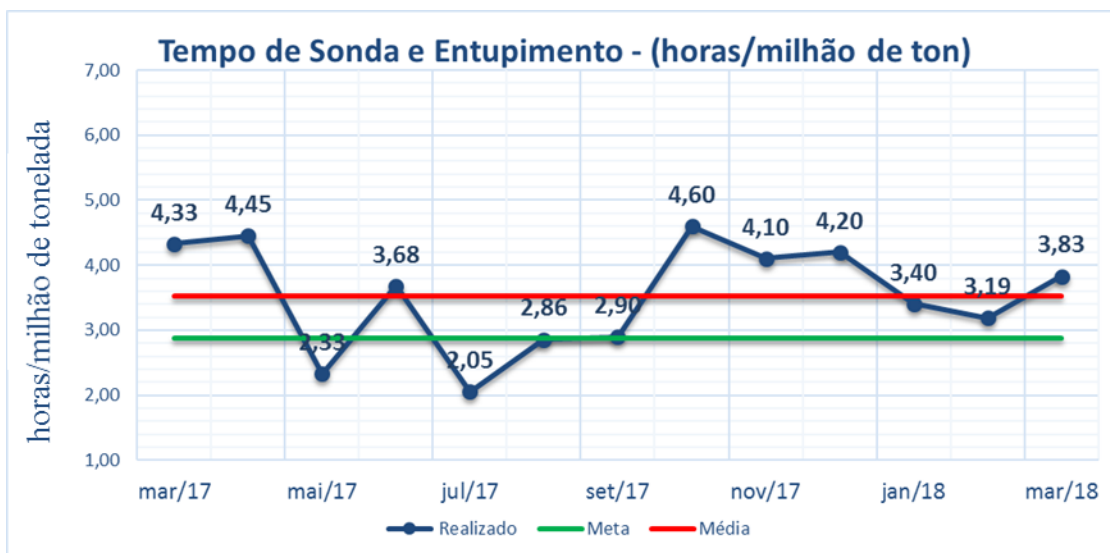


Figura 4.12 - Meta global do projeto de sonda e entupimento.

4.2.2.2 - Estratificação do problema – Fase medição

Para o projeto de redução do tempo de Sonda e Entupimento, o problema foi estratificado em *clusters* de equipamentos similares. A Figura 4.13 mostra a estratificação do projeto de sonda e entupimento.

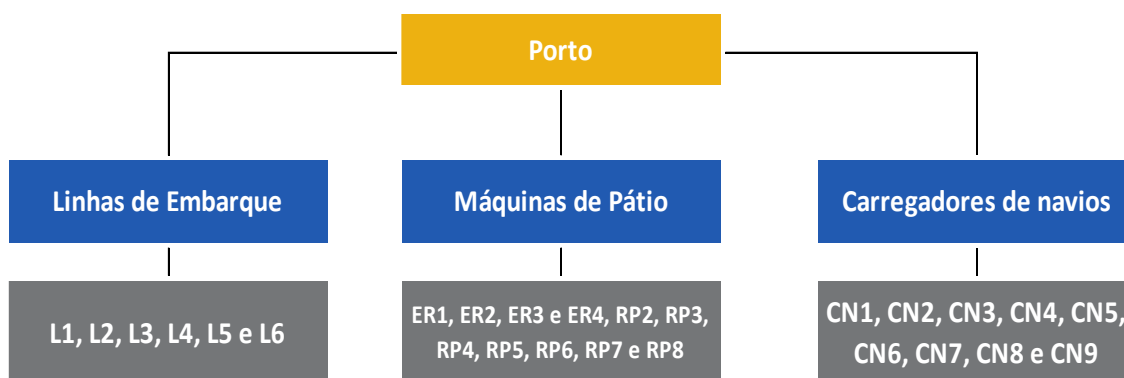


Figura 4.13 - Estratificação do projeto sonda e entupimento.

Esses equipamentos foram responsáveis por um impacto de 580,8 horas durante o período de análise. Conforme a Figura 4.14, os equipamentos definidos como focos para atuação no projeto foram as Linhas de Embarque L1, L2, L5 e L6; Máquinas de Pátio RP02, RP03, ER 03 e ER 04. Os Carregadores de Navio (CN's), por representarem apenas 22% dos impactos e possuírem uma baixa variabilidade entre si, como é possível verificar no gráfico de Pareto que representa o tempo e frequência de cada carregador, eles não foram priorizados como foco de atuação.

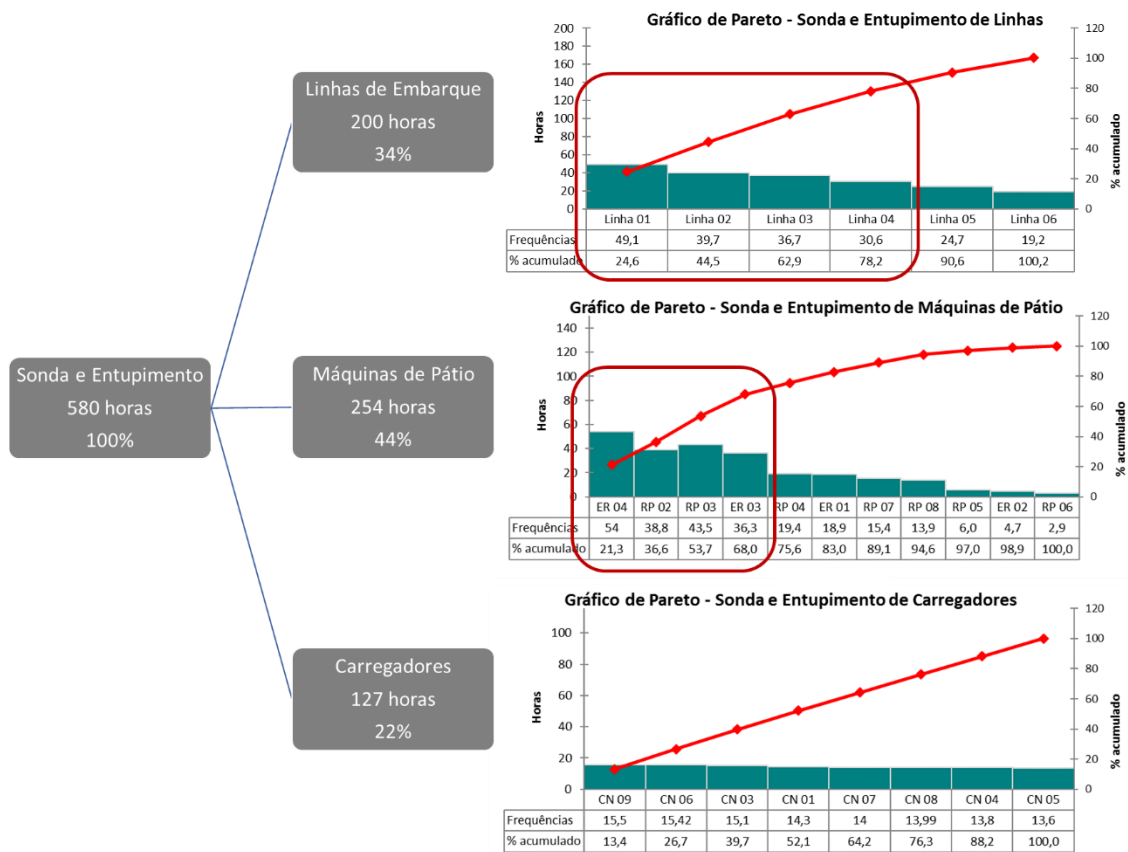


Figura 4.14 - Definição dos focos de atuação do projeto sonda e entupimento.

Na Figura *boxplot* 4.15 abaixo, pode-se observar de outra maneira, a grande variabilidade dos impactos de Sonda e Entupimento nos equipamentos priorizados, com uma elevada amplitude dos dados e a ausência de *outliers*.

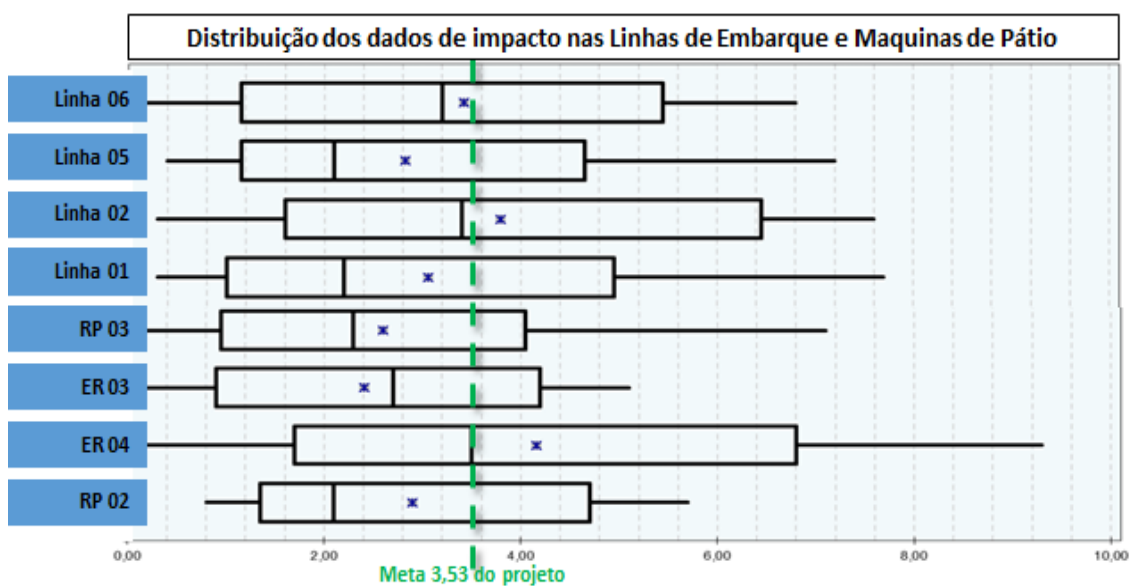


Figura 4.15 - Definição dos focos de atuação do projeto sonda e entupimento.

Uma vez definidos os focos, foram definidas metas de melhoria para cada um. Para este projeto o método utilizado na definição das metas específicas foi o método da lacuna, onde, o valor a ser alcançado corresponde a 50% da distância entre o melhor resultado alcançado do processo (valor ideal) e a média dos resultados. A Figura 4.16 demonstra como funciona esse método.

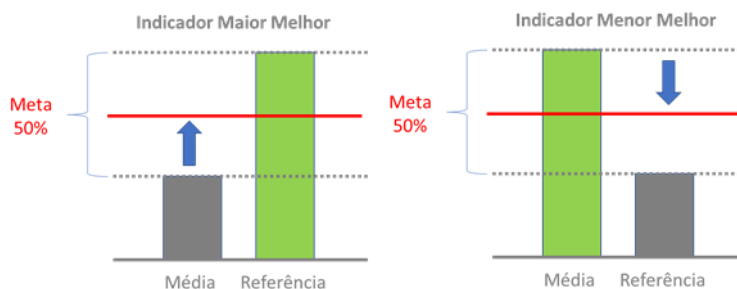


Figura 4.16 - Método da lacuna.

A Tabela 4.7 a seguir, apresenta as metas específicas definidas pelo método da lacuna, para cada um dos focos de atuação do projeto de Sonda e Entupimento priorizados na etapa anterior.

Tabela 4.7 - Definição das metas específicas do projeto sonda e entupimento.

Foco	Atual	Dif	Meta	Método
Linha 01	3,05	45%	1,68	Lacuna
Linha 02	3,79	46%	2,05	Lacuna
Linha 03	1,48		1,48	
Linha 04	1,90		1,90	
Linha 05	2,82	43%	1,61	Lacuna
Linha 06	2,35	23%	1,81	Lacuna
ER01	1,46		1,46	
ER02	0,82		0,82	
ER03	2,41	46%	1,30	Lacuna
ER04	4,16	47%	2,20	Lacuna
RP2	2,89	36%	1,85	Lacuna
RP3	2,60	37%	1,64	Lacuna
RP4	1,64		1,64	
RP5	0,46		0,46	
RP6	0,22		0,22	
RP7	1,57		1,57	
RP8	1,30		1,30	
CN1	1,73		1,73	
CN3	2,89		2,89	
CN4	0,58		0,58	
CN5	0,77		0,77	
CN6	0,13		0,13	
CN7	0,63		0,63	
CN8	2,79		2,79	
CN9	0,27		0,27	
	3,53		2,88	

4.2.2.3 - Análise do processo – Fase análise

Foram levantadas 18 potenciais causas (X's) do problema de sonda com a ferramenta *brainstorm* e utilizado com nota de corte 80 pontos. A Tabela 4.8 representa a priorização das causas atuação sonda e entupimento.

Tabela 4.8 - Priorização das causas atuação do projeto sonda e entupimento.

Matriz de Priorização						
Causas Levantadas		Influência no problema	Facilidade de Resolução	Autonomia Resolução	Total	
Peso		10	8	7		
X1	Operação com material Especial	5	3	1	81	5 - Correlação forte 3 - Correlação Moderada 1 - Correlação fraca 0 - Correlação ausente
X2	Período Chuvoso	5	3	1	81	
X3	Dimensão de chute	5	3	3	95	
X4	Qualidade do material	5	3	1	81	
X5	Preparação de rota	5	3	5	109	
X6	Posição da sonda	5	3	5	109	
X7	Falta de check GADUN	5	5	5	125	
X8	Ausência sistema vibratório	1	1	1	25	
X9	Bancadas internas	5	3	3	95	
X10	Excesso de bancadas	5	3	3	95	
X11	Operação em porão de extremo	3	1	1	45	
X12	Inercia do transportador	3	1	1	45	
X13	Tempo de parada 1539	3	1	1	45	
X14	Ausência de Canhões	3	3	1	61	
X15	Falta de acesso a sonda	3	1	3	59	
X16	Tipo de sonda	5	3	3	95	
X17	Atuação externa do chute	1	5	5	85	
X18	Posicionamento da cabeça móvel	3	3	3	75	

Foram priorizadas 11 causas prováveis para o problema. Nesta priorização, foram considerados os fatores Influência no Problema, Facilidade de Resolução e Autonomia de Resolução para priorização das causas. Desta maneira, não será realizada uma segunda priorização, como ocorreu no projeto de Checagem de Calados.

Não existem critérios únicos de priorização, ficando a cargo do Belt a escolha dos critérios mais adequados e da melhor forma de priorizar.

Após a priorização as causas foram investigadas para a comprovação da relação com o problema de sonda. Das 11 causas, 07 foram comprovadas como fatores de influência no problema de sonda. A Figura 4.17 apresenta os resultados dos testes realizados para verificar e comprovar que o Período Chuvoso (X2) é de fato uma causa raiz do problema de atuações de Sonda e Entupimento.

Exemplo de causa não priorizada: X2 – Teste de correlação entre Sonda e Entupimento vs Chuva

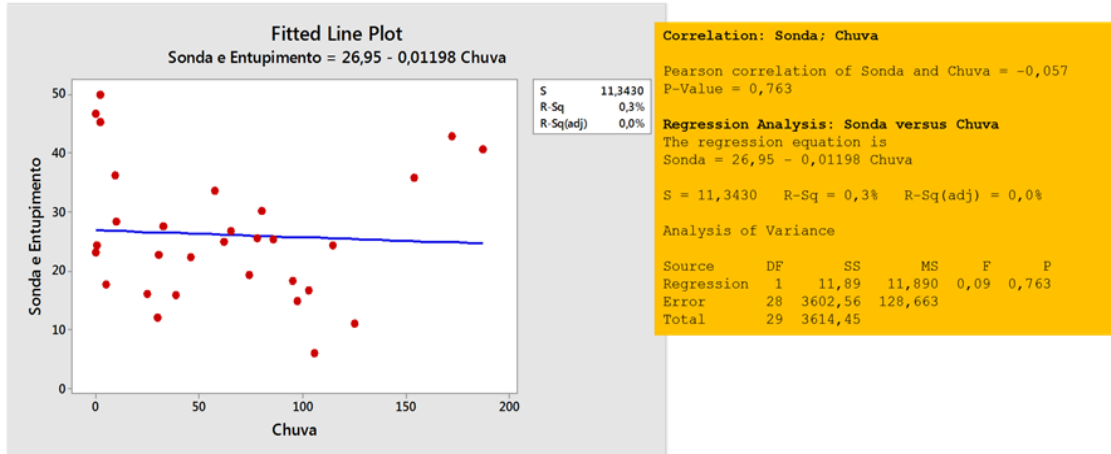


Figura 4.17 - Não comprovação da causa atuação sonda e entupimento no período chuvoso.

Fonte: Representação gerada pelo software *Minitab*.

No gráfico de dispersão formado pela variação das variáveis tempo de Chuva e tempo de Sonda e Entupimento, não é possível observar uma relação de dependência entre as duas variáveis estudadas. Além disso, com o resultado do Coeficiente Pearson próximo de zero (-0,057), pode-se afirmar que não há uma correlação entre elas. O valor de $R-Sq = 0,3\%$ indica que o modelo só é capaz de explicar 0,3% do comportamento das variáveis.

Na Figura 4.18, demonstra-se a comprovação positiva para relação entre a causa Materiais Especiais (X1) e o impacto gerado pela atuação de sonda e entupimento com a utilização do teste Qui-Quadrado. Assim como o gráfico de dispersão, o Qui-quadrado é usado para comprovar a correlação entre duas variáveis.

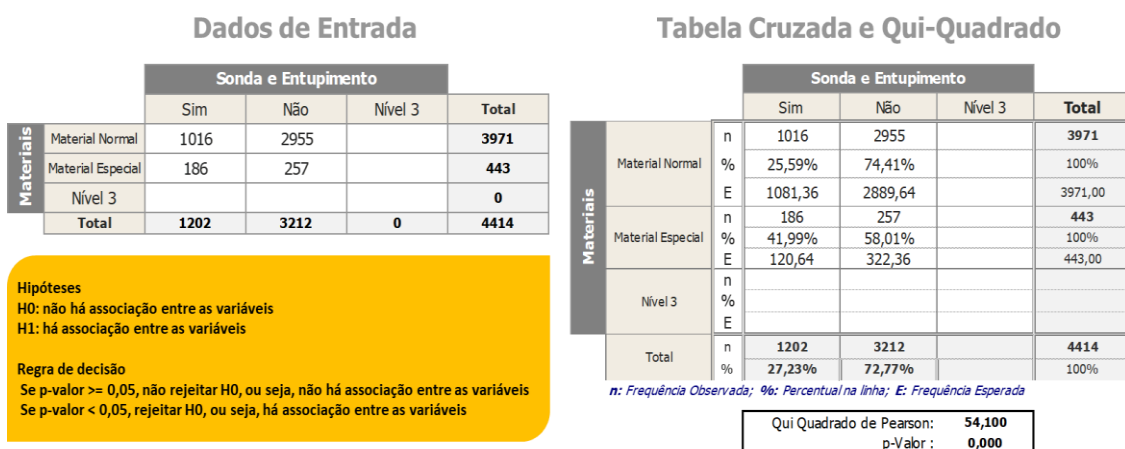


Figura 4.18 - Comprovação correlação da causa materiais especiais com impacto por sonda.

No teste representado pela Figura 4.18, verifica-se uma maior incidência das ocorrências de Sonda e Entupimento durante a operação de materiais especiais, 41,99% dos casos contra apenas 25,59% dos casos durante a operação de materiais normais. A correlação é ratificada pelos valores de p-value menores que 0,05, o que faz rejeitar a hipótese que não há associação entre as variáveis. A Tabela 4.9 a seguir mostra o resultado dos testes de comprovação de todas as causas priorizadas.

Tabela 4.9 - Comprovação das causas do projeto sonda e entupimento.

	Causas Priorizadas	Forma de Evidenciação	Conclusão	Causa Comprovada?
X1	Operação com material Especial	Quantificação por teste Qui-quadrado	Causa comprovada	Sim
X2	Período Chuvoso	Diagrama de Dispersão	Causa não comprovada. Não existe correlação entre a causa e o problema	Não
X3	Dimensão de chute	Qualificação por foto	Causa comprovada	Sim
X4	Qualidade do material	Causa não comprovada	Causa não comprovada por falta de dados confiáveis para comprovação da causa	Não
X5	Preparação de rota	Comprovada através de foto	Causa comprovada	Sim
X6	Posição da sonda	Comprovada através de foto	Causa comprovada	Sim
X7	Falta de check GADUN	Comprovado através de check durante a operação	Causa não comprovada. Existe procedimento de pilha blindada no qual os operadores fazem o check com a GADUN	Não
X9	Bancadas internas	Comprovada através de foto	Causa comprovada porém considerada apenas uma só causa com "Excesso de bancada".	Sim
X10	Excesso de bancadas	Comprovada através de foto	Causa comprovada	Sim
X16	Tipo de sonda	Comprovada através de foto	Causa comprovada	Sim
X17	Atuação externa do chute	Comprovada através de foto	Causa comprovada	Sim

As causas comprovadas utilizando-se o registro fotográfico são apresentas no ANEXO II.

4.2.2.4 - Plano de ação – Fase implementação

Assim como o projeto Checagem de Calados, o plano de ação segue o modelo 5W2H e utiliza o *brainstorm* para o levantamento das possíveis soluções para os problemas definidos como causas fundamentais do problema de atuação de Sonda e Entupimento, conforme apresentado no ANEXO III.

4.2.2.5 - Verificação dos resultados – Fase controle

Finalizada a implementação do plano de ação, a meta do projeto foi alcançada, como é demonstrado na Figura 4.19. Nota-se a melhora do indicador durante a etapa de implementação das ações e o alcance da meta estabelecida do projeto durante os 03 meses do período de verificação com a redução da média do processo

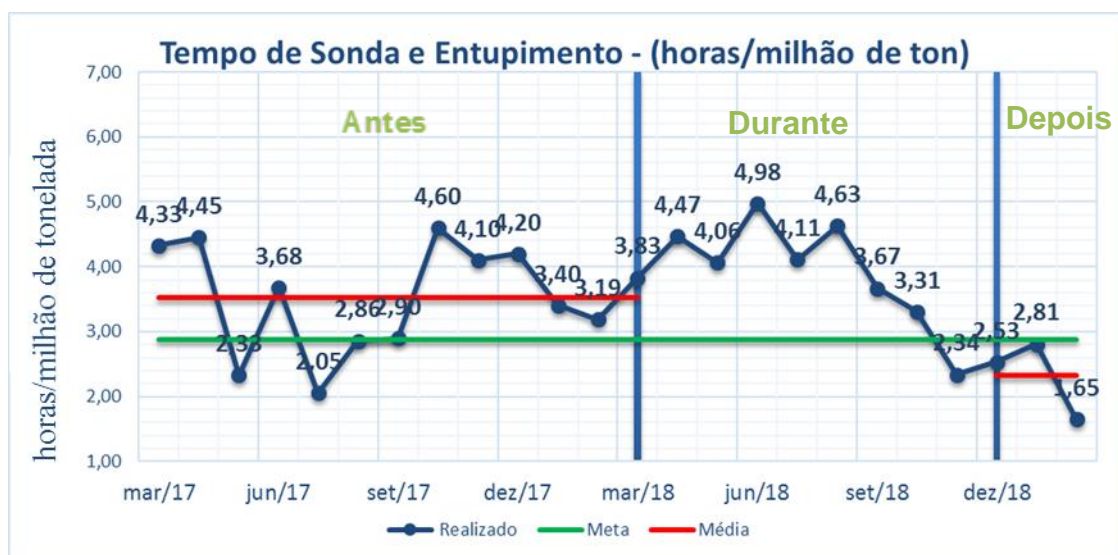


Figura 4.19 - Gráfico sequencial do tempo sonda e entupimento antes, durante e depois do projeto.

Na Tabela 4.10 a seguir, observa-se a quantidade de horas de sonda e entupimento por milhões de toneladas durante o embarque foi reduzida em 37%, de 3,53 horas/milhão de tonelada para 2,23 horas/ milhão de tonelada. A meta de 2,88 horas/ milhão de tonelada foi superada.

Das 07 metas específicas, apenas 03 foram alcançadas. No entanto, o atingimento da meta global foi sustentado por uma redução maior do que a esperada nos 03 focos onde a meta foi alcançada e pela redução das ocorrências de Sonda e Entupimento em outros equipamentos que não foram definidos como prioridades de atuação, mas que também sofreram influência das melhorias, principalmente daquelas melhorias envolvendo procedimentos.

Tabela 4.10 - Verificação do alcance das metas específicas do projeto sonda e entupimento.

Foco	Antes	Dif	Depois
Linha 01	3,05	48%	1,60
Linha 02	3,79	58%	1,60
Linha 03	1,48		0,06
Linha 04	1,90		1,10
Linha 05	2,82	29%	2,00
Linha 06	2,35	15%	2,00
ER01	1,46		2,70
ER02	0,82		1,00
ER03	2,41	-74%	4,20
ER04	4,16	33%	2,80
RP2	2,89	62%	1,10
RP3	2,60	42%	1,50
RP4	1,64		1,40
RP5	0,46		1,90
RP6	0,22		0,07
RP7	1,57		0,27
RP8	1,30		0,02
CN1	1,73		0,20
CN3	2,89		1,00
CN4	0,58		0,14
CN5	0,77		0,00
CN6	0,13		0,00
CN7	0,63		0,20
CN8	2,79		0,25
CN9	0,27		0,08
	3,53		2,23

Com a redução do indicador de 3,53 para 2,23, os ganhos potenciais do projeto foram de 32,5 horas em três meses. As 2,23 horas/milhão de toneladas é equivalente a 0,33 horas/navio. Considerando os mesmos critérios do projeto anterior - a capacidade instalada do porto, os custos operacionais e margem de lucro - o ganho financeiro é de R\$ 11.503.790,50 reais em um trimestre. A Tabela 4.11 mostra o ganho financeiro trimestral.

Tabela 4.11 - Ganho financeiro (trimestre) do projeto sonda e entupimento.

	Período de referência	Variações/Ganhos	Novo Cenário
Volume	54.137.499,31	144.705,60	54.282.204,91
Custo Operacional (R\$)	146.760.829,83	2.727,00	146.798.886,84
Custo Fixo Operacional (R\$)	133.543.107,77	2.727,00	133.545.834,77
Custo Variável Operacional (R\$)	13.217.722,06	-	13.253.052,07
Custo Variável Operacional (R\$/t)	0,24		0,24415
Custo Operacional (R\$/t)	2,71		2,70
Câmbio Médio	3,35		3,35
Custo Operacional (US\$/t)	0,8092		0,8073
Redução de Custo (US\$/t)			0,0019
Ganho de Margem (US\$)			3.433.967,31
Ganho de Margem (R\$)			11.503.790,50

Além dos resultados de redução de horas/navio houve uma redução de alocação de mão de obra para limpeza, redução de exposição com riscos ergonômicos, aumento da disponibilidade dos equipamentos.

4.2.3 - Projeto 3 – Paralisação para *Trimming*

O projeto tem o objetivo de reduzir os impactos de paralisação do sistema de carregamento para realização do procedimento *Trimming*. Este projeto foi desenvolvido na categoria *Yellow Belt*.

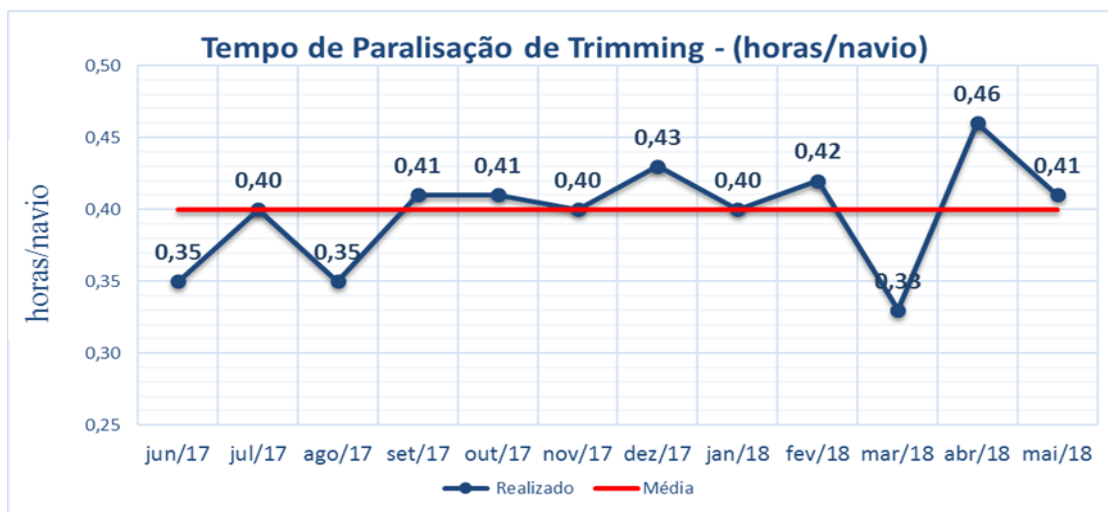
4.2.3.1 - Identificação do problema – Fase definição

Durante a operação de carregamento de navios, há o processo denominado de *trimming*, que é obrigatório para todos os navios e consiste em executar uma arqueação intermediária, próximo ao término de seu embarque, restando somente uma pequena fração da carga para acertar o balanço do navio, de acordo com o solicitado pelo comando da embarcação. Este balanço é calculado levando em conta o consumo em viagem, o calado do porto de destino e as condições de navegabilidade do navio. Devido à precisão exigida e a criticidade do processo, o embarque é totalmente paralisado até que o terminal e o navio calculem a distribuição da carga restante nos porões indicados pelo comando da embarcação.

Como indicador desse projeto será utilizado a relação entre as horas de paradas para realização do processo de *Trimming* e a quantidade de navios carregados, de acordo com a Equação 4.3.

$$\text{Paralisação para Trimming} = \frac{\text{Horas de paralisação para trimming}}{\text{Quantidade de navios}} \quad (4.3)$$

Na Figura 4.20 a seguir, pode-se observar o comportamento do tempo de impacto da Paralisação para *Trimming* nas operações do porto ao longo do tempo, apresentando um aumento do indicador entre os meses de setembro/2017 e fevereiro /2018.



Estadísticas Descritivas

Variável	Número de dados	Média	Desvio Padrão	Mínimo	1o. Quartil	Mediana	3o. Quartil	Máximo
Histórico - Trimming	12	0,40	0,04	0,33	0,36	0,41	0,42	0,46

Figura 4.20 - Gráfico sequencial da paralisação de *Trimming* e análise estatística do indicador.

Além disso, verifica-se ainda uma baixa variabilidade com um desvio padrão de 0,04, que o indicador não possui tendência definida e a presença de *outliers* nos meses de março e abril, onde respectivamente o indicador reduziu e elevou, voltando ao patamar anterior no mês seguinte, fechando uma média geral de 0,40 horas/navio por mês no período apurado.

Neste caso, a meta do projeto é reduzir o tempo de Paralisação para *Trimming*, de uma média de 0,40 hora/navio por mês para 0,36 hora/navio por mês, correspondente ao 1º quartil dos dados analisados. Isso representa 10% de redução na média histórica, até dezembro de 2018, como mostra a Figura 4.21.

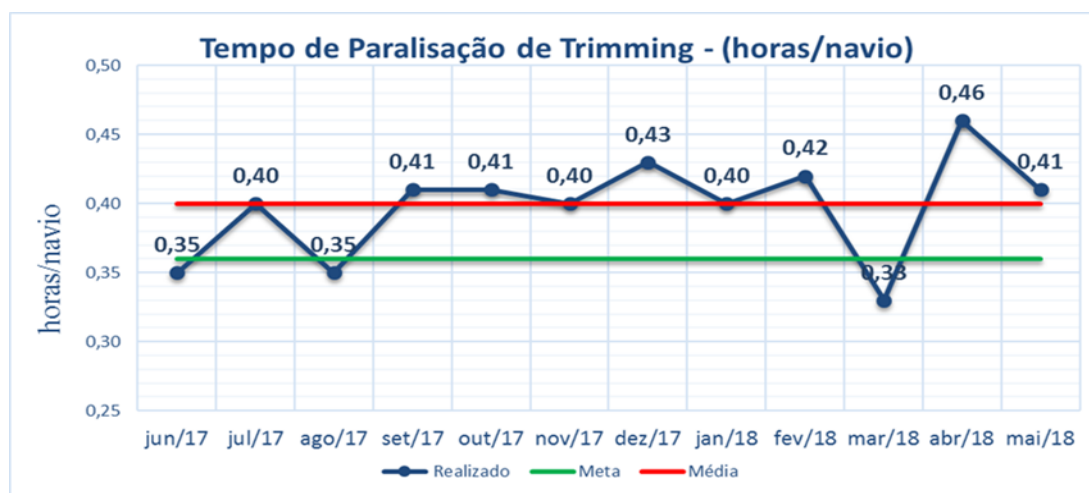


Figura 4.21 - Meta global do projeto de redução paralisação de *Trimming*.

Utilizou-se a regra dos quartis para a definição da meta de 0,36 horas/navio devido esta ser mais desafiadora e proporcionar maiores ganhos ao projeto. O valor encontrado com uso do método da lacuna foi muito próximo do 1º quartil.

4.2.3.2 - Estratificação do problema – Fase medição

Neste projeto, assim como o projeto *Green Belt* de redução de checagem de calados, o problema foi estratificado por píer, local onde o processo ocorre, conforme mostra a Figura 4.22.

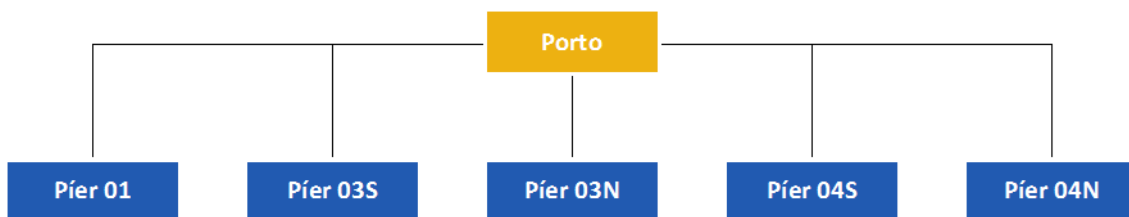


Figura 4.22 - Estratificação projeto paralisação para *Trimming*.

De acordo com a Figura 4.23 a seguir, os píeres 03 e 04 representam 86% dos impactos. Dessa forma, eles foram priorizados como foco de atuação dos esforços de melhoria para o alcance da meta global.

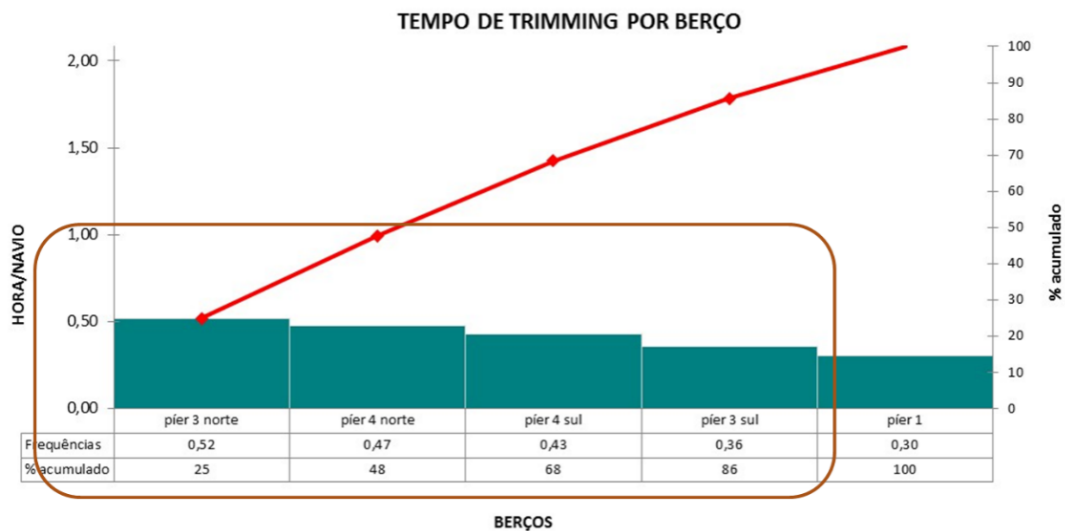


Figura 4.23 - Definição dos focos de atuação do projeto paralisação de *Trimming*.

Na análise da Figura 4.24, consegue-se observar que o Píer 3 Sul é o foco que apresenta menor variabilidade e o Píer 4 Norte, o foco com maior variação nos dados e a presença de um *outlier*.

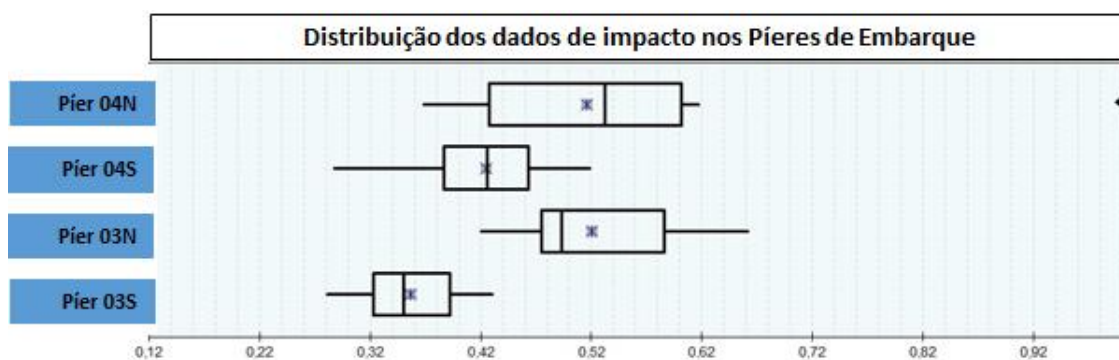


Figura 4.24 - Definição dos focos de atuação do projeto paralisação de *Trimming*.

As metas específicas dos focos foram definidas utilizando-se o método da lacuna e do quartil com o propósito de obter sempre a meta mais desafiadora e garantir o alcance da meta global do projeto, como mostra a Tabela 4.12.

Tabela 4.12 - Definição das metas específicas do projeto paralisação de *Trimming*.

Foco	Atual	Dif	Meta	Método
Pier 01	0,30	0%	0,30	
Pier 03S	0,36	8%	0,33	Quartil
Pier 03N	0,52	10%	0,47	Lacuna
Pier 04S	0,43	16%	0,36	Lacuna
Pier 04N	0,52	17%	0,43	Quartil
	0,40	10%	0,36	

Pier 03 Sul: O mesmo valor de 0,33horas/navio de meta foi encontrado nas regras da lacuna e quartil. Cálculo da lacuna: $0,36 - [(0,36 - 0,29) / 2] = 0,33$.

Pier 03 Norte: O valor de meta encontrado pelo método dos quartis foi de 0,48. Escolhido o método da lacuna por ser mais desafiador. Cálculo da lacuna: $0,52 - [(0,52 - 0,42) / 2] = 0,47$.

Pier 04 Sul: Encontrado 0,39 pelo método dos quartis. Foi escolhido o método da lacuna por ser mais desafiador. Cálculo da lacuna: $0,43 - [(0,43 - 0,29) / 2] = 0,36$.

Pier 04 Norte: O valor da lacuna é 0,45. Meta escolhida pelo método dos quartis por ser mais desafiadora. Cálculo da lacuna: $0,52 - [(0,52 - 0,37) / 2] = 0,445$.

4.2.3.3 - Análise do processo – Fase análise

Foi realizado o levantamento das causas que podem ter relação com os impactos no tempo de paralisação para *Trimming*. Dentre as causas levantadas foram priorizadas

07 de 12, a linha de corte estabelecida para escolha das causas foi de 60 pontos, como pode-se observar nas Tabelas 4.13 e 4.14.

Tabela 4.13 - Priorização das causas do projeto de paralisações de *Trimming*.

Matriz de Priorização					
Causas Levantadas	Peso	Influência no problema	Facilidade de Resolução	Autonomia Resolução	Total
		10	8	7	
X1	Divergência nos cálculos do navio e do terminal	5	5	3	111
X2	Demora no rateio das cargas	5	3	3	95
X3	Baixa credibilidade do navio para com o arqueador	3	3	3	75
X4	Erro de balança	3	1	1	45
X5	Navio alquebrado na checagem de calados	3	3	3	75
X6	Restrição de calado no porto de destino	3	1	1	45
X7	Inabilidade do mestre da lancha	3	1	1	45
X8	Controle do tempo de parada com o carregador	5	3	5	109
X9	Alta amplitude de ondas / ressaca	5	0	3	71
X10	Inexperiência do imediato	3	0	1	37
X11	Queda de material no acesso à lancha	1	1	1	25
X12	Acesso à lancha muito distante	3	1	5	73

5 - Correlação forte
 3 - Correlação Moderada
 1 - Correlação fraca
 0 - Correlação ausente

Dentre as 07 causas prioritárias, apenas 04 tiveram sua relação com o problema comprovada.

Tabela 4.14 - Comprovação das causas projeto paralisações de *Trimming*.

Causas Priorizadas	Forma de Evidenciação	Conclusão	Causa Comprovada?	
X1	Divergência nos cálculos do navio e do terminal	Comparação entre programas de arqueação do navio e terminal	Verificado "in loco", que divergências de cálculos acontecem por erro de preenchimento de planilha, erro de software e falta de familiaridade com o processo de arqueação, o que resulta em uma demanda maior de tempo	Sim
X2	Demora no rateio das cargas	Comparação entre programas de arqueação do navio e terminal	Após entrar em consenso sobre a quantidade de carga embarcada, terminal e navio fazem suas simulações de rateio de carga para balancear a embarcação. Esta etapa é demorada, pelos mesmos motivos que geram as divergências de cálculos.	Sim
X3	Baixa credibilidade do navio para com o arqueador	Entrevista com empregados	Realizada uma entrevista direta com os Inspetores de Embarque que alegaram que esta causa não é relevante para o impacto total na paralisação para trimming	Não
X5	Navio alquebrado na checagem de calados	Verificação da deflexão do navio após checagem de calados para o trimming	Em levantamento feito nos registros dos navios de, apenas 3 dos 71 pararam para trimming com alquebramento, sendo que os mesmos não sofreram impactos relevantes devido a esse motivo	Não
X8	Controle do tempo de parada com o carregador	Comparação sistema de gestão de apontamentos e automação	Identificado que o tempo de parada para trimming no sistema é, em sua maioria, registrado maior que o tempo que passa sem carga na balança, registrado no sistema de automação. Do levantamento feito, 52% dos tempos, tiveram um registro maior do que mostra	Sim
X9	Alta amplitude de ondas / ressaca	Documentos de fechamento de carga	Foi identificado que os navios que sofrem maior incidência de ondas de amplitude maior que um metro, têm um tempo de paralisação para trimming mais alto	Sim
X12	Acesso à lancha muito distante	Registro sistema de apontamentos	Há um veículo à disposição para auxiliar no trimming do pier 3 norte. Dessa forma, o tempo de trimming não é prejudicado pela distancia.	Não

Quanto à causa provável divergências de cálculos entre o navio e o terminal, foram feitas comparações entre programas de arqueação do navio e terminal e foi verificado "in loco" que divergências de cálculos ocorrem por erro de preenchimento da

planilha, erro de software e falta de familiaridade com o processo de arqueação pela equipe, o que demanda um tempo maior para que o terminal e o navio obtenham os valores corretos da quantidade de carga embarcada. A causa foi comprovada.

Na causa rateio das cargas, foi feita comparação entre programas de arqueação do navio e terminal e verificou-se que, após entrar em consenso sobre a quantidade de carga embarcada, terminal e navio fazem suas simulações de rateio de carga para balancear a embarcação. Esta etapa demanda um tempo elevado pelos mesmos motivos que geram as divergências de cálculos. A causa também foi comprovada.

Em relação à baixa credibilidade do navio para com o terminal, como mostra a Figura 4.25 a seguir, foram realizadas entrevistas com os empregados de embarque e pôde-se verificar que esta causa não é relevante para o impacto total na paralisação para *Trimming*. A causa não foi comprovada.

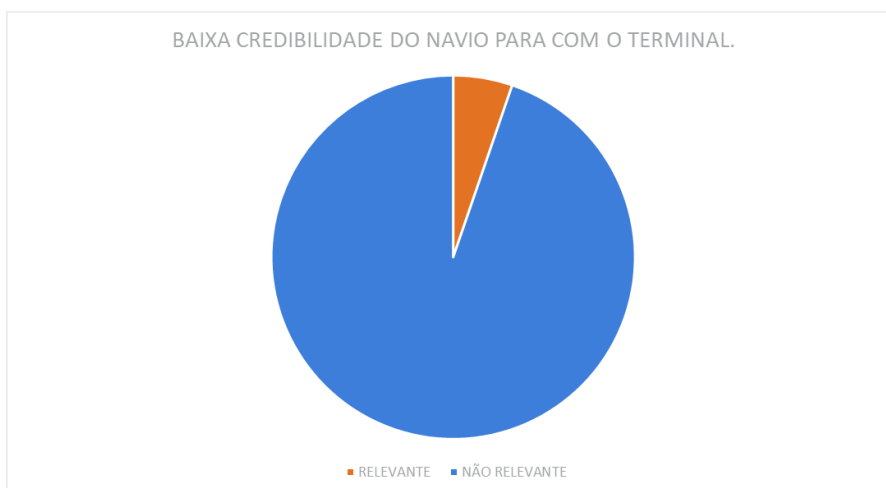


Figura 4.25 - Levantamento da credibilidade do terminal com os navios.

Na possível causa navio alquebrado, durante o *Trimming*, foi feita uma verificação da deflexão do navio durante o processo. Observou-se que apenas 03 navios de 71 analisados, pararam para *Trimming* com alquebramento, sendo que os mesmos não sofreram impactos relevantes devido a esse motivo. A causa não foi comprovada.

No controle do tempo de parada do carregador, 52% dos tempos, tiveram um registro maior do que mostra o claro das balanças dos embarques. A causa foi comprovada.

A alta amplitude de ondas / ressaca causou a incidência de ondas de amplitude maiores que 01 metro, gerando um tempo de paralisação para *Trimming* mais alto. Foi comprovada a causa.

Na causa acesso à lancha muito distante do píer 03 norte, como mostra a Figura 4.26, é disponibilizado um veículo para execução do processo. Dessa forma, nos dados analisados, está foi uma causa que não teve comprovação.

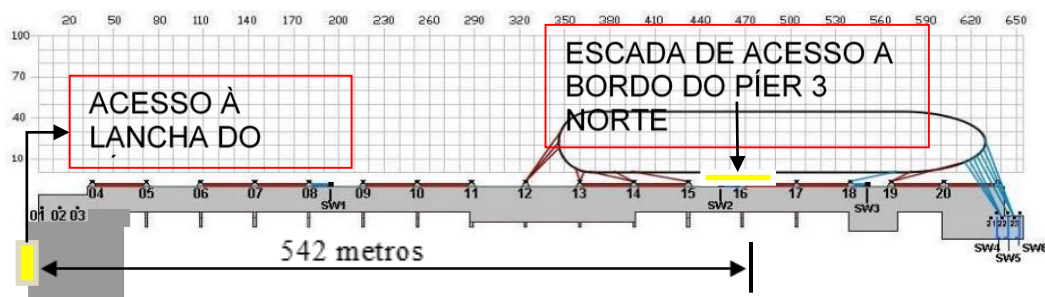


Figura 4.26 - Evidência do distanciamento entre os acessos a lancha.

4.2.3.4 - Plano de ação – Fase implementação

A Tabela 4.15 mostra o plano de ação projeto paralisações para *trimming*.

Tabela 4.15 - Plano de ação do projeto paralisações de *Trimming*.

Plano de Ação - 5W2H								Status
What? (O que?)	How? (Como?)	Who? (Quem?)	When? (Quando?)	Why? (Por que?)	Where? (Onde?)	How? (Como?)	How much? (Quanto custa?)	Status
Divergências de cálculos entre o navio e o terminal	Solicitar cópia impressa da arqueação inicial do navio para comparação com os cálculos do terminal.	Inspetor de Embarque	21/08/2018	Porque podem haver divergências de cálculo que foram geradas devido a um erro no início do carregamento.	A bordo dos navios atracados nos píeres I, III e IV.	Após o fechamento do cálculo da arqueação inicial, apresentar cópia do terminal ao navio solicitando uma cópia do navio para o terminal.	Sem Custo	Ok
	Embarcar com no mínimo de uma hora de antecedência ao trimming, em acordo com PRO específico. Após densidade checada e consumíveis atualizados, solicitar simulação de arqueação com os calados previstos pelo navio, para comparação de carga embarcada. Caso haja diferença de cálculo, corrigir antes do trimming real.	Inspetor de Embarque	21/08/2018	Porque podem haver divergências de cálculos entre o navio e o terminal durante a checagem de trimming	A bordo dos navios atracados nos píeres I, III e IV.	Após densidade checada e consumíveis atualizados, solicitar simulação de arqueação com os calados previstos pelo navio, para comparação de carga embarcada. Caso haja diferença de cálculo, corrigir antes do trimming real.	Sem Custo	Ok
Demora no rateio de cargas	Após simulação de trimming, solicitar ao navio simulação da divisão da carga a ser embarcada para balanço da embarcação, comparando com a divisão feita pelo programa interno. Caso haja diferenças, corrigir antes do trimming real.	Inspetor de Embarque	21/08/2018	Porque podem haver divergências de cálculos entre o navio e o terminal durante o rateio de cargas do trimming	A bordo dos navios atracados nos píeres I, III e IV.	Após simulação de trimming, solicitar ao navio simulação da divisão da carga a ser embarcada para balanço da embarcação, comparando com a divisão feita pelo programa interno. Caso haja diferenças, corrigir antes do trimming real.	Sem Custo	Ok
	Sistematizar dois inspetores no momento da checagem do trimming.	Inspetor de Embarque	21/08/2018	Porque um inspetor executando todos os procedimentos do trimming pode ficar sobrecarregado.	A bordo dos navios atracados nos píeres I, III e IV.	Durante a paralisação para trimming, manter um inspetor a bordo, enquanto um segundo inspetor faz a checagem de calados com o imediato.	Sem Custo	Ok
Controle do tempo de parada com o CN	Controle do tempo de paralisação para trimming, padronizado de acordo com o pedido de carga pelo inspetor de embarque e registrado pelo pims.	Inspetor de Embarque / operador de CN	21/08/2018	Porque foi levantado que na maioria das paradas para trimming, o tempo registrado no GPV é maior que o tempo de claro do fluxo das balanças.	A bordo dos navios atracados nos píeres I, III e IV.	Cobrar do operador de CN, que o registro do tempo de paralisação para trimming, seja feito de acordo com o tempo de claro registrado no PIMS.	Sem Custo	Ok

4.2.3.5 - Verificação dos resultados – Fase controle

No gráfico sequencial a seguir, podemos observar o comportamento da média de paralisação para *trimming*. Com uma média histórica de 0,40 horas/navio antes do projeto, houve uma redução de 0,04 horas/navio, atingindo 0,32 horas/navio após a implementação do plano de ação, conforme a Figura 4.27 a seguir:

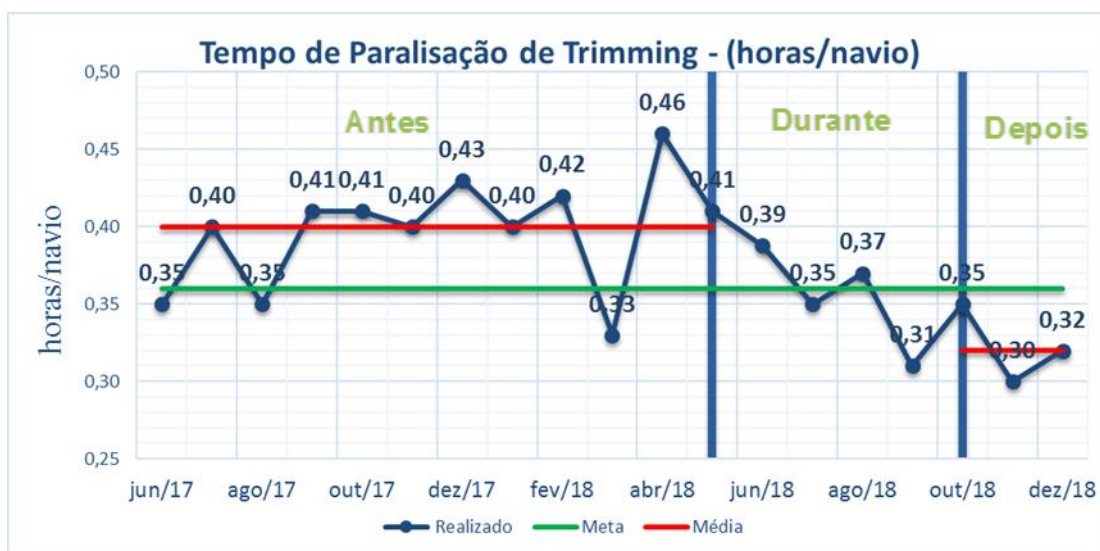


Figura 4.27 - Gráfico sequencial do tempo de paralisação de *Trimming* antes, durante e depois do projeto.

Na Tabela 4.16, pode-se observar que todas as metas específicas foram atingidas, mostrando que as ações foram eficientes para todos os focos.

Tabela 4.16 - Verificação do alcance das metas específicas do projeto paralisação de *Trimming*.

Foco	Antes	Dif	Depois
Píer 01	0,30	50%	0,15
Píer 03S	0,36	22%	0,28
Píer 03N	0,52	25%	0,39
Píer 04S	0,43	9%	0,39
Píer 04N	0,52	35%	0,34
	0,40	20%	0,32

Com a redução do indicador de 0,4 para 0,32 horas por navio, os ganhos potenciais do projeto foram de 15,8 horas em três meses, refletida na quantidade de

navios realizados no período de três meses, os ganhos financeiros são de R\$ 3.947.872,70 reais para o mesmo período, como se pode ver na Tabela 4.17.

Tabela 4.17 - Ganhos financeiros (trimestre).

	Período de referência	Variações/Ganhos	Novo Cenário
Volume	46.733.759,00	59.789,73	46.793.548,73
Custo Operacional (R\$)	160.420.967,19	-	160.432.116,72
Custo Fixo Operacional (R\$)	151.706.096,78		151.706.096,78
Custo Variável Operacional (R\$)	8.714.870,40	-	8.726.019,94
Custo Variável Operacional (R\$/t)	0,19		0,19
Custo Operacional (R\$/t)	3,43		3,43
Câmbio Médio	3,37		3,37
Custo Operacional (US\$/t)	1,0186		1,0174
Redução de Custo (US\$/t)			0,0012
Margem (US\$/t)	18,63	18,63	18,63
Margem (US\$)	870.649.930,17	1.113.956,26	871.821.405,75
Ganho de Margem (US\$)			1.171.475,58
Ganho de Margem (R\$)			3.947.872,70

Além dos resultados de redução de horas/navio houve um aumento da eficiência da equipe, maior assertividade nas tomadas de decisões e maior segurança e satisfação dos colaboradores na realização do procedimento de *trimming*.

4.2.4 - Projeto 4 – Detectora de rasgo

Projeto desenvolvido na categoria de *Yellow Belt* com o objetivo de reduzir os impactos de paralisações causadas pelo dispositivo de segurança detector de rasgos.

4.2.4.1 - Identificação do problema – Fase definição

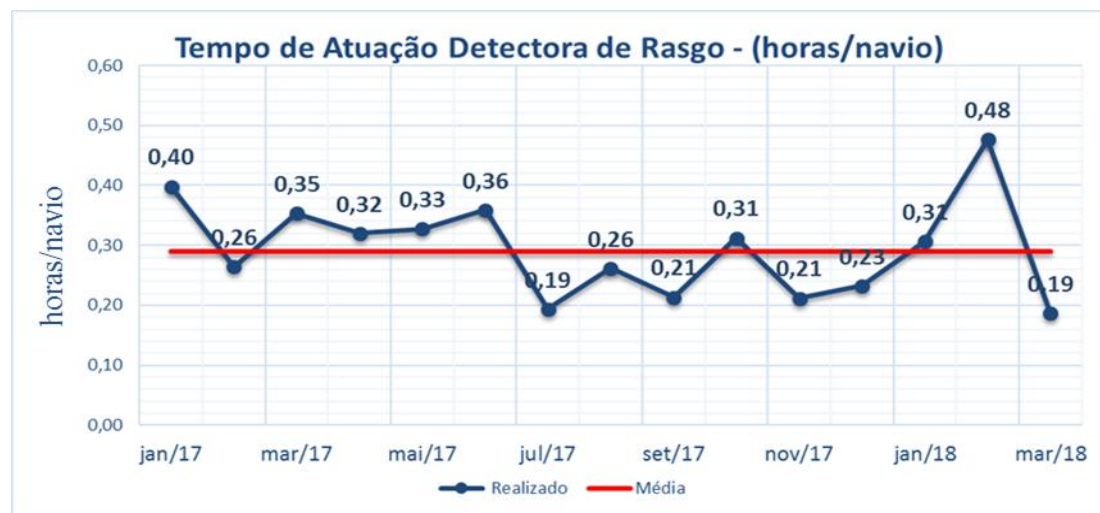
A detectora de rasgo de correias transportadoras ou chave de rasgo são proteções utilizadas para detectar e parar as correias transportadoras em casos de rasgos ou furos onde ocorra queda de materiais. Deste modo, evita-se a perda da correia e a ocorrência de graves acidentes quando ocorrem desprendimentos de tiras de lona e/ou alma de aço. Sendo uma proteção fundamental à correia transportadora, é imprescindível que o seu funcionamento ocorra sempre que ocorra um sinistro na correia, sendo indispensável

que tenha confiabilidade em sua funcionalidade. O problema dessa proteção está no concentrado número de atuações indevidas que geram perdas consideráveis ao porto.

Como indicador, foi utilizado à relação entre as horas de paradas por Detectora de Rasgo e a quantidade de navios embarcados, representada na Equação 4.4 a seguir:

$$\text{Taxa de Detectora de Rasgo} = \frac{\text{Horas de parada por detectora de rasgo}}{\text{Quantidade de navios}} \quad (4.4)$$

O porto registrou no período de 12 meses um impacto total por atuação de chave de rasgo na ordem de 222,98h, tendo uma média de 0,29 horas/navio, variando de 0,19horas/navio até 0,48h/navio. Não existe indicação de tendência do indicador. A Figura 4.28 mostra a sequência do tempo de detectora de rasgo e a análise estatística do indicador.



Estatísticas Descritivas

Variável	Número de dados	Média	Desvio Padrão	Mínimo	1o. Quartil	Mediana	3o. Quartil	Máximo
Histórico - Detectora de Rasgo	15	0,29	0,08	0,19	0,21	0,31	0,35	0,48

Figura 4.28 - Gráfico sequencial do tempo de detectora de rasgo e análise estatística do indicador.

Para a definição da meta global, será usado o método quartil por ser mais desafiador. Ou seja, uma redução de 0,29 horas/navio para 0,21 horas/navio, como pode ser observado na Figura 4.29.

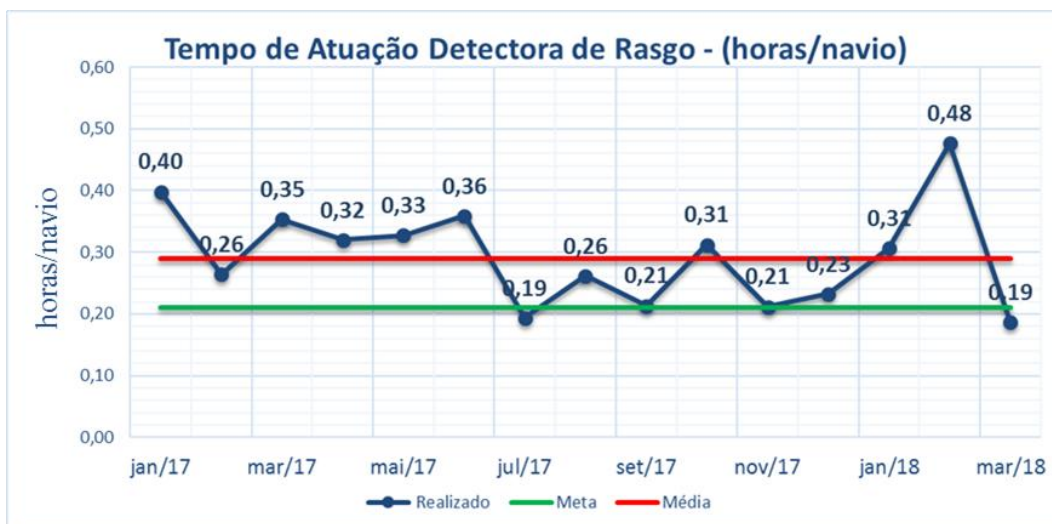


Figura 4.29 - Meta global do projeto de detectora de rasgo.

Após implantação do projeto, pretende-se alcançar uma mitigação de aproximadamente 27,5% do tempo total de Detectora de Rasgo.

4.2.4.2 - Estratificação do problema – Fase medição

Para esse projeto, o problema foi estratificado em clusters de equipamentos similares que pode ser observado na Figura 4.30 observa-se a estratificação do projeto da detectora de rasgo.

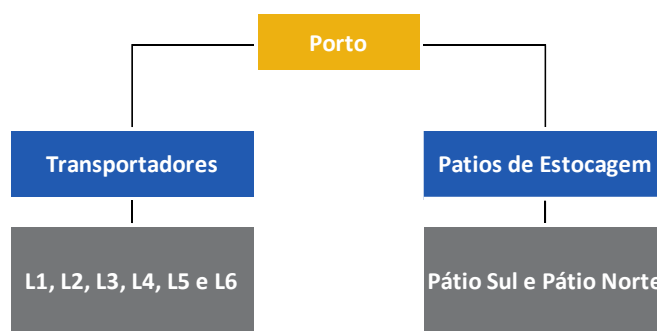


Figura 4.30 - Estratificação projeto detectora de rasgo.

Os estratos mais significativos identificados foram: Pátio Norte com 35% do total dos impactos, Linha 04 com 14%, Linha 01 com 14%, Pátio Sul com 12% e Linha 06 com 10% de representatividade. Nas Figuras 4.31 e 4.32 observa-se a definição dos focos de atuação para redução dos impactos causados por Detectora de Rasgo.

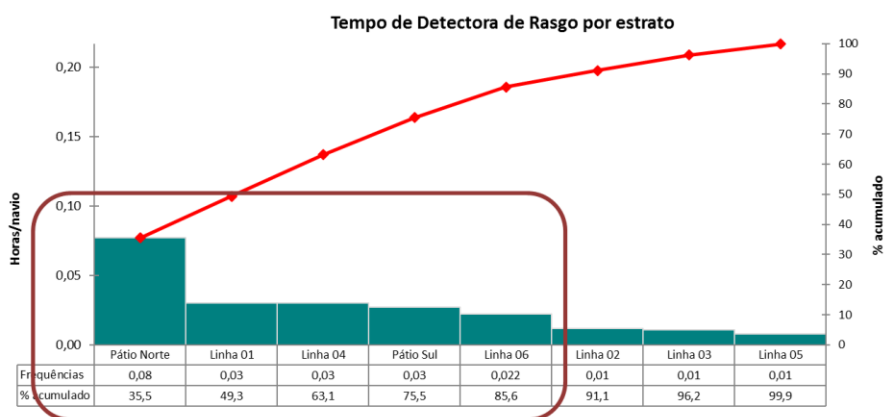


Figura 4.31 - Definição dos focos de atuação do projeto detectora de rasgo.

Foram desconsiderados os estratos com menor representatividade: Linha 02 com 6%, Linha 03 com 5% e Linha 05 com 4).

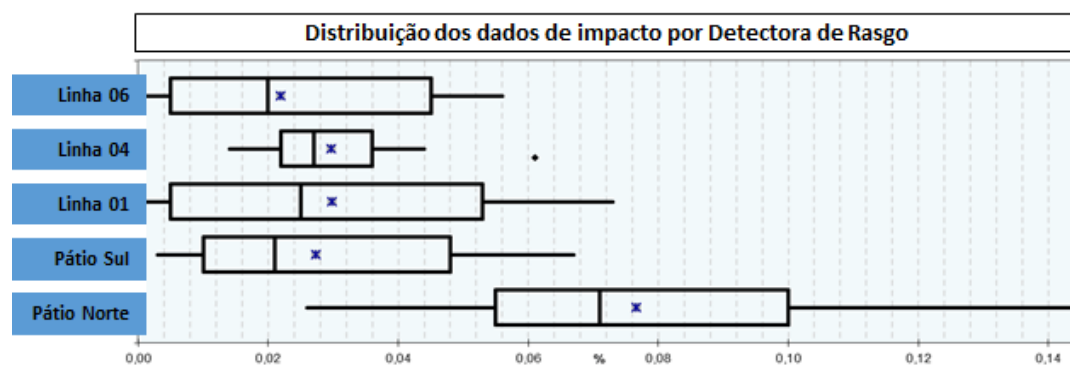


Figura 4.32 - Definição dos focos de atuação do projeto detectora de rasgo.

O comportamento dos focos ao longo do tempo indica alta variabilidade do indicador ao longo do tempo e não se percebe influência de efeitos por sazonalidade quando os dados são observados utilizando um gráfico sequencial. A Tabela 4.18 mostra a definição das metas específicas do projeto da Detectora de Rasgo.

Tabela 4.18 - Definição das metas específicas do projeto detectora de rasgo.

Foco	Atual	Dif	Meta	Método
Pátio Norte	0,08	28%	0,06	Quartil
Pátio Sul	0,03	63%	0,01	Quartil
Linha 01	0,03	83%	0,01	Quartil
Linha 02	0,01	0%	0,01	
Linha 03	0,01	0%	0,01	
Linha 04	0,03	26%	0,02	Quartil
Linha 05	0,01	0%	0,01	
Linha 06	0,02	77%	0,01	Quartil
	0,29	31%	0,20	

Para todas as metas específicas foi utilizado o método do quartil para tornar as metas mais desafiadoras. As metas específicas irão reduzir o número médio de horas por navio de paradas por chave de rasgo em 0,09, superando em 11% a meta geral.

4.2.4.3 - Análise do processo – Fase análise

Foi promovido um brainstorming com as equipes de operação e realizado o levantamento de 28 causas prováveis. Em seguida, as possíveis causas foram levadas para a matriz de prioridade, onde foram priorizadas 12 causas e utilizado uma linha de corte de 90 pontos.

Durante a realização do brainstorming não foi verificada a necessidade de segregação dos focos para definição das causas, uma vez que segundo os participantes, as causas das atuações de chave de rasgo são sistêmicas, ou seja, tem causas semelhantes e difundidas. Isso foi observado também ao analisar o histórico de atuação da proteção que aparece com descritivos semelhantes em todos os focos, e isso pode ser observado na Tabela 4.19 abaixo.

Tabela 4.19 - Priorização das causas atuação do projeto detectora de rasgo.

Matriz de Priorização						
Causas Levantadas		Influência no problema	Facilidade de Resolução	Autonomia Resolução	Total	
Peso		10	8	7		
X1	Fuga de material pela correia transportadora	3	1	1	45	5 - Correlação forte 3 - Correlação Moderada 1 - Correlação fraca 0 - Correlação ausente
X2	Estrutura da chave de rasgo sucateada	3	1	1	45	
X3	Corda da chave próxima a correia transportadora	3	1	1	45	
X4	Ausência de manutenção das chaves	3	5	5	105	
X5	Detectora de rasgo mau posicionada	5	1	1	65	
X6	Chave de rasgo tipo bandeja subdimensionada	3	1	0	38	
X7	Falta de plano de manutenção das chaves	3	5	5	105	
X8	Vibração excessiva do transportador	1	0	0	10	
X9	Contrapeso desregulado	5	3	3	95	
X10	Falta de rotina de limpeza	5	5	5	125	
X11	Chutes com excesso de material nos rolos da mesa de impacto	3	1	3	59	
X12	Excesso de sujeira nas bandejas	5	3	3	95	
X13	Baixa capacitação dos operadores de rota	5	3	3	95	
X14	Sujeira no sensor	3	3	3	75	
X15	Quias de material ineficientes	3	3	1	61	
X16	Drenagem ineficiente	5	1	1	65	
X17	Alta umidade do material	5	1	1	65	
X18	Ausência de recursos para limpeza das bandejas	5	3	3	95	
X19	Período chuvoso contribuindo para o aumento de atuações	5	0	0	50	
X20	Material de limpeza nas mesas de impacto	5	3	3	95	
X21	Acúmulo de material nas bandejas	5	3	3	95	
X22	Falta de padronização nos planos de manutenção das chaves	5	3	5	109	
X23	Falta de iluminação próximo as chaves	1	3	0	34	
X24	Dificuldade de acesso as chaves	3	1	1	45	
X25	Transportadores com mais chaves que o especificado	3	3	3	75	
X26	Ausência de localização da detectora no overview da sala de controle	5	0	3	71	
X27	Chave de rasgo só normaliza por um lado do transportador	3	5	5	105	
X28	Tela lisa da bandeja de rasgo	5	3	3	95	

Após a realização dos testes, das 12 causas priorizadas, 06 não tiveram sua relação com as atuações da detectora de rasgo comprovadas, conforme apresentado no ANEXO IV. Foram listadas 04 causas fundamentais, já que três das causas comprovadas são semelhantes (falta de rotina de limpeza/ acúmulo de material na bandeja/ sujeira na bandeja). A Figura 4.33 mostra a atuação de detectora de rasgo por excesso nas bandejas.



Figura 4.33 - Comprovação da causa atuação de detectora de rasgo por excesso de sujeira nas bandejas (verificações em campo do acúmulo de material nas chaves de rasgo tipo bandeja).

4.2.4.4 - Plano de ação – Fase implementação

A Tabela 4.20 a seguir mostra o plano de ação do projeto de detectora de rasgo.

Tabela 4.20 - Plano de ação do projeto detectora de rasgo.

Plano de Ação - 5W2H								
What? (O que?)	How? (Como?)	Who? (Quem?)	When? (Quando?)	Why? (Por que?)	Where? (Onde?)	How? (Como?)	How much? (Quanto custa?)	Status
Acúmulo de material na bandeja	Criação de rotina de limpeza sistemática nos turnos para limpeza das bandejas de rasgo.	Jonatha Martins	27/07/2018	Para evitar atuações indevidas por acúmulo de material	Nos transportadores dos focos prioritizados	Através de quadro de controle no EMINS	Sem custo	Ok
	Divulgação e treinamento das equipes de operadores de rota	Jonatha Martins	30/10/2018	Para evitar atuações indevidas por acúmulo de material	Processo Embarque	Treinamento e divulgação	Sem custo	Ok
	Revisão do Procedimento de Inspeção do Operador de Rota	Jonatha Martins	31/10/2018	Para padronizar a atividade	Processo Embarque	Revisão formal no SISPAV	Sem custo	Pendente
Processo de limpeza industrial que causa atuação indevida da chave	Revisão do procedimento de limpeza de transportadores de correia com a finalidade de evitar atuações indevidas de chave de rasgo	Rodrigo Santos e Jonatha Martins	31/10/2018	Para padronizar a atividade	Processo Embarque e VIX	Revisão formal no SISPAV	Sem custo	Cancelada
	Treinamento das equipes da VIX com relação ao correto jateamento de água industrial em transportadores de correia	Rodrigo Santos e Jonatha Martins	10/08/2018	Para padronizar a atividade	Processo Embarque e VIX	Treinamento e divulgação	Sem custo	Ok
Tela lisa da bandeja de rasgo que causa acúmulo de material	Substituição ou modificação do modelo de chapa lisa das bandejas de rasgo com a finalidade de evitar o acúmulo de material e consequente atuação indevida.	Equipe de Filtros Embarque	15/09/2018	Para evitar atuações indevidas por acúmulo de material	Transportadores com maior número de atuações dos focos prioritizados	Através do processo de gestão de mudanças	Sem custo	Cancelada
Chave de rasgo só normaliza por um lado do transportador	Realizar o levantamento dos transportadores que mais param por chave de rasgo dentro dos focos prioritizados	Jonatha Martins e Diego Melo	31/08/2018	Para verificar pontos onde pode ser mitigado o tempo de atendimento de normalização da chave de rasgo.	Transportadores com maior número de atuações dos focos prioritizados	Cruzamento das informações dos principais impactos cadastrados no GPV Portos com as análises em campo	Sem custo	Ok
	Instalação da melhoria denominada "Haste ZAP" para normalização da proteção em ambos os lados dos transportadores prioritizados dentro dos focos de atuação	Equipe de Filtros Embarque	30/10/2018	Para mitigar o tempo de atendimento para normalização das chaves de rasgo	Transportadores com maior número de atuações dos focos prioritizados	Através do processo de gestão de mudanças	Sem custo	Ok

A comunicação do Plano de Ação do Projeto foi realizada de forma segmentada, de acordo com os agentes que contribuíram para realização de cada ação.

No plano de ação foram criadas rotinas de limpeza sistemática nos turnos para limpeza das bandejas de rasgo, treinamento das equipes de operadores de rota, revisão do procedimento de limpeza de transportadores de correia com a finalidade de evitar atuações indevidas de chave de rasgo, substituição ou modificação do modelo de chapa lisa das bandejas de rasgo com a finalidade de evitar o acúmulo de material e consequentemente atuação indevida e instalação da melhoria denominada “Haste ZAP” para normalização da proteção em ambos os lados dos transportadores prioritizados dentro dos focos de atuação.

4.2.4.5 - Verificação dos resultados – Fase controle

Ao final do projeto, obteve 56% de redução no tempo de falhas por chave de rasgo no porto, de 0,29 horas/navio para 0,13 horas/navio, acima da meta global do projeto. A redução significa um impacto de 24,62 horas de redução no tempo de falhas durante a verificação de três meses, conforme mostra a Figura 4.34.

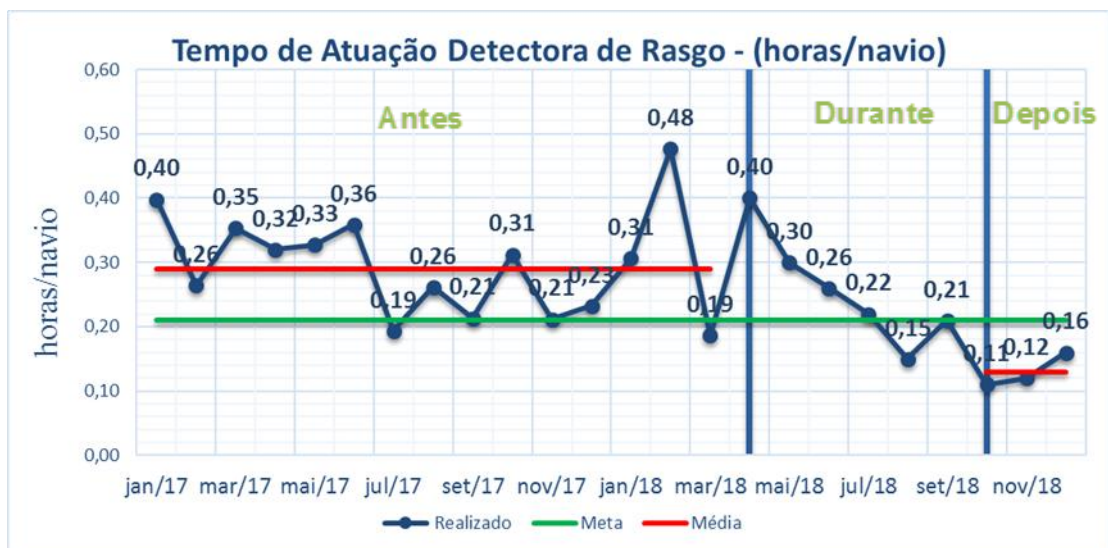


Figura 4.34 - Gráfico sequencial do tempo detectora de rasgo antes, durante e depois do projeto.

Em relação as metas específicas, somente a meta específica do foco Pátio Sul não foi atingida. Isso se deu em virtude de um desgaste da correia transportadora, de forma pontual, onde a borda da correia desgastada atuou de forma indevida até uma janela de manutenção para a substituição.

Os ganhos acima da meta foram alcançados em virtude dos bons resultados das metas específicas que foram atingidas, que tiveram ganhos superiores a meta, e em razão da redução impactos de forma sistemática no porto, mesmo naqueles locais onde não foram definidos como foco. A Tabela 4.21 mostra a verificação do alcance das metas específicas.

Tabela 4.21 - Verificação do alcance das metas específicas do projeto detectora de rasgo.

Foco	Antes	Dif	Depois
Pátio Norte	0,08	43%	0,04
Pátio Sul	0,03	-39%	0,04
Linha 01	0,03	60%	0,01
Linha 02	0,01	18%	0,01
Linha 03	0,01	9%	0,01
Linha 04	0,03	66%	0,01
Linha 05	0,01	13%	0,01
Linha 06	0,02	68%	0,01
	0,29	56%	0,13

Considerando os mesmos critérios do projeto anterior, a capacidade instalada do porto, os custos de operacionais e margem de lucro, o ganho financeiro é de R\$ 1.503.790,50 reais em um trimestre.

Com a redução do indicador de 0,29 para 0,13 horas/navios, considerando os mesmos critérios do projeto anteriores, o ganho de margem é de R\$ 8.796.076,44 reais em três meses. A Tabela 4.22 mostra o ganho financeiro referente ao trimestre.

Tabela 4.22 - Ganho financeiro (trimestre) do projeto detectora de rasgo.

	Período de referência	Variações/Ganhos	Novo Cenário
Volume	53.088.580,00	110.650,63	53.199.230,63
Custo Operacional (R\$)	144.574.377,06	2.727,27	144.605.262,91
Custo Fixo Operacional (R\$)	131.064.296,51	2.727,27	131.067.023,78
Custo Variável Operacional (R\$)	13.510.080,56	-	13.538.239,14
Custo Variável Operacional (R\$/t)	0,25		0,25
Custo Operacional (R\$/t)	2,72		2,72
Câmbio Médio	3,35		3,35
Custo Operacional (US\$/t)	0,8129		0,8114
Redução de Custo (US\$/t)			0,0015
Margem (US\$/t)	23,00	23,00	23,00
Margem (US\$)	1.221.037.340,00	2.545.132,41	1.223.663.034,46
Ganho de Margem (US\$)			2.625.694,46
Ganho de Margem (R\$)			8.796.076,44

Obeve-se também ganhos qualitativos como a criação e padronização de rotina na atividade dos empregados, satisfação dos empregados envolvidos, criação de procedimentos e redução do retrabalho na normalização das chaves de rasgo.

4.3 - RESULTADOS ALCANÇADOS

O processo de implementação da metodologia foi relatado e analisado desde a fase Definir até a fase Controlar do ciclo DMAIC, por meio do desenvolvimento de quatro projetos utilizando-se os preceitos do Seis Sigma. Os projetos foram desenvolvidos nas categorias *Yellow Belt* e *Green Belt* com o acompanhamento durante todo o seu processo de elaboração, e ao término, proporcionaram uma melhora nos indicadores dos processos alvo desse estudo, conferindo uma redução de 0,42

horas/navio de uma lacuna de 1,1 horas/navio, ou seja, 38% por navio. A Figura 4.35 apresenta a redução das perdas que cada projeto promoveu.

Considerando as estimativas de embarque de 893 navios/ano informada pela empresa, os ganhos alcançados com a implementação dos 04 projetos resultaram em uma redução de 375 (893 x 0,42) horas por ano nas perdas na operação do porto.

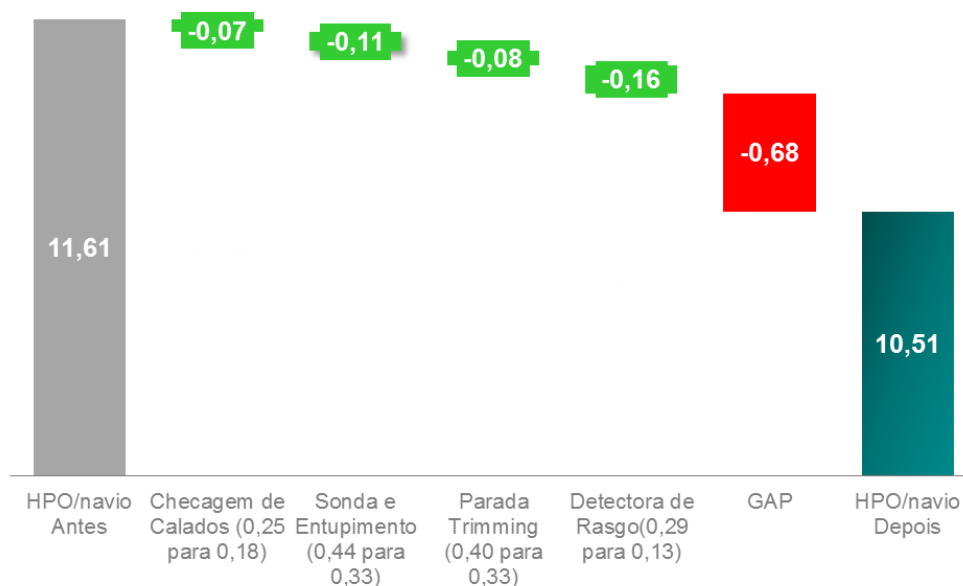


Figura 4.35 - *Build up* das reduções de perdas de cada projeto desenvolvido.

Utilizando-se do software Minitab®, pôde-se realizar uma análise comparativa entre o comportamento do processo de embarque do porto ante e após a implementação dos projetos: inicialmente o processo de embarque possuía um nível sigma de 0,79 e após as melhorias implementadas atingiu 0,95; a variabilidade do processo obteve um redução de 20%, saindo de 1,55 para 1,23 desvios padrão; a média de perdas por navios reduziu de 11,61 horas/navio para 11,19 horas/navio. Todos esses resultados levaram a um maior ajustamento das amostras à meta estratégica da empresa de 10,51 horas/navio, diminuindo em 6%, saindo de 76% para 70%, a quantidade dos embarques que ultrapassam essa meta de tempo, ou seja, a cada 100 navios 70 ainda permanecem com impactos acima do desejado.

Esses resultados podem ser observados na Figura 4.36 a seguir, gerada com o uso do software Minitab®, na qual demonstra-se um maior achatamento na distribuição dos dados através do histograma do processo antes e depois, e com as informações estatística já citada sobre o comportamento do processo.

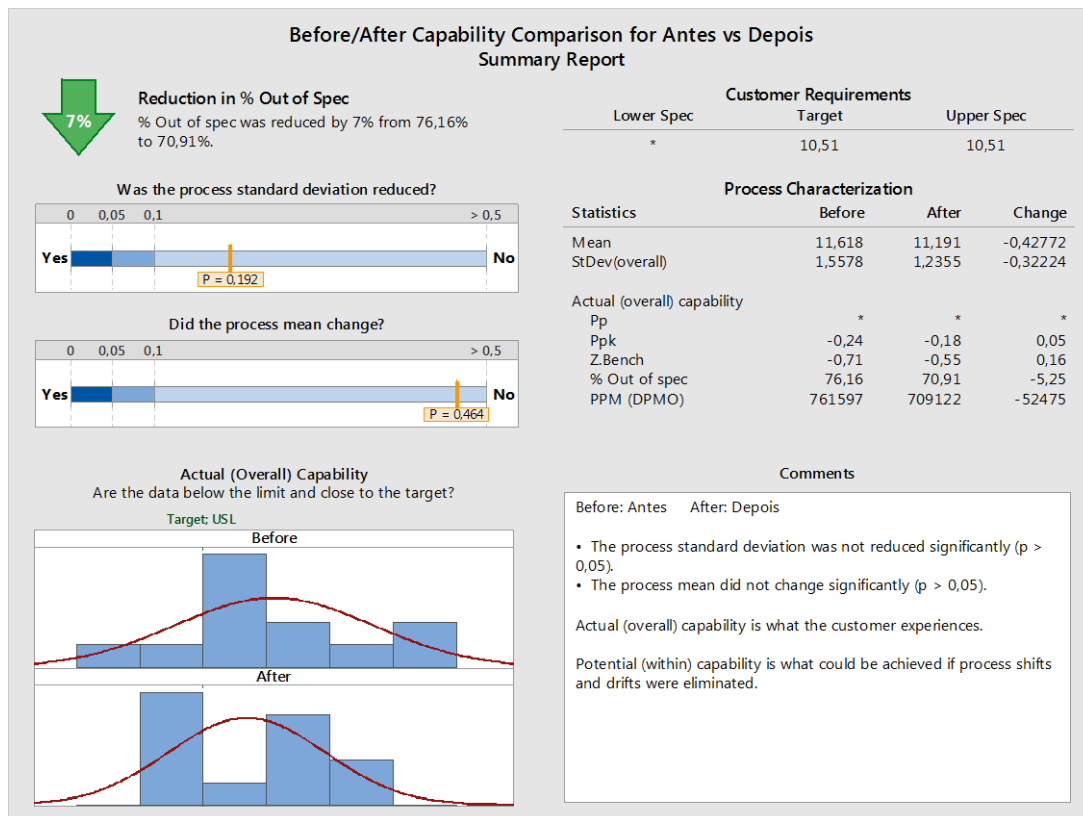


Figura 4.36 - Análise de variabilidade do processo e determinação do nível sigma antes e depois dos projetos.

Fonte: Representação gerada pelo software *Minitab*.

O sucesso no alcance de bons resultados no tratamento de problemas complexos demonstra a robustez da metodologia. Mesmo sem grandes investimentos, como propõe essa metodologia, obteve-se um aprimoramento no desempenho do processo decorrendo em uma maior agilidade no processo de embarque de carga e, conseqüentemente, menor tempo de espera dos navios na fila de embarque.

Além disso, todos os projetos relataram ganhos financeiros significativos, justificando os custos de treinamentos e recursos humanos disponibilizados. Em relação aos recursos humanos, os participantes adquiriram novas competências e desenvolvem a liderança com a condução de ações de melhoria que trouxeram visibilidade dentro da empresa. A metodologia expõe os envolvidos a métodos de gerenciamento de projeto, a técnicas estatísticas e ferramentas de qualidade para identificação e análise e solução de problemas, o que permite a incorporação da metodologia aliada ao estabelecimento de uma cultura de melhoria contínua dentro da organização.

Por outro lado, observou-se também nesse experimento a existência de pontos críticos para o sucesso no emprego da metodologia, os quais são descritos a seguir:

- Metodologia: O método proposto deve ser seguido em todas as suas etapas para garantir os melhores resultados e o uso apropriado dos recursos. Somente através do método, será possível superar o empirismo, romper barreiras culturais e quebrar paradigmas existentes dentro das organizações.
- Acompanhamento: Para garantir a obtenção dos resultados e o correto uso da metodologia é indispensável o acompanhamento sistemático dos projetos. A participação ativa da liderança no acompanhamento é fator crítico para o sucesso do projeto, pois gera motivação e um correto alinhamento das ações com os objetivos estratégicos da empresa.
- Trabalho em equipe: Contornar a resistência de diferentes áreas da empresa é imprescindível para que exista uma sinergia nos trabalhos. Para que as pessoas trabalhem conjuntamente é necessário a compreensão de todos sobre como a metodologia funciona e de que maneira ela contribuirá para uma melhoria.
- Tempo: Os *Belts* devem possuir minimamente 30% da sua jornada de trabalho disponível para o desenvolvimento do seu projeto, principalmente durante a fase de análise do problema e de suas soluções. A falta de tempo suficiente para realização do projeto pode acarretar em atrasos no cronograma inicial dos projetos e prejudicar as análises.

A replicação, continuidade e evolução na implementação da metodologia Seis Sigma nos demais processos do porto, certamente possibilitará o alcance da meta, reforçando o diferencial competitivo que a estratégia pode proporcionar.

Ao final deste trabalho, das 60 ações de melhoria propostas nos diferentes planos de ação dos 04 projetos estudados, 57 ações foram implementadas, uma aderência de 95% ao que foi planejado, como mostra a curva ‘S’ na Figura 4.37.

Gráfico Curva "S" Ações

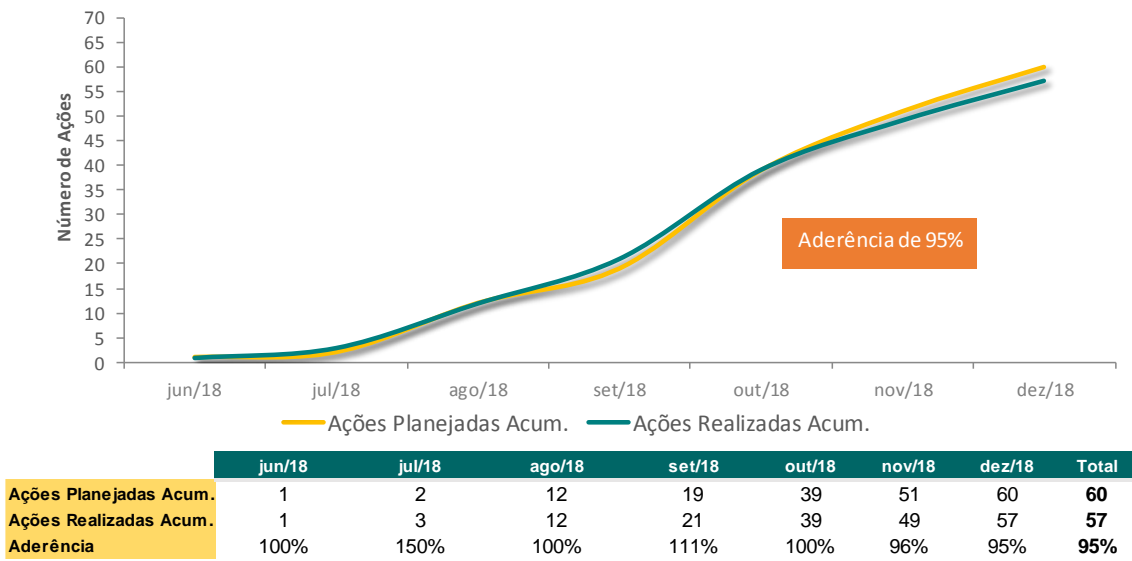


Figura 4.37 - Aderência ao cronograma de implementação das ações dos projetos.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 - CONCLUSÕES

A metodologia Seis Sigma pode ser aplicada em organizações de diversas áreas da economia, nos setores público e privado. Neste estudo, a metodologia foi aplicada em um porto privado que possui entre seus objetivos estratégicos o aumento do volume embarcado, gerando um aumento nas margens de lucro. Para que isso ocorresse, foi necessário o aumento da taxa de embarque através da redução das perdas de produção, ou seja, da otimização da produtividade operacional. Com base nessa premissa, conduziu-se uma análise para definição dos principais impactos do porto através da construção de um perfil de perdas e identificação dos processos passíveis de melhora.

Na etapa de definição constatou-se a relativa complexidade envolvendo a taxa comercial do porto, que diversos processos e operações. Dessa maneira, necessitou-se realizar a seleção dos projetos para concentrar os esforços dessa pesquisa, visto que os recursos (pessoas) são finitos. Com isso, se originaram quatro projetos iniciais para otimizar o processo de carregamento do porto através da redução dos problemas/perdas causadas por: tempo elevado de Checagem de Calados, impactos por Sonda e Entupimento, Paralisações do Processo de *Trimming* e impactos gerados por Detectora de Rasgo.

Uma vez definidos os projetos a serem desenvolvidos, recorrendo aos preceitos da metodologia citados anteriormente, prosseguiu-se com as fases de medição para definição de métricas para quantificar o problema, em seguida com a fase de análise para investigação da natureza do problema e suas causas raízes de forma ser tão objetivo quanto possível, posteriormente feito os levantamentos das ações para neutralizar os problemas e finalmente a implementação das ações com acompanhamento e controle da efetividade.

Além dos ganhos na eficiência do porto apresentados, foi possível observar ganhos financeiros, uma maior motivação das equipes no desempenho de trabalhos de melhoria por entenderem que o método pode funcionar como uma vitrine e ser a oportunidade de promoção profissional, tendo em vista que, dentro do Seis Sigma há o envolvimento indispensável das lideranças. Outro legado da metodologia foi o

desenvolvimento profissional dos trabalhadores com a capacitação, garantido empregados com conhecimento de técnicas de solução de problemas mais complexos e proporcionando uma visão sistemática dos problemas, favorecendo uma visão mais estratégica dos empregados, fomentando uma cultura de melhoria contínua e auto responsabilidade, uma vez que o empregado agora detém conhecimento. Há uma excitação do senso de valorização por parte dos empregados com sua participação na geração de ideias para a solução de problemas.

No caso estudado, assim como em outros estudos de caso demonstrados com a metodologia, o ajustamento dos projetos com a estratégia da organização é fundamental para ser assertivo, potencializar a produção e dar sustentabilidade ao programa Seis Sigma.

Através da literatura e do estudo de caso, verifica-se que, para alcançar o padrão desejado com a Metodologia Seis Sigma, além do uso das ferramentas estatísticas, é necessário o envolvimento dos agentes humanos que fazem parte do processo de gestão de qualidade. Sendo assim, a metodologia não se resume em um simples método estatístico, mas sim num modo de gerenciar os processos e as pessoas de maneira a promover a melhoria contínua através da redução progressiva dos desvios.

Nesta metodologia, assim como outras abordagens, as pessoas são a peça chave, e depende diretamente do comprometimento delas e do desejo de melhorar continuamente o desempenho da organização o sucesso da implementação da metodologia e a sustentabilidade dos resultados.

Por fim, a aplicação dessa abordagem de melhoria nos portos pode significar um diferencial competitivo com os ganhos de eficiência, qualidade e engajamento que ela pode proporcionar. A necessidade da empresa portuária de resolver problemas complexos que afetam sua eficiência, de maneira sustentável, contínua e sem a necessidade de grandes investimentos, contribui para o valor deste estudo. Da mesma forma, a grande necessidade de maior eficiência nos portos brasileiros, contribui também para que esse trabalho seja útil em outras organizações.

5.2 - SUGESTÕES

Os estudos a seguir são colocados como sugestões para a continuação da pesquisa em outras etapas:

- Muitas novas pesquisas podem ser feitas para ampliar o conhecimento a respeito da fase de seleção e identificação de projetos Seis Sigma, que é uma etapa de grande valor;
- Um levantamento das principais ferramentas para tratamento de problemas utilizadas nos portos brasileiros;
- Avaliação mais aprofundada dos estudos feitos sobre o uso das técnicas e ferramentas que se associam na rotina das empresas que empregam o programa Seis Sigma, determinando melhor entendimento dos motivos pelos quais são usadas certas técnicas e ferramentas nas distintas fases dos métodos de efetivação dos projetos e as razões pelas quais outras técnicas e ferramentas são menos utilizadas;
- Recomenda-se também averiguação minuciosa sobre as vantagens financeiras conseguidas com a aplicação do Seis Sigma, tendo em vista ratificar se as empresas permanecem alcançando ganhos e mantendo o programa como uma estratégia de negócios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, M., P. COMONATON, H. CZARNECKI, and B. J. SCHROERER, **Simulation as a Tool for Continuous Process Improvement**. In: Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference, p. 767-773, 2000.

ANTONY, J.; BANUELAS, R. **Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program**. Measuring Business Excellence, v. 6, n. 4, p. 20-27, 2002.

ANTONY, J. **Six Sigma in the UK service organizations: results from a pilot survey**. Managerial Auditing Journal, v. 19, n. 8, p. 1006-1013, 2004.

ARAÚJO, L. C. G. de. **Organização, sistemas e métodos e as modernas ferramentas de gestão organizacional**. São Paulo: Atlas, 2000.

ANTAQ. Desempenho do Setor Aquaviário – **Estatísticas de 2018**. Disponível em: <<http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2019/02/Anu%C3%A1rio-2018-Layout-4-3.pdf>>. Acesso em: 11 de abril de 2019, 17h 29min.

BERTELS, T. **Rath & Strong's Six Sigma Leadership Handbook**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2003.

BLAKESLEE, J. A. **Implementing the Six Sigma Solution**. Quality Progress, 1999.

BORBA, J. V. S.; DE OLIVEIRA GIBBON, A. R. Modelo de custos logísticos. **SINERGIA-Revista do Instituto de Ciências Econômicas, Administrativas e Contábeis**, v. 14, n. 2, p. 85-98, 2010.

CABRERA JUNIOR, A. **Dificuldades de implementação de programas Seis Sigma: estudos de casos em empresas com diferentes níveis de maturidade**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2017.

CAHADE, W. H. L. **Aplicação da metodologia seis sigma para incremento da produtividade no envase de tintas decorativas**. São Caetano do Sul, 2009.

CAMPOS, M. S. **Seis Sigma gerencial**. Porto Alegre: Siqueira Campos, 2005.

CARVALHO, M.; PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABREPO, 2012.

CASTRO, L. D. C. **Aplicação da ferramenta seis sigma no estudo de não cumprimento de prazos da construção civil-estudo de caso**. Espírito Santo, 2014.

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações**. 2. ed. São Paulo: Editora dos Autores, 2010.

CORONADO, R. B.; ANTONY, J. **Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organizations**. The TQM Magazine, v. 14, n. 2, p. 92-99, 2002.

CORRELAÇÃO. Six Sigma Academy, 2017. Disponível em: <<http://sixsigma.academy/conteudo/correlacao>>. Acesso em: 30 de mai. de 2019, 17h45min.

DAFFRE, S. **Seis Sigma - uma metodologia de sucesso**, 2004.

DAMASCENO, H. E. M; DAMASCENO, Aline R. Gomes; JUNIOR, Antônio Pascoal Del'arco; MELO, Francisco Cristovão, **Aplicação da estratégia seis sigma a uma unidade de saúde**. Taubaté, São Paulo, 2008.

DANSKY, K. H.; BRANNON, D. **Strategic orientation and TQM: linking vision to action**. Journal of Quality Management, Greenwich, v.1, n.2, p.227-242, 1996.

ECKES, G. **Making Six Sigma last**. Nova Yorque: John Wiley & Sons, 2001.

ECKES, G. **Six Sigma for Everyone**. New Jersey: J. Wiley, 2003.

EDVINSSON, L.; MALONE, M. S. **Capital intelectual**. São Paulo: Makron Books, 1998.

FIGUEIRA, M. M. C. **Identificação de Outliers**. MILLENIUM nº12 – outubro de 1998.

FLEURY, M. T. L.; FLEURY, A. **Construindo o conceito de competência**. Revista de administração contemporânea, v. 5, n. SPE, p. 183-196, 2001.

FUSCO, JOSÉ PAULO ALVES. **Introdução ao Processo Seis Sigma**. Slide Player, 2019. Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/4347446/>>. Acesso em: 31 de maio de 2019, 18h.

GARVIN, D. A. **Competing on the eight dimensions of quality**. Harvard Business Review, p. 101-109, nov./dec., 1987.

GEORGE, M. L. **Leanseis sigma para serviços**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

GODFREY, A. B. **Time to add an ‘R’ of DMAIC?** Six Sigma Forum Magazine, v. 6, n 3, may, 2007.

GUIA SEIS SIGMA- **New to six sigma – a six sigma guide for both novice and experienced quality practitioners**, 2001-2004.

HANH, C.; DOGANAKSOY, N.; HOERL, R. W. **The evolution of Six Sigma**. Quality Engineering, New York, v. 12, n. 3, p. 317-326, 2000.

HARRY, M.; SCHOEDER, R. **Six sigma: the breakthrough management strategy revolutionizing the world’s top corporations**. Nova York: Doubleday, 2000.

HENDERSON, K. M.; EVANS, R. R. **Successful implementation of Six Sigma: benchmarking general electric company**. Benchmarking: an international journal, v. 7, n. 4. MCB University Press, 2000.

HENDRICKS, C.A., KELBAUGH, R. **Implementing Six Sigma at GE**. The Journal of Quality and Participation, vol.21, no. 4, pp. 48-53, 1998.

HOERL, R. **Six Sigma black belts: what do they need to know?** Journal of Quality Technology, Milwaukee, v. 33, n. 4, p. 391-406, out. 2001.

ISO/TS 16949. **The Quality System Requirements for the Design/Development, Production**. Installation and Servicing of Automotive Related Products – ABNT: 2002.

JANSEN, L. K. C. **Integração do pensamento sistêmico em projetos Seis Sigma**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2009.

KESSLER, R. M. **A implantação do Seis Sigma em organizações: motivações de escolha e resultados obtidos.** Porto Alegre, 2004.

KLEFSJO, B.; WIKLUND, H.; EDGEMAN, R. L. **Six sigma seen as a methodology for total quality management.** Measuring Business Excellence, 2001.

KUMAR, M. **Critical success factors and hurdles to six sigma implementation: the case of a UK manufacturing SME.** International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage, v. 3, n. 4, p. 333-351, 2007.

LANGFORD, E., **“Quartiles in Elementary Statistics”**, Journal of Statistics Education, Vol. 14, No. 3, (2006).

LANGLEY, G.; MOEN, R.; NOLAN, Kevin M.; NOLAN, Thomas W.; NORMAN, Clifford L. **The improvement guide: a practical approach to enhancing organizational performance.** San Francisco: Jossey-Bass, 2009.

LAUREANI, A.; ANTONY, J. **Critical success factors for the effective implementation of Lean Sigma.** Journal of Lean Six Sigma, 2012.

LEE, K. **Critical success factors of six sigma implementation and the impact on operations performance.** Doctoral dissertation, Cleveland State University, Cleveland, EUA, 2002.

LINDERMAN, K.; SCHOREDER, R. G.; ZAHEER S.; CHOO A. S., **Six Sigma: a goal-theoretic perspective.** Journal of operations management, v. 21, n 2, p. 193-203, mar, 2003.

LIKER, J. K.; HOSEUS, M. **A cultura Toyota: a alma do modelo Toyota.** Bookman Editora, 2016.

MARTINS, R. A.; COSTA NETO, P. L. O. **Indicadores de desempenho para a gestão pela qualidade total: uma proposta de sistematização.** Revista Gestão & Produção, São Carlos, v. 5, n. 3, p. 298-311, dez. 1998.

MIRANDA, L. C.; SILVA, J. D. G. **Medição de desempenho.** In: SCHMIDT, P. (Org.). Controladoria: agregando valor para a empresa. Porto Alegre, 2001.

McADAM, R.; BAILIE, B. **Business performance measures and alignment impact on strategy: the role of business improvement models.** International Journal of Operations & Production Management, Wagon Lane, UK, v.22 n.9, p.972-996, 2002.

McGEE, J.; PRUSAK, L. **Gerenciamento estratégico da informação: aumente a competitividade e a eficiência de sua empresa utilizando a informação como ferramenta estratégica.** Rio de Janeiro: Campus, 1994.

MEHRJERDI, Y. Z. **Six-Sigma: methodology, tools and its future.** Assembly Automation, v. 31, n. 1, p. 79-88, 2011.

MAKRYMICHALOS, M; JIJU, A.; ANTONY, F. J.; KUMAR, M., **Statistical thinking and its role for industrial engineers and managers in the 21st century.** Managerial Auditing Journal, v. 20, n. 4, p. 351-363, 2005.

NOCÊRA, R. De J. **Gerenciamento de projetos: Teoria e Prática.** 4^a Ed. [S.L.]: RJN, 2009.

OLIVEIRA, K. A. S. L. **Qualidade em obras públicas: um estudo comparativo entre as metodologias Seis Sigma, ISO 9000 e PBQP-H no RN.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. **The Six Sigma way: how GE, Motorola and other top companies are honing their performance.** New York: McGraw-Hill, 2000.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. S.; CAVANAGH, R. R. **Estratégia Seis Sigma.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. **Estratégias Seis Sigma: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007.

PENCZKOSKI, D.; PEDROSO, B.; PILATTI, L. **Dificuldades da implantação do programa Seis Sigma.** In: Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais. Campos Gerais, 2008.

PEREIRA, N. N., Operação portuária. **Apostila elaborada para o curso de Especialização em Engenharia Portuária,** UFMA - VALE. São Luís, 2012.

PEREZ, W. **Seis Sigma: compreendendo o conceito, as implicações e os desafios**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

PINHO, C. T. A. **Seis Sigma: uma proposta para implementação da metodologia em pequenas e médias empresas**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Engenharia de Produção. 2005.

PINHO, C. T. **Seis sigma: uma proposta para implementação da metodologia em pequenas e médias empresas**. Rio Grande do Norte, 2006.

QSP – Centro de Qualidade, Segurança e Produtividade, Abril, 2005. Disponível em: http://www.qsp.org.br/visao_geral.shtml>. Acesso em: 06 abril de 2018, 21h17min.

RAISINGHANI, M. S.; ETTE, H.; PIERCE, R.; CANNON, G.; DARIPALY, P., **Six Sigma: concepts, tools, and applications**. Industrial Management & Data Systems, v. 105, n. 4, p. 491-505, 2005.

RECHULSKI, D. K. R.; CARVALHO, M. M. de C. **Programas de qualidade seis sigma – características distintivas do modelo DMAIC e DFSS**. PIC-EPUSP Nº2, 2004.

REVERE, L.; BLACK, K. **Integrating six sigma with total quality management: a case example for measuring medication errors**. Journal of Healthcare Management, Chicago, v.48, n.6, p.377-391, 2003.

ROTONDARO, R. **Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas: 2002.

ROTONDARO, R. *G.et. al.* **Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2011.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. Antônio. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SANDERS, D.; HILD, C. R. **A discussion of strategies for six sigma implementation**. Quality Engineering, New York, v.12, n.3, p.303-309, 2001.

SANTOS, A. B. **Modelo de referência para estruturar o programa de qualidade seis sigma: proposta e avaliação.** Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

SANTOS, Adriana Barbosa; MARTINS, Manoel Fernando. **Modelo de referência para estruturar o Seis Sigma nas organizações.** Gestão & Produção, p. 43-56, 2008.

SANTOS, A. B.; MARTINS, M. F. **Contribuições do Seis Sigma: estudos de caso em multinacionais.** Produção, v. 20, n. 1, p. 42-53, 2010.

SANTOS, A. B.; MARTINS, M. F. **A implementação dos projetos seis sigma contribuindo para o direcionamento estratégico e para o aprimoramento do sistema de medição de desempenho.**Ouro Preto, MG, 2010.

SCATOLIN, A. C.; BATOCCHIO, A. **Aplicação da metodologia Seis Sigma na redução das perdas de um processo de manufatura.** 2005.

SCHROEDER, R. G.; LINDERMAN, K.; LIEDTKE, C.; CHOO, A. S., **Six Sigma: definition and underlying theory.** Journal of Operations Management, v. 26, n. 4, p. 536-554, 2008.

SENAPATI, N. R. **Six Sigma: myths and realities.** International Journal of Quality & Realibility Management, v. 21, n. 6, p. 683-690, 2004.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.,**Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 2009.

SNEE, R. D. **Six Sigma improves both statistical training and process.** Quality Progress, p. 68-72, out. 2000.

SOARES, Wilson Diego. **Programa seis sigma e método DMAIC na melhoria de processos.** 2008.

SULLIVAN, P. H. **Profiting form intellectual capital.** Journal of Knowledge Management, West Yorkshire, v.3, n.2, p.132-142, 1999.

TANG, L. C. **Six Sigma: Advanced tools for black belts and máster black belts.** New York: Jonh Wiley & Sons, 2006.

TERZIAN, F. **Um guia de certificação e melhores práticas de TI**. Revista COMPUTERWORLD, 2005.

TICHY, N. M.; SHERMAN, S. **Control your destiny or someone else will**. Nova York: Doubleday, 2001.

TJAHJONO, B.; BALL, P.; VITANOV, V. I.; SCORZAFAVE, C.; NOGUEIRA, J.; CALLEJA, J.; SRIVASTAVA, S., **Six Sigma: a literature review**. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 1, n. 3, p. 216-233, 2010.

TREICHLER, D.; CARMICHAEL, R.; KUSMANOFF, A.; LEWIS, J., **Design for Six Sigma: 15 lessons learned**. *Quality Progress*, p. 33-42, jan. 2002.

USEVICIUS, L. A. **Implantação da metodologia Seis Sigma e aplicação da técnica estatística projeto de experimentos na resolução de problemas e otimização de processos de fabricação**. Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

VALE. Book Portuário. **Nossa História**. Quem somos. Disponível em: <www.vale.com.br> Acesso em: 25 de janeiro de 2019, 10h 44min.

VALLE, B. M. **Tecnologia da informação no contexto organizacional**. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 25, n.1, p. 7-11, 1996.

WATSON, G. H. **Cycles of learning: observations of Jack Welch**. *Six Sigma Forum Magazine*, p. 13-17, nov. 2001.

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

WERKEMA, M. C. C. **Criando a cultura Seis Sigma**. Nova Lima: Werkema, 2004.

WERKEMA, C. **As tendências do Seis Sigma no Brasil**. *Banas Qualidade Excelência Six Sigma*, São Paulo, Edição Especial, p.19-22, 2008.

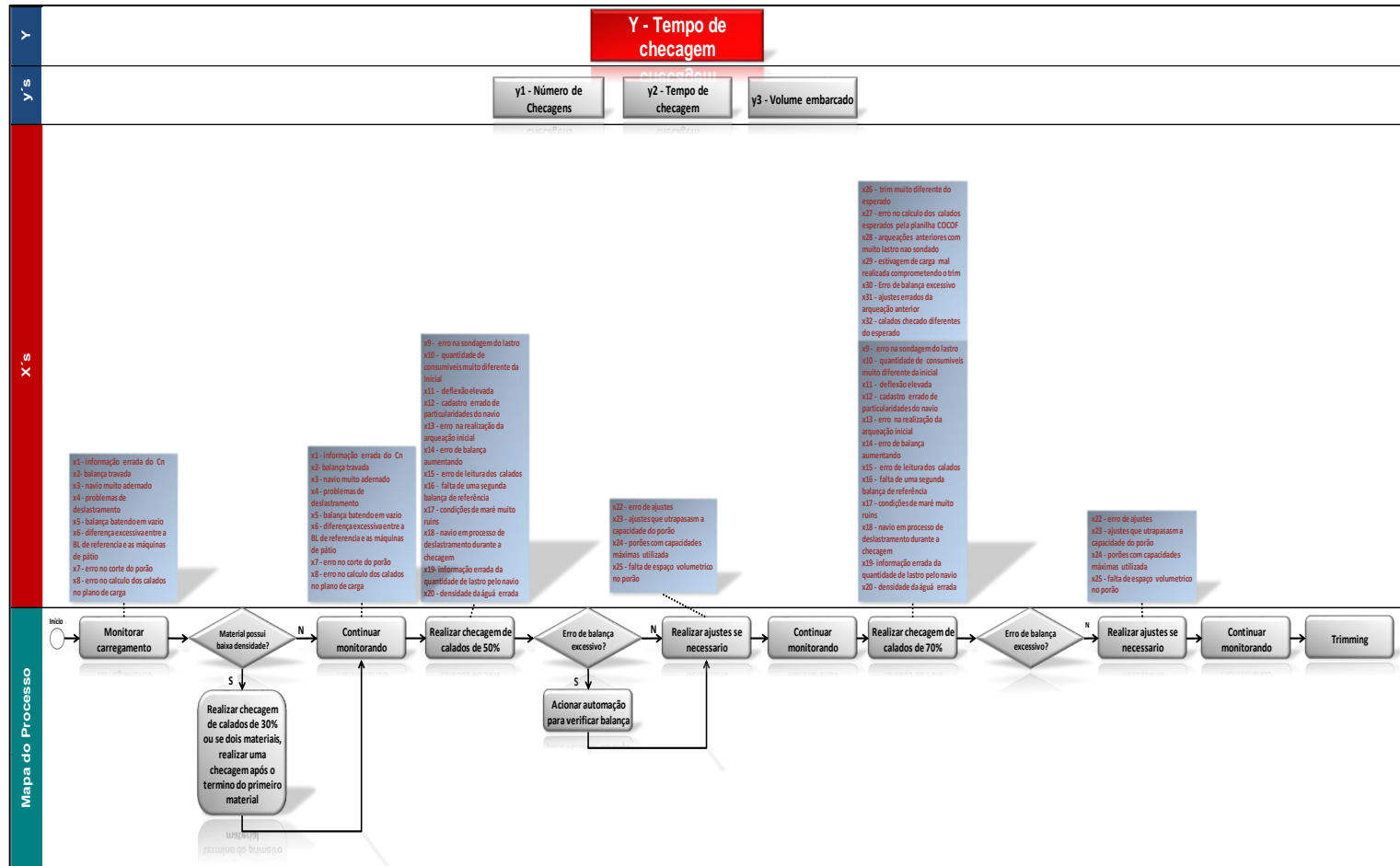
WERKEMA, C. **Perguntas e respostas sobre o Lean Seis Sigma**. Elsevier Brasil, 2013.

WIKLUND, H.; WIKLUND, P. S. **Widening the Six Sigma concept: an approach to improve organizational learning.** Total Quality Management, v. 13, n. 2, p. 233-239, 2002.

YILMAZ, M. R.; CHATTERJEE, S., **Six sigma beyond manufacturing – a concept for robust management.** IEEE Engineering management review, v. 28, n. 4, 2002.

ANEXO I

TEMPO DE CHECAGEM



ANEXO II

REGISTRO FOTOGRÁFICO DA MEDIÇÃO DAS DIMENSÕES INTERNAS DO CHUTE E AVALIAÇÃO DAS BANCADAS



ANEXO III

REGISTRO FOTOGRÁFICO DA AVALIAÇÃO EM CAMPOS DO TIPO, POSIÇÃO E ACESSO A SONDA



ANEXO IV

Plano de Ação - 5W2H									
What? (O que?)	How? (Como?)	Who? (Quem?)	When? (Quando?)	Why? (Por que?)	Where? (Onde?)	How? (Como?)	How much? (Quanto custa?)	Status	
Excesso de bancadas	Retirar banquetamentos dos chutes	Retirar bancada da traseira interna do chute para evitar acúmulo de material	Jonatha Varela	15/09/2019	Evitar acúmulo excessivo de material na parte interna do chute	1535	Através de OM durante MP	Sem Custos	OK
		Realizar remoção de 200mm da bancada intermediária esquerdo chute do 1538 para o 1540	Jonatha Varela	15/11/2019	Evitar acúmulo excessivo de material na parte interna do chute	1538/1540	Através de OM durante MP	Sem Custos	OK
		Realizar abertura do chute central	Jonatha Varela	30/11/2019	Evitar acúmulo excessivo de material na parte interna do chute	RP2	Através de OM durante MP	Sem Custos	OK
		Realizar abertura do chute central	Jonatha Varela	27/12/2019	Evitar acúmulo excessivo de material na parte interna do chute	RP8	Através de OM durante MP	Sem Custos	OK
		Realizar abertura do chute central	Jonatha Varela	30/01/2019	Evitar acúmulo excessivo de material na parte interna do chute	ER3	Através de OM durante MP	Sem Custos	OK
Dimensão de chute	Realizar abertura no chute	Instalar chute novo (Ação da engenharia)	Jonatha Varela	30/05/2019	Melhorar o escoamento do material no chute	1503	Através de OM durante MP	Sem Custos	OK
		Realizar abertura da bancada traseira do chute de recebimento	Jonatha Varela	15/09/2019	Melhorar o escoamento do material no chute	1535	Através de OM durante MP	Sem Custos	OK
		Realizar abertura de 400mm internos do chute	Jonatha Varela	20/12/2019	Melhorar o escoamento do material no chute	1503	Através de OM durante MP	Sem Custos	OK
Material Especial	Realizar limpeza nos chutes após operação com material especial	Realizar limpeza após a operação com material especial antes da operação com IOCJ	Jonatha Varela	20/10/2019	Evitar afunilamento do chute por operação com material especial	ER3	Através de ação de rotina	Sem Custos	OK
		Realizar limpeza após a operação com material especial antes da operação com IOCJ	Jonatha Varela	20/10/2019	Evitar afunilamento do chute por operação com material especial	ER4	Através de ação de rotina	Sem Custos	OK
		Realizar avaliação do chute após a operação com lastro e finos para avaliação de necessidade de limpeza antes de prosseguir com IOCJ	Jonatha Varela	20/10/2019	Evitar afunilamento do chute por operação com material especial	RP2	Através de ação de rotina	Sem Custos	OK
		Realizar avaliação do chute após a operação com lastro e finos para avaliação de necessidade de limpeza antes de prosseguir com IOCJ	Jonatha Varela	20/10/2019	Evitar afunilamento do chute por operação com material especial	RP3	Através de ação de rotina	Sem Custos	OK
		Estruturar farol de Limpeza dos equipamentos	Jonatha Varela	20/10/2019	Evitar afunilamento do chute por operação com material especial	ER3/ER4/RP2/RP3	Através de ação de rotina	Sem Custos	Cancelada
Posição da sonda	Alterar posicionamento da sonda	Alterar inclinação da sonda portinhola	Jonatha Varela	30/08/2019	Evitar atuação indevida da sonda e realizar ajuste para atuação, evitando transbordo	1401	Através de OM durante MP/Oportunidade	Sem Custos	OK
		Realizar modificação na posição da sonda tipo pêndulo	Jonatha Varela	15/09/2019	Evitar atuação indevida da sonda e realizar ajuste para atuação, evitando transbordo	1402	Através de OM durante MP/Oportunidade	Sem Custos	OK
		Alterar posicionamento da sonda diafragma	Jonatha Varela	20/09/2019	Evitar atuação indevida da sonda e realizar ajuste para atuação, evitando transbordo	1507	Através de OM durante MP/Oportunidade	Sem Custos	OK
		Aumentar a proteção da sonda pendulo de 1,5 para 4 polegadas	Jonatha Varela	31/10/2019	Evitar atuação indevida da sonda e realizar ajuste para atuação, evitando transbordo	1538	Através de OM durante MP/Oportunidade	Sem Custos	OK
		Aumentar a proteção da sonda pendulo de 1,5 para 4 polegadas	Jonatha Varela	31/10/2019	Evitar atuação indevida da sonda e realizar ajuste para atuação, evitando transbordo	1535	Através de OM durante MP/Oportunidade	Sem Custos	OK
		Alterar posição da sonda tipo pendulo	Jonatha Varela	20/12/2019	Evitar atuação indevida da sonda e realizar ajuste para atuação, evitando transbordo	RP2	Através de OM durante MP/Oportunidade	Sem Custos	OK
		Instalar chapeu chunês sobre a sonda diafragma	Jonatha Varela	20/12/2019	Evitar atuação indevida da sonda e realizar ajuste para atuação, evitando transbordo	RP2	Através de OM durante MP/Oportunidade	Sem Custos	OK
		Desativar sonda pendular do chute central devido redundância (chute possuir duas sondas pendulares)	Jonatha Varela	03/01/2019	Evitar atuação indevida da sonda e realizar ajuste para atuação, evitando transbordo	RP3	Através de OM durante MP/Oportunidade	Sem Custos	OK
		Modificar posição da sonda pendular para devida atuação, evitando entupimento	Jonatha Varela	03/01/2019	Evitar atuação indevida da sonda e realizar ajuste para atuação, evitando transbordo	RP3	Através de OM durante MP/Oportunidade	Sem Custos	OK
		Elevar sonda diafragma do 1535 para o 1539	Jonatha Varela	15/01/2019	Evitar atuação indevida da sonda e realizar ajuste para atuação, evitando transbordo	1538	Através de OM durante MP/Oportunidade	Sem Custos	OK
		Alterar posição da sonda tipo pendulo	Jonatha Varela	30/01/2019	Evitar atuação indevida da sonda e realizar ajuste para atuação, evitando transbordo	1515	Através de OM durante MP/Oportunidade	Sem Custos	OK
		Alterar posição da sonda tipo pendulo	Jonatha Varela	30/01/2019	Evitar atuação indevida da sonda e realizar ajuste para atuação, evitando transbordo	1516	Através de OM durante MP/Oportunidade	Sem Custos	OK
		Alterar posição da sonda diafragma	Jonatha Varela	28/02/2019	Evitar atuação indevida da sonda e realizar ajuste para atuação, evitando transbordo	1535	Através de OM durante MP/Oportunidade	Sem Custos	OK
		Elevar sonda pendular do chute central	Jonatha Varela	30/05/2019	Evitar atuação indevida da sonda e realizar ajuste para atuação, evitando transbordo	RP2	Através de OM durante MP/Oportunidade	Sem Custos	OK
		Instalar proteção para a sonda diafragma	Jonatha Varela	30/01/2019	Evitar atuação indevida da sonda e realizar ajuste para atuação, evitando transbordo	RP2	Através de OM durante MP/Oportunidade	Sem Custos	OK
Preparação de rota	Estruturar rotina de preparação de rota para evitar atuação de Sonda e Entupimento devido afunilamento do chute	Criar painel visual da rotina de limpeza	Jonatha Varela	30/08/2019	Garantir a limpeza do chute e evitar afunilamento por tempo de operação	1503	Através de OM durante MP/Oportunidade de acordo com o tempo ideal de intervalo de operação	Sem Custos	OK
		Replicar painel visual de rotina de limpeza para os transportadores e máquinas de pátio	Jonatha Varela	30/10/2019	Garantir a limpeza do chute e evitar afunilamento por tempo de operação	PÁTIO	Através de OM durante MP/Oportunidade de acordo com o tempo ideal de intervalo de operação	Sem Custos	Cancelada
		Criar modelo de gestão visual e acompanhamento semanal para status de limpeza dos chutes	Jonatha Varela	20/02/2019	Garantir a limpeza do chute e evitar afunilamento por tempo de operação	Embarque	Através de OM durante MP/Oportunidade de acordo com o tempo ideal de intervalo de operação	Sem Custos	OK
Tipo de sonda	Alterar tipo de sonda no chute	Realizar troca da sonda bastão por pêndulo	Jonatha Varela	20/12/2019	Evitar atuação indevida da sonda e realizar ajuste para atuação, evitando transbordo	RP2	Através de OM durante MP/Oportunidade	Sem Custos	OK
		Substituir a sonda diafragma colocando a sonda pêndulo	Jonatha Varela	30/01/2019	Evitar atuação indevida da sonda e realizar ajuste para atuação, evitando transbordo	1508	Através de OM durante MP/Oportunidade	Sem Custos	OK
Atuação externa do chute	Instalar proteção externa ao chute	Colocar proteção externa na sonda tipo diafragma	Jonatha Varela	20/08/2019	Evitar atuação indevida externa ao chute	1538	Através de OM durante MP/Oportunidade	Sem Custos	OK
		Colocar proteção externa na sonda tipo diafragma	Jonatha Varela	20/08/2019	Evitar atuação indevida externa ao chute	1535	Através de OM durante MP/Oportunidade	Sem Custos	OK

ANEXO V

Causas Priorizadas	Forma de Evidenciação	Conclusão	Causa Comprovada?
Ausência de manutenção das Chaves	Plano de manutenção contido no SAP (sistema de gerenciamento de informações)	Existe uma sistemática de manutenção elétrica trimestral, o que refuta a ideia de ausência de manutenção das chaves de rasgos dos transportadores de correia	Não
Falta de plano de manutenção das chaves	Plano de manutenção contido no SAP (sistema de gerenciamento de informações)	Existe um plano de manutenção padrão para chaves de rasgo dos tipos existentes, o que refuta a ideia de ausência de plano de manutenção das chaves	Não
Contrapeso desregulado	Visualização em campo	Hipótese refutada por falta de material técnico sobre o assunto. Um ponto a destacar é que o plano de trabalho elétrico não menciona a manutenção adequada dos contrapesos e estes não sofrem manutenções periódicas pelas equipes de mecânica. Além disso o DocTec 12631 não menciona o peso padrão do contrapeso o que torna o assunto ainda mais complexo.	Não
Falta de rotina de limpeza	Verificações em campo	Foi feita uma verificação em campo em cinco dias diferentes e com 5 operadores diferentes e foi verificado que apenas um deles possuía uma rotina fixa com relação as inspeções (que incluem as chaves de rasgo)	Sim
Excesso de sujeira nas bandejas	Verificação em campo	Foi verificado que as chaves de rasgo tipo bandeja acumulam material excessivamente ao ponto que atuam a proteção indevidamente (sem rasgo de correia)	Sim
Baixa capacitação dos operadores de rota	Verificação em campo	Foi feita uma verificação em campo em cinco dias diferentes e com 5 operadores diferentes e foi verificado que os mesmos possuem uma boa capacitação conhecendo bem as proteções operacionais, sobretudo as chaves de rasgo.	Não
Ausência de recursos para realizar a limpeza das bandejas	Verificação em campo	Foi feita uma verificação em campo em cinco dias diferentes e com 5 operadores diferentes e foi verificado há pontos de água sempre próximos as chaves de rasgo.	Não
Material de limpeza nas mesas de impacto	Apointamentos do sistema de gestão de apontamentos do porto	A partir das observações das atuações das chaves de rasgo do mês de junho, foi possível verificar que 13 das 40 (32,5%) das atuações das chaves de rasgo foram por limpeza industrial	Sim
Acúmulo de material nas bandejas	Verificação em campo	Foi verificado que as chaves de rasgo tipo bandeja acumulam material excessivamente ao ponto que atuam a proteção indevidamente (sem rasgo de correia)	Sim
Falta de padronização nos planos de manutenção das chaves	Plano de manutenção contido no SAP (sistema de gerenciamento de informações)	Existe um plano de manutenção padrão para chaves de rasgo dos tipos existentes, o que refuta a ideia de ausência de plano de manutenção das chaves	Não
Chave de rasgo só normaliza por um lado do TR	Verificação em campo	Foi verificado que há uma melhoria nomeada de "Haste ZAP" que permite a normalização das chaves de rasgo pelo lado contrário ao contrapeso, porém essa melhoria só está presente em quatro transportadores.	Sim
Tela lisa da bandeja de rasgo	Verificação em campo	As chaves de rasgo tipo bandeja por concepção de projeto possuem chapa lisa (sem cortes ou rasgos). Comprovação a partir do DocTec 12631	Sim