

CICLO PDCA APLICADO AO PROCESSO DE AUTOMATIZAÇÃO DE BOMBA DE FOSSO SUBMERSÍVEL: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE LOGÍSTICA INTEGRADA EM SÃO LUÍS

PDCA CYCLE APPLIED TO SUBMERSIBLE PIT PUMP AUTOMATION PROCESS: CASE STUDY IN AN INTEGRATED LOGISTICS COMPANY IN SAO LUIS

SOUZA, Náira Cristina Galdez de ¹

ALMEIDA, Rafael Ferreira ²

ARANHA JUNIOR, Carlos César Correia ³

ARAÚJO FILHO, Patrício Moreira de ⁴

Resumo: A utilização de ferramentas da qualidade durante um processo de melhoria contínua auxilia as empresas em sua tomada de decisão. Sendo assim, este presente artigo se propõe a utilizar o Diagrama de Ishikawa, Matriz GUT, elaboração e acompanhamento de um Plano de Ação e o Diagrama de Pareto no ciclo PDCA, em um processo de automatização de bomba de fosso submersível em uma empresa de Logística Integrada na cidade de São Luís, no Estado do Maranhão. São identificados o cenário atual e a proposta de melhorias após a utilização dessas ferramentas, observando-se ganhos significativos de produtividade e utilização dos recursos, assim como padronização dos processos estudados, colaborando para que esta empresa se tornasse mais competitiva em seus processos de manutenção.

Palavras-chave: PDCA, Melhoria Contínua, Bomba de fosso submersível.

Abstract: The use of quality tools during a continuous improvement process assists companies in their decision making. Thus, this paper proposes to use the Ishikawa Diagram, GUT Matrix, elaboration and monitoring of an Action Plan and the Pareto Diagram in the PDCA cycle, in a process of automation of submersible pit pump in a Logistics company Integrated in the city of São Luís, in the State of Maranhão. The current scenario and the proposal for improvements after the use of these tools are identified, with significant gains in productivity and resource utilization, as well as standardization of the processes studied, helping to make this company more competitive in its maintenance processes.

Keywords: PDCA, Continuous Improvement, Submersible pit pump.

1. INTRODUÇÃO

A engenharia de produção é uma ciência que desenvolve trabalhos de melhorias nas áreas de segurança e processos, proporcionando uma operação e manutenção inovadora e sustentável. Este fato faz com que as práticas ligadas à engenharia de produção sejam cada vez mais divulgadas e que a sociedade em geral conheça a missão destes profissionais e desta ciência.

Dentro desta perspectiva é apresentada a visão sistêmica, em que consiste em relacionar entre si todos os elementos e fatores ligados a determinado processo produtivo, fazendo com que este possa ser desenvolvido de forma mais eficiente com recursos financeiros e humanos melhor utilizados.

¹ Graduado em Engenharia de Produção – Universidade Ceuma - naira_galdez@hotmail.com

² Especialista em Engenharia de Produção – Universidade Ceuma - rafaelalme@yahoo.com.br

³ Mestre em Ciências de Materiais – Universidade Ceuma – carlos.cesar@ceuma.br

⁴ Doutor em Engenharia Mecânica – Universidade Ceuma – patricio.moreira@ceuma.br

Nesse contexto, pequenas iniciativas dos profissionais da engenharia da produção podem equacionar problemas que até então eram considerados graves e de difícil solução. Um desses problemas está relacionado à drenagem dos fossos de drenagem do lençol freático localizado no Terminal Portuário de São Luís.

Dessa forma, este artigo busca apresentar alternativas aos atuais métodos utilizados e que estas possam contribuir para o processo, diminuindo a quantidade de mão de obra necessária e os materiais que seriam perdidos durante o decorrer das atividades.

É neste sentido que este método de Controle da Qualidade, o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), é utilizado de forma prática, a partir do estudo de caso em questão, utilizando todas as suas fases para solucionar o problema encontrado. Antes de tudo, é importante estabelecer um entendimento do que seja o método PDCA, para que sua aplicação seja compreendida em todas as suas fases no desenvolvimento do estudo, como uma ferramenta de gestão e como um ciclo de melhoria contínua.

Assim, trabalha-se a definição do problema proposto a ser solucionada, em seguida análise do fenômeno e suas características e a definição das metas, definição do plano de ação para se atingir a meta e eliminar o problema estabelecendo métodos para sua consecução e execução, sendo necessário para isso à educação e o treinamento das pessoas envolvidas, com a execução efetiva das ações planejadas.

A aplicação do método leva em conta verificação em que se constata de forma comparativa entre o que foi proposto no planejamento e o que já foi alcançado ou não. A partir da constatação de atingimento ou não dos resultados parte-se para as ações corretivas em que se podem seguir um dos dois caminhos: se foi possível, a partir da verificação, o atingimento dos resultados propostos inicialmente, então se passa ao processo de padronização para assegurar sua continuidade; caso ocorra o não atingimento dos resultados propostos deve-se estabelecer um estudo das ações corretivas, em seguida, retomar a metodologia do PDCA.

2. DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo são apresentados o histórico e conceitos referentes ao controle da qualidade, o ciclo PDCA e as ferramentas utilizadas no estudo caso.

2.1 CONTROLE DE QUALIDADE

Segundo Leonel (2008), historicamente o controle da qualidade como processo aplicado, surgiu nos Estados Unidos, na década de 30, mediante gráfico de controle inventado por Walter A. Shewhart, da empresa de Telefonia *Bell Telephone Laboratories* onde propôs o uso do gráfico de controle para a análise de dados resultantes de inspeção, fazendo com que a importância dada à

inspeção, um procedimento baseado na detecção e correção de produtos defeituosos, começasse a ser substituída por uma ênfase no estudo e prevenção dos problemas relacionados à qualidade, de modo a impedir que produtos defeituosos fossem produzidos.

O controle de qualidade ganha maior ênfase sendo aderido por um maior número de empresas no período da segunda guerra mundial. Diversas empresas que compõe a indústria bélica americana utilizaram essa ferramenta nos seus processos de produção de armamentos, o que possibilitou maior produção, melhor qualidade e menores custos atendendo de pronto as necessidades da guerra. Além dos processos de controle de qualidade americanos, tinha-se o controle de qualidade britânico chamado de “Padrões Normativos Britânicos BS 600” (LEONEL, 2008).

Entretanto, é importante notar que foi com os japoneses que o Controle de Qualidade sobe para um patamar de cultura que se enraíza em todos os processos de produção, economia, atuação política e ações. Os japoneses também já vinham estudando técnicas com aplicação de estatísticas modernas com a finalidade de melhorar a qualidade de seus produtos, embora competissem em quantidade, perdiam em qualidade para produtos de outros países. Com a ocupação americana, os japoneses passaram a adotar os seus métodos de qualidade aprendidos que ampliou a utilidade do método, expandindo não somente em áreas de interesse militar, mas também em outros setores da economia.

Em 1946 foi criada a *Union of Japanese Scientists and Engineers* (JUSE), constituída por engenheiros e pesquisadores comprometidos com a disseminação “de práticas e conhecimentos sobre controle de qualidade para as indústrias japonesas” (LEONEL, 2008).

A JUSE atuava estrategicamente em órgãos do governo, universidades e setores da indústria através do Grupo de Pesquisa e Controle da Qualidade.

De acordo com o Guia PMBOK (2013), o controle da qualidade consiste no processo de monitoramento e registro dos resultados da realização das atividades, com o objetivo de avaliar o desempenho e propor as mudanças necessárias.

2.2 PDCA

Na década de 50 Willian Edwards Deming, estatístico americano, foi convidado pela JUSE para proferir um seminário acerca do Controle da Qualidade para engenheiros e administradores. Nesse evento abordaram-se tópicos como: utilização do ciclo PDCA para a melhoria da qualidade; a importância do entendimento da variabilidade presente em todos os processos de produção de bens e serviços e a utilização de gráficos de controle para o gerenciamento de processos (DEMING, 1990).

Não obstante esses estudos, percebeu-se que o controle de qualidade ficava relegado a excessiva aplicação de métodos estatísticos, ficando direcionado a apenas setores mais operacionais da organização, o que evidenciava o pouco interesse de administradores e da alta direção.

Para Kenneth (1994), surgiu a necessidade de estender o conceito da qualidade para toda a organização, tornando-a um método mais amplo, pois o controle da qualidade é antes de tudo, uma ferramenta administrativa que deve se estender a organização como um todo. A partir daí, a evolução ao longo dos anos elevou o método Japonês, um aperfeiçoamento dos métodos Inglês e Americano, dando origem ao Controle da Qualidade Total.

Como pode se observar, o PDCA é um método essencial para melhoria da qualidade. Ou seja, foi o que possibilitou o desenvolvimento de uma noção ampla, da qualidade total e da melhoria contínua. É sob a ótica da Gestão da Qualidade Total “TQM (*Total Quality Management*), que o gerenciamento de processos deve ser conduzido por meio do giro do ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Action*). Assim, deve haver ciclos PDCA para controle, melhoramento e planejamento da qualidade” (FONSECA et al, 2008).

Este ciclo “possibilita a análise detalhada do problema e sua resolução de forma estruturada” (SOUSA et al, 2013). Já para (Leonel, 2008), na utilização do método poderá ser preciso empregar várias ferramentas para a coleta, o processamento e a disposição das informações necessárias à condução das etapas do PDCA. Estas ferramentas serão denominadas ferramentas da qualidade.

O método de planejamento, execução, verificação e atuação corretiva, aplicado ao controle da qualidade é também conhecido como Ciclo de Shewhart ou Ciclo de Deming, e consiste em uma ferramenta de gestão utilizada por diversas empresas no âmbito de suas atividades, ou de forma isolada em setores específicos de suas atividades. Este sistema foi concebido por Walter A. Shewhart e amplamente divulgado por Willian E. Deming e, assim como a filosofia *Kaizen*, tem como foco principal a melhoria contínua (VERGARA, 2006).

É nesse aspecto, o da filosofia da melhoria contínua (*kaizen*), que o PDCA ganha espaço no ambiente empresarial de forma decisiva. Esse método é apresentado como uma aplicação circular, por esse motivo, ciclo PDCA claramente dividido em passo-a-passo de aplicação, ou fases de aplicação interligadas com a finalidade de solucionar problemas e contribuir para a melhoria continua das atividades da empresa.

Como metodologia pode-se dizer que:

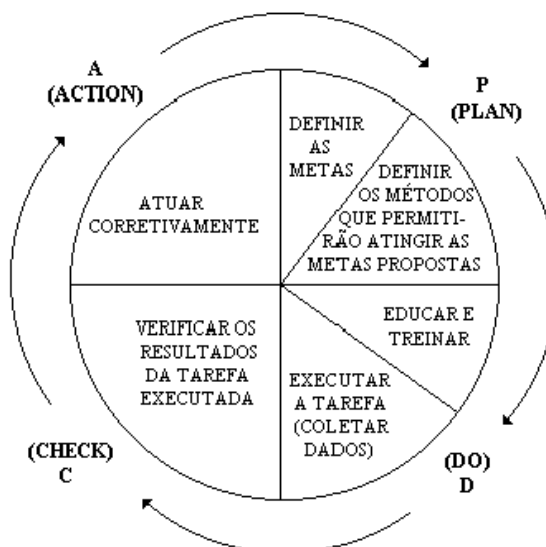
O Ciclo PDCA tem como objetivo exercer o controle dos processos, podendo ser usado de forma contínua para seu gerenciamento em uma organização, por meio do estabelecimento de uma diretriz de controle (planejamento da qualidade), do monitoramento do nível de controle a partir de padrões e da manutenção da diretriz atualizada, resguardando as necessidades do público alvo. (PACHECO et al, 2011).

Como a utilização do Ciclo PDCA está intimamente ligada ao entendimento do conceito de processo, é importante que todos os envolvidos em sua aplicação entendam a visão processual como a identificação clara dos insumos, dos clientes e das saídas que estes adquirem, além dos

relacionamentos internos que existem na organização, ou seja, a visão de cliente fornecedor interno a organização.

As fases do PDCA são apresentadas na figura 1.

Figura 1 - Ciclo PDCA



Fonte: SILVA (2006, apud NEVS, 2007)

Segundo Campos (1997, apud SOARES e LUZ, 2004) a fases são compostas da seguinte maneira:

- a) Planejamento (P) - Essa etapa consiste em estabelecer metas e estabelecer o método para alcançar as metas propostas. Consiste também na identificação do problema e reconhecer a sua importância, observação e investigação das características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista; análise, que consiste em descobrir as causas fundamentais e, por fim o plano de ação para bloquear as causas fundamentais.
- b) Ação (D) - Executar as tarefas exatamente como foi previsto na etapa de planejamento e coletar dados que serão utilizados na próxima etapa de verificação do processo. Na etapa de execução são essenciais educação e treinamento no trabalho. A ação nesta fase consiste em bloquear as causas fundamentais.
- c) Verificação (C) - A partir dos dados coletados na execução comparar o resultado alcançado com a meta planejada; Ou seja, verificar se o bloqueio foi efetivo; Indagar: o bloqueio foi efetivo?
- d) Atuação Corretiva (A) - Etapa que consiste em atuar no processo em função dos resultados obtidos, adotando como padrão o plano proposto, caso a meta tenha sido atingida ou agindo sobre as causas do não atingimento da meta, caso o plano não tenha sido efetivo. Em suma: Padronização que consiste em prevenir contra o reaparecimento do problema e

Conclusão com recapitulação de todo o processo de solução de problema para trabalho futuro.

As fases supramencionadas que compõem o ciclo PDCA, devem ser aplicadas antes de tudo, comprometida com uma finalidade, uma meta, um resultado proposto, o controle da qualidade e sua manutenção. O que torna o PDCA fundamental no processo de implantação da Qualidade Total e ou certificações que tem como foco a qualidade.

Para Lima (2006, apud NEVES, 2007), o Ciclo PDCA é processo que padroniza as informações do controle da qualidade, evita erros lógicos nas análises, e facilita o entendimento das informações. Pode também ser usado para facilitar a transição para o estilo de administração direcionada para melhoria contínua. Já para Silva (2006, apud NEVES, 2007), a metodologia PDCA é um método de gestão que representa o caminho para que as metas delineadas sejam alcançadas e, ainda, que existem dois tipos de metas: de manutenção e metas melhoria dos processos.

As metas para manutenção consistem na manutenção de um padrão, faixa aceitável de valores para o item de controle considerado, representando especificações do produto provenientes de clientes internos e externos à empresa. Visam à consistência dos produtos ou serviços. Neste sentido, pode se dizer que:

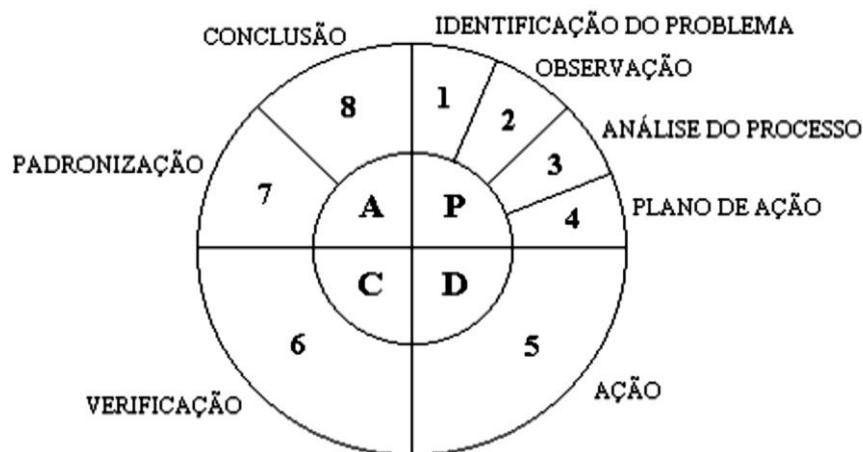
O Ciclo PDCA deve ser girado de forma sistemática e disciplinada. LIMA (2006) afirma que no Ciclo PDCA são feitas revisões periódicas dos problemas detectados no giro de tal ciclo e são classificados os problemas prioritários que devem ser tratados no ciclo de melhoria de forma que as diretrizes anuais da alta direção sejam alcançadas (NEVES, 2007).

Metas para melhoria são metas que vêm como desafios do mercado, resultam das exigências dos clientes, movidas pelo desejo de um produto cada vez melhor, a um custo cada vez menor e entrega cada vez mais precisa. Visam à melhoria, ao longo do tempo. Já neste caso, segundo Neves (2007):

O Ciclo PDCA de melhoria é aplicado para sempre melhorar os resultados do processo, visando o mercado, cada vez mais exigente. Neste caso, geralmente são usados valores, como metas; por exemplo, redução de retrabalhos, redução de peças defeituosas em 20%, aumento de 15% da produtividade, etc. Em cada meta estabelecida, tem-se um problema para alcançá-la.

As duas situações acima metas de manutenção e metas de melhoria e sua aplicabilidade são mais bem evidenciadas no gráfico a seguir que é uma ampliação da figura 2.

Figura 2 - Desdobramento do ciclo PDCA



Fonte: SILVA (2006, apud NEVS, 2007)

Na gestão da qualidade, o Ciclo PDCA pode ser considerado tanto uma metodologia fundamental de controle de qualidade, quanto um modelo de gestão aplicado à resolução de problemas. Esses problemas podem ser amplos no nível da empresa como um todo, de seus processos de gestão, das tomadas de decisões, de sua política e de sua cultura como pode ser uma ferramenta pontual aplicada em setores específicos para resolver um problema específico. É neste sentido, precisamente, que o PDCA é utilizado no estudo de caso em questão, visando tanto à correção de um problema, quanto à manutenção do padrão que se estabeleceu após a melhoria.

2.3 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

O sucesso na aplicação do ciclo PDCA para manutenção ou para melhoria depende da utilização de outras ferramentas que, aplicadas em conjunto, possibilitam a coleta e análises de dados. Entre as ferramentas da qualidade, as técnicas estatísticas são de especial importância, dentre essas técnicas as apresentadas a seguir são as mais utilizadas:

- a) Sete Ferramentas da Qualidade (Estratificação, Folha de Verificação, Diagrama de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, Histograma, Diagrama de Dispersão, Gráfico de Controle)
- b) Amostragem
- c) Análise de Variância
- d) Análise de Regressão
- e) Planejamento de Experimentos
- f) Otimização de Processos
- g) Análise Multivariada
- h) Confiabilidade

Trata-se de ferramentas adicionais que servem a essa finalidade, à meta que se quer alcançar por meio do PDCA. Essas ferramentas possibilitam a coleta de informações com maior riqueza de detalhes, aplicadas de acordo com o problema que se quer resolver ou ainda, poderá ser utilizado para manter o resultado atingido ou na busca de um resultado melhor. Segundo Campos (1992):

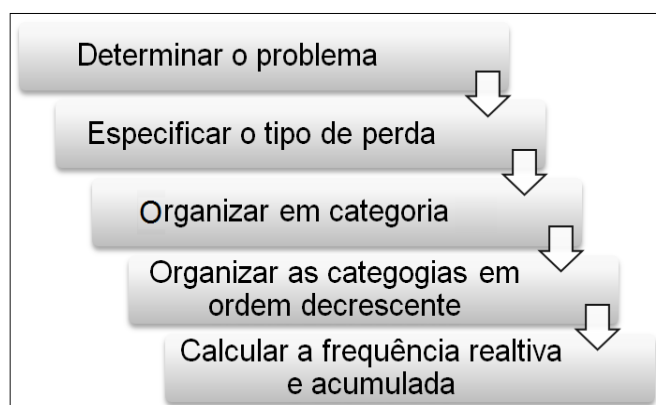
O ciclo PDCA de controle pode ser utilizado para manutenção do nível de controle (ou cumprimento das “diretrizes de controle”), quando o processo é repetitivo e o plano (P) consta de uma meta que é uma faixa aceitável de valores e de um método que corresponde os “Procedimentos Padrões de Operação” ... Também utilizado nas melhorias do nível de controle (ou melhoria da “diretriz de controle”). Neste caso, o processo não é repetitivo e o plano consta de uma meta que é um valor definido (por exemplo: reduzir o índice de peças defeituosas em 50%) e de um método que compreende aqueles procedimentos próprios necessários para se atingir uma meta. Esta meta é o novo “nível de controle” pretendido.

Embora as técnicas estatísticas sejam as mais utilizadas, também observa-se em grande parte dos estudos sobre PDCA e gestão da qualidade, a utilização da matriz de priorização GUT e do plano de ação, uma vez que o objetivo da utilização dessas ferramentas é apoiar a direção na tomada de melhores decisões.

2.3.1 Diagrama de Pareto

De acordo com Slack et al. (2006), o diagrama de Pareto possibilita diferenciar entre o que é significativo e o que é trivial para o melhoramento do processo. Esta técnica se baseia no estudo de situações decorrentes de algumas poucas variáveis que são a origem de boa parte das falhas existentes, e para conseguir identificá-las divide-se o processo em etapas para melhor coletar os dados, tornando mais explícito o encontro das falhas (figura 3).

Figura 3 - Etapas de construção do diagrama de Pareto



Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml (2007)

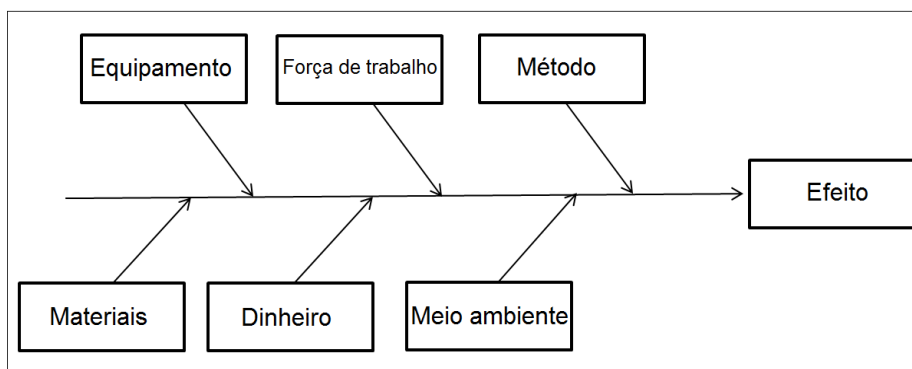
Segundo Peinado e Graeml (2007), a utilização de Pareto para a análise de um problema dar-se-á pelo método empregado por essa ferramenta, que possibilita distinguir entre as reais causas e

causas secundárias de um problema. Deste modo, permite a identificação rápida da principal falha ocasionando na descoberta da solução mais eficiente para eliminar o problema.

2.3.2 Diagrama de Ishikawa

Para Peinado e Graeml (2007), o diagrama de Ishikawa (figura 4), conhecido também como diagrama espinha de peixe ou causa-efeito, é uma ferramenta que expõe os fatores possíveis que estão gerando as falhas. E para auxiliar a análise das hipóteses levantadas a partir da ferramenta faz-se necessário um *brainstorming* para solucionar o problema.

Figura 4 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: Adaptado de Slack et. al (2006)

Conforme Slack et. al (2006), para utilizar essa ferramenta é necessário deixar em evidência e especificar o problema ao qual precisa ser sanado. O diagrama de causa-efeito permite categorizar as eventuais causas, as categorias mais comumente empregadas são: equipamento, força de trabalho, método, materiais, dinheiro e meio ambiente. Assim, buscando alinhar em cada categoria as possíveis questões ligadas às causas do problema e com base nesse levantamento propor discussões que possibilitem encontrar a melhor solução.

2.3.3 Plano de Ação

Segundo Vergara (2006), o plano de ação foi desenvolvido na indústria automobilística japonesa para auxiliar a implantação do PDCA, podendo ser aplicado através da ferramenta 5W2H, conforme tabela 1.

Tabela 1 - Plano de Ação (5W2H)

Plano de Ação			
5W	What	O quê ?	Que ação será executada ?
	Who	Quem ?	Quem irá executar/participar da ação ?
	Where	Onde ?	Onde será executada a ação ?
	When	Quando ?	Quando a ação será executada ?
	Why	Por quê ?	Por que a ação será executada ?
2H	How	Como ?	Como será executada a ação ?
	How much	Quanto Custa ?	Quanto custa para executar a ação ?

Fonte: adaptado de Vergara (2006)

Dessa forma, o plano de ação auxilia na organização das informações referentes ao cumprimento das metas, assim como o seu acompanhamento, pois esta ferramenta é utilizada na elaboração dos indicadores e para o mapeamento e padronização de processos.

Mesmo sendo uma ferramenta gerencial, seu objetivo é facilitar o entendimento dos envolvidos nas ações através da definição e divulgação de métodos, prazos, objetivos, responsabilidades e recursos associados (VERGARA, 2006).

2.3.4 Matriz de Priorização

Ainda de acordo com Vergara (2006), com o objetivo de minimizar os impactos das ações e priorizá-las, uma vez que os recursos disponíveis são escassos e finitos nas organizações, utilize-se uma matriz de representação dos problemas ou riscos potenciais, com análises quantitativas através da atribuição de pesos para priorizá-los, conforme tabela 2.

Tabela 2 - Matriz GUT

Matriz GUT			
Gravidade (G)	Urgência (U)	Tendência (T)	G x U x T
Extremamente graves	Ação imediata	Piorar rapidamente	5
Muito graves	Alguma urgência	Piorar em pouco tempo	4
Graves	O mais cedo possível	Piorar em médio prazo	3
Pouco graves	Pode esperar um pouco	Piorar em longo prazo	2
Sem gravidade	Não tem pressa	Não vai piorar	1

Fonte: adaptado de Lucinda (2010)

Geralmente os problemas são organizados em uma tabela e analisados segundo os aspectos de gravidade (G), urgência (U) e tendência (T), sendo atribuído em ordem decrescente de intensidade, um valor inteiro entre 1 e 5 para cada uma dessas dimensões (GUT), sendo realizada sua multiplicação

para obtenção do fator de risco previsto. Daí ordena-se os problemas por ordem decrescente de fator de risco e realizasse a priorização/tratamento daqueles que obtiveram a maior pontuação.

Segundo Lucinda (2010), essa matriz de priorização também é utilizada para auxiliar a aplicação do ciclo PDCA, por isso a empresa onde foi elaborado este estudo de caso adaptou a matriz GUT acrescentando a letra A, referente à Autonomia para resolução dos problemas, por se tratar de uma área operacional, adequando à sua realidade de atuação, gerando a seguinte matriz GUTA, conforme tabela 3.

Tabela 3 - Matriz GUTA

Matriz GUTA				
Gravidade (G)	Urgência (U)	Tendência (T)	Autonomia (A)	G+U+T+A
Extremamente importante	Já	Piorar	Alta	9
Muito importante	Posso aguardar	Permanecer como está	Média	3
Mais ou menos importante	Não há pressa	Melhorar	Baixa	1
Sem importância	Não há necessidade	N/A	N/A	0

Fonte: adaptado de Empresa de Logística Integrada

A metodologia desta Matriz de priorização GUTA analisa os problemas levantados através de um *brainstorming*, identifica o prejuízo que poderá ocorrer através dessa situação (Gravidade), qual é a necessidade de ação imediata (Urgência), o que acontece se nada for feito (Tendência) e o grau de influência para a solução da possível causa (Autonomia).

Sua aplicação ocorre na área operacional com o objetivo de facilitar a priorização e resolução dos problemas pelos próprios funcionários, com a intervenção dos CCQ's (Círculo de Controle da Qualidade), responsáveis pela melhoria contínua dos processos.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

O presente estudo de caso possui natureza descritiva e exploratória, sendo realizado levantamento bibliográfico sobre as melhores práticas de utilização do ciclo PDCA para auxílio à tomada de decisão nos processos de manutenção, e realizado o levantamento do histórico da quantidade de ocorrências e recursos utilizados no processo de monitoramento de drenagem nos fossos submersíveis durante o período de 2018, em uma empresa de Logística Integrada localizada no Terminal Portuário, no distrito industrial de São Luís, Maranhão.

Esta empresa possui um sistema de logística integrada, interligando ferrovias, terminais e portos, reúne as melhores condições para atender, com eficiência, às principais regiões brasileiras produtoras de bens e produtos industrializados, siderúrgicos, agrícolas e minerais.

Está presente em nove estados brasileiros e no Distrito Federal, sua logística tem uma grande vantagem competitiva, referente à capacidade, dinamismo e praticidade para fazer o escoamento dos mais variados produtos dos clientes, em conexão direta com o abastecimento de insumos e matéria-prima, sendo composta por cinco grandes corredores logísticos que cobrem as regiões mais importantes do país.

O Terminal Portuário São Luís é operacionalizado no Porto de Itaqui e possui vantagem competitiva devido a sua localização estratégica, próxima da rota com a Europa e Estados Unidos, sendo responsável pelo escoamento da produção de soja, milho, farelo de soja e ferro gusa, principalmente. Sua estrutura atual é composta por 1 píer de atracação com 280 metros de comprimento e profundidade de 18 metros, 7 silos e armazéns de estocagem de grãos com capacidade estática de 240 mil toneladas, 3 pátios de ferro gusa com capacidade estática de 140 mil toneladas e descarga ferroviária de grãos e ferro gusa, assim como descarga rodoviária de grãos.

A metodologia utilizada neste estudo foi a aplicação de ferramentas de qualidade seguindo o seguinte roteiro da tabela 4.

Tabela 4 - Roteiro de Aplicação do PDCA

ETAPA	OBJETIVO	FASE	FERRAMENTAS (Recursos Sugeridos)
P	1 - Identificação do problema	1.1 - Escolher o problema 1.2 - Levantar histórico do problema 1.3 - Mostrar perdas atuais e ganhos viáveis do projeto 1.4 - Obter aprovação do gerente	1.1.1 - Diretrizes gerais da área, matriz de priorização, gráficos, pesquisas, etc. 1.2.1 - Gráficos, fotografias, qualquer dado histórico 1.3.1 - Após o levantamento e análise de todas as informações, apresentar em uma reunião as conclusões 1.4.1 - Reunião
	2 - Análise do Fenômeno	2.1 - Conhecer as características do problema 2.1 - Estratificar o problema chegando a um problema priorizado 2.3 - Definir a meta (objetivo, prazo e valor) 2.4 - Elaborar um cronograma inicial para referência	2.1.1 - Coleta de dados, gráfico de pareto, diagrama de árvore, fotos e filmes, fluxograma, relatórios, folha de verificação, observação do problema no local 2.2.1 - Cronograma
	3 - Análise do processo	3.1 - Definir as causas influentes do problema 3.2 - Identificar as causas fundamentais 3.3 - Priorizar as causas 3.4 - Analisar as causas priorizadas	3.1.1 - Brainstorming 3.2.1 - Diagrama de causa e efeito, técnicas dos por quês 3.3.1 - Gráfico de pareto, matriz de priorização 3.4.1 - Análise dos dados obtidos após definição das causas fundamentais, reuniões
	4 - Plano de Ação	4.1 - Elaborar estratégia de ação 4.2 - Elaborar plano de ação com base na meta a ser atingida e rever cronograma inicial 4.3 - Obter aprovação do gestor	4.1.1 - Brainstorming, discussão com o grupo 4.2.1 - 5W2H, cronograma 4.3.1 - Reunião, definição de itens de controle e de verificação
D	5 - Execução	5.1 - Divulgar o plano de ação elaborado à toda equipe 5.2 - Treinar os envolvidos na execução do plano de ação 5.3 - Executar as ações definidas no plano de ação 5.4 - Acompanhar a execução das ações e realizar ajustes se necessário	5.1.1 - Reunião participativa 5.2.1 - Treinamento 5.3.1 - Plano de ação, cronograma 5.4.1 - Verificar fisicamente e no local a implantação das ações registro em relatório dos pontos positivos, negativos
C	6 - Verificação	6.1 - Comparar os resultados 6.2 - Verificar os efeitos secundários das mudanças 6.3 - Avaliar a efetividade das ações	6.1.1 - Gráfico de pareto, dados coletados antes e após a execução das ações para comparação 6.3.1 - Gráficos, relatórios, medições, pesquisas, levantar os benefícios tangíveis e intangíveis
A	7 - Padronização	7.1 - Elaborar novo padrão ou alterar o já existente 7.2 - Comunicar aos envolvidos a atualização ou criação do padrão 7.3 - Treinar os envolvidos no novo padrão ou no padrão atualizado 7.4 - Monitorar a utilização do padrão	7.1.1 - Deixar claro no padrão o 5W2H, criatividade para deixar o padrão simples e claro 7.2.1 - Comunicados, circulares, reuniões 7.3.1 - Treinamentos, reuniões, elaboração de manuais 7.4.1 - Acompanhar no local a utilização do padrão, verificações periódicas
	8 - Conclusão	8.1 - Relacionar os problemas remanescentes 8.2 - Planejar o "ataque" aos problemas remanescentes 8.3 - Refletir sobre as atividades executadas pelo grupo considerando o objetivo do projeto e a metodologia aplicada	8.1.1 - Análise dos resultados, demonstrações gráficas 8.2.1 - Utilizar as ferramentas da qualidade que se melhor se aplicam à solução do problema remanescente 8.3.1 - Analisar as etapas executadas para execução do projeto e os resultados obtidos (analisar o cronograma, reuniões, diagramas, gráficos, participação dos envolvidos, etc.)

Fonte: Adaptado de Empresa de Logística Integrada

A partir do cumprimento das etapas acima descritas, foi possível realizar o diagnóstico dos processos de manutenção desta empresa, priorizar os problemas e propor sugestões de melhoria

contínua através dos grupos denominados CCQ's, compostos por profissionais desta empresa envolvidos nas atividades analisadas.

3.2 APLICAÇÃO DO PDCA

3.2.1 Planejamento (Plan)

3.2.1.1 Identificação do problema

Durante a pesquisa de campo observou-se que os processos analisados no Terminal Portuário de São Luís são compostos por 5 silos e 2 armazéns para estoques de grãos, manganês e ferro gusa são eles: os silos 01, 03, 04, 05, 06 e armazéns 02 e 07. Há uma diferenciação de silos para armazéns.

Os silos têm menor ventilação interna e menor número de válvulas para descarga do produto do silo que os armazéns (exceto o silo 05 que tem um número maior de válvulas de descarga, por ter uma maior capacidade armazenagem), conseqüentemente um maior número de particulado suspenso passivo de respiração do operário, sendo assim o silo considerado espaços confinado com risco de sufocamento.

Os armazéns, por sua vez, têm melhores dutos de ventilação e são separados em duas células de armazenagem, separadas por uma parede de concreto, células A e B, mas não deixam de ser espaço confinado, além de necessitarem de um carro TRIPPER, o qual a função é distribuir a carga oriunda da descarga igualmente entre as células do armazém, se movimentando e espalhando a carga.

Os silos 06, 03, 04 com capacidades de 25.000 toneladas cada, silo 05 com capacidade de 46.000 toneladas e o silo 01 com capacidade de 22.500 toneladas, assim como o armazém 02 com capacidade de 50.000 toneladas e o armazém 07 com capacidade de 45.000 toneladas foram analisados nesse estudo.

Estes silos e armazéns são utilizados para estocagem dos produtos já citados, com o objetivo de facilitar o processo da logística integrada composta de diversas etapas, indo desde o transporte ferroviário até o transporte final nos navios atracados nos portos, conforme figura 5.

Na construção desses silos e armazéns, sentiu-se a necessidade de instalar bombas para drenagem de fossos nos silos, nos armazéns, pátio e nos elevadores de canecas que fazem a recuperação do material para levar para as correias transportadoras, para realização do processo de embarque e devido a profundidade da escavação dos mesmos, que sofrem a fluência direta do lençol freático que foi necessário a criação de bombas para realizar processo de drenagem da água.

Figura 5 - Terminal Portuário de São Luís



Fonte: Empresa de Logística Integrada

Após a realização de um *brainstorming* com as partes envolvidas, foram destacados alguns problemas, como:

- a) Elevação de custo de manutenção nas trocas das bombas;
- b) Instalação de novas bombas dos fossos;
- c) Alagamento nas bases dos elevadores e no piso dos transportadores;
- d) Riscos biológicos por contaminação do material embarcado;
- e) Elevado tempo de monitoramento de drenagem dos fossos;
- f) Risco de perda de material;
- g) Aumento das operações de limpeza (limpeza da lente de câmeras do silo 7);
- h) Aumento do HH (homem x hora) na operação, aumentando o custo;
- i) Formação de primeira camada de gusa;
- j) Dificuldade de acesso na área dos fossos.

Todos estes problemas somados denotam a real necessidade de desenvolver um sistema que seja capaz de evitar a queima das bombas dos fossos e diminuir o tempo na rotina do operador portuário.

Para analisar as causas elencadas foi utilizada a matriz de priorização GUTA (tabela 5), que tem como principal objetivo priorizar os principais problemas levantados através do *brainstorming*, para que o processo produtivo possa ocorrer sem impedimentos.

Tabela 5 - Matriz de Priorização GUTA

Problema	G	U	T	A	Total
Elevado tempo de monitoramento de drenagem de fossos	3	9	9	9	30
Dificuldade de acessibilidade na área dos fossos	3	3	3	3	12
Alagamento nas bases dos elevadores e no piso dos transportadores	9	9	9	1	28
Elevado HH Operação	3	3	1	3	10
Formação de primeira camada de gusa	1	1	3	3	8
Limpeza de lente de câmeras silo 7	3	1	3	1	8
Perda de material	1	1	1	1	4
Risco Biológico	1	3	1	1	6
Elevação de custo manutenção /instalação de bombas dos fossos	1	3	1	1	6

Fonte: Adaptado de Empresa de Logística Integrada

A partir da análise da Matriz GUTA foi identificado que o problema relacionado ao elevado tempo de monitoramento de drenagem de fosso deveria ser priorizado, pois é que o mais impacta na produtividade do setor de manutenção e o que os próprios funcionários possuem maior autonomia para solução, facilitando sua execução.

3.2.1.2 Observação do Problema (Análise do Fenômeno)

O problema relato é responsável por grandes perdas econômicas o que, adotando a visão sistêmica, ocasionam um processo que precisa de ajustes e soluções para que o mesmo possa ter seus custos menores de manutenção e operação e principalmente a autoestima elevada das pessoas envolvidas na melhoria proposta.

Os principais problemas observados no processo priorizado são:

- a) Aumentar a disponibilidade do operador para execução de outras atividades da sua rotina diária;
- b) Diminuir a queima das bombas por cavitação.

A figura 6 refere-se a área de um silo para ilustrar o espaço disponível para realização do monitoramento dos fossos.

Figura 6 - Área Fosso do Silo 05



Fonte: Empresa de Logística Integrada

O procedimento de operação sem a automatização proposto leva o operador do turno a realizar pelos menos uma ou duas vezes em cada turno, necessitando a presença do operador para desligar a bomba de drenagem e que por sua vez, pressiona o comando manual no painel da bomba e aguarda a drenagem, operações estas repetidas ao longo da jornada de trabalho, com riscos ergonômicos aos trabalhadores.

Através da utilização de uma folha de verificação foi estratificado o número de ocorrências e sua duração média, conforme tabela 6.

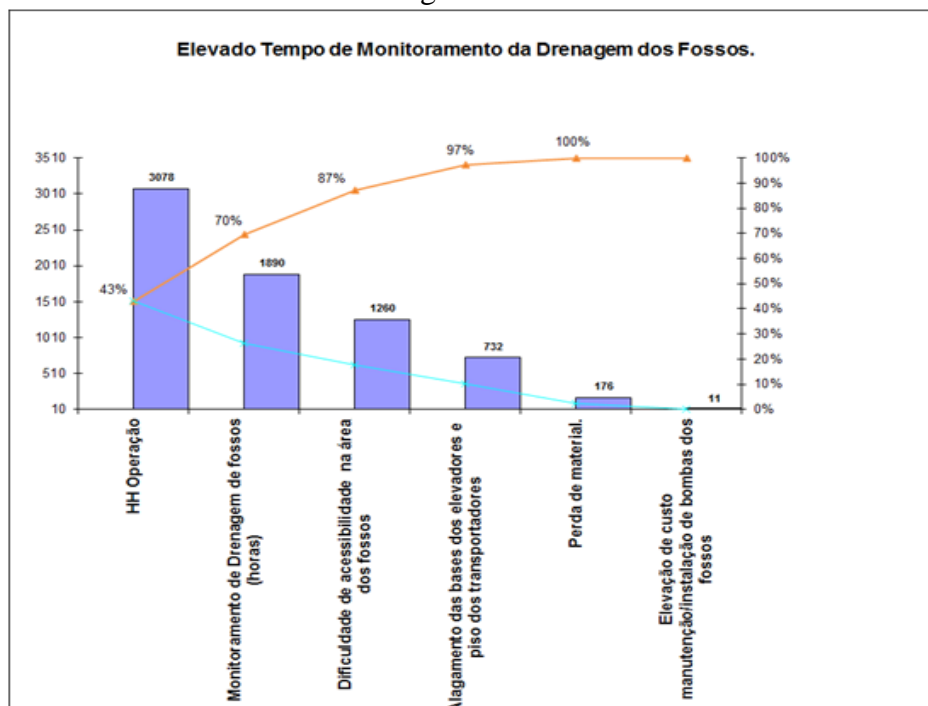
Tabela 6 - Folha de Verificação

Tópicos da estratificação	N.º de Ocorrências	% Acumulado	% Unitário
HH Operação	3078	43%	43%
Monitoramento de Drenagem de fossos (horas)	1890	70%	26%
Dificuldade de acessibilidade na área dos fossos	1260	87%	18%
Alagamento das bases dos elevadores e piso dos tra	732	97%	10%
Perda de material.	176	100%	2%
Elevação de custo manutenção/instalação de bombas	11	100%	0%
		100%	0%
		100%	0%
		100%	0%
		100%	0%
Total	7147		100%

Fonte: Elaborada pelo autor

Como pode-se observar, o HH utilizado na operação é o principal fator do elevado tempo de monitoramento da drenagem dos fossos. No gráfico 1 é apresentado o diagrama de Pareto para confirmar a informação.

Gráfico1 - Diagrama de Pareto



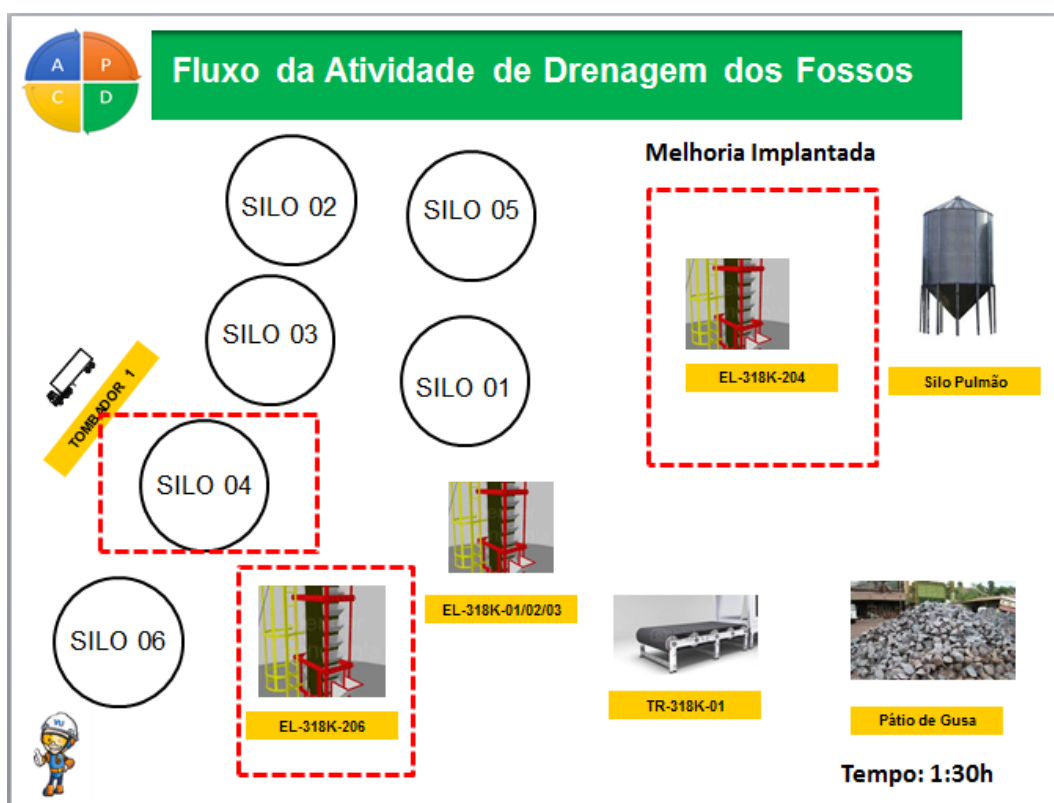
Fonte: Elaborado pelo autor

Utilizando a folha de verificação para analisar o processo de coleta de dados dos problemas levantados e fazer as comparações no Diagrama de Pareto, foi possível priorizar os problemas e as causas relativas do estudo.

Com relação aos processos, a proposta de automatização se constitui na simplificação dessas operações. Devido à alta demanda de atividade para os turnos, o operador não tem disponibilidade suficiente para acompanhar totalmente a drenagem do fosso, ocasionando algumas vezes a queima da bomba por cavitação ou obstrução do mangote da bomba com grãos que servem para realizar o direcionamento do produto sugado.

O gráfico 2 ilustra o fluxo da atividade de drenagem dos fossos.

Gráfico 2 - Fluxograma de Drenagem dos Fossos



Fonte: Elaborado pelo autor

Desse modo foi definida uma meta através de uma média de monitoramentos da atividade de rotina do operador calculado em Homem X Hora (HH) e utilizando o conceito *SMART* (eSpecifico, Mensurável, Atingível, Relevante e Temporal), conforme segue abaixo.

Meta: Reduzir em 25% HH da Operação durante execução da atividade de monitoramento dos fossos automatizados, reduzindo a contratação de pessoas para executar atividades de manutenção e operação até dezembro de 2017.

A tabela 7 de acompanhamento do total de HH da operação.

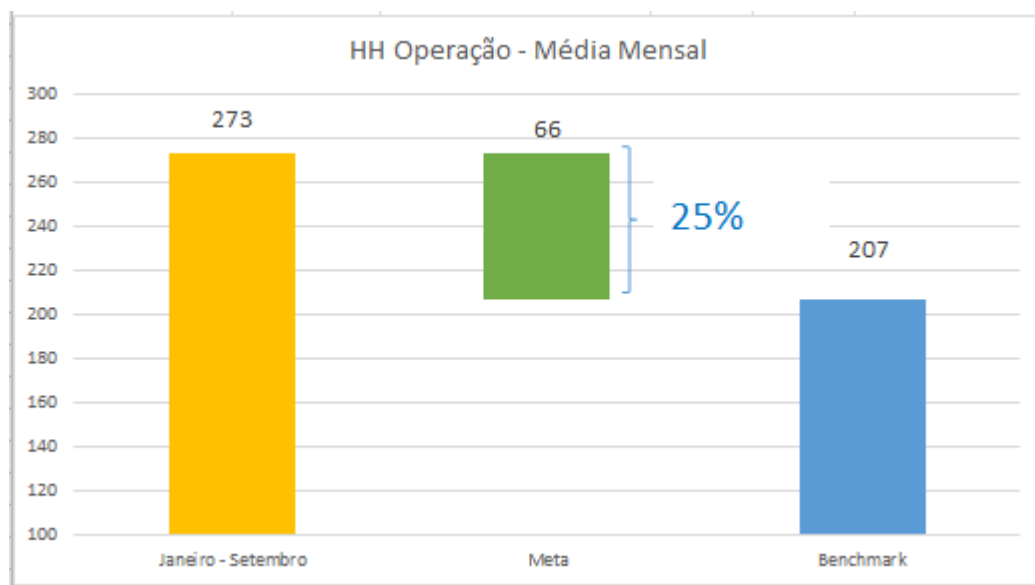
Tabela 7 - Evolução do HH Operação mensal em 2017

HH Operação						
	Horas/fosso	Qtd. monitoramentos/dia	Nº fossos	Nº dias	Total de horas/mês	
Janeiro	0,25	3	12	31	279	
Fevereiro	0,25	3	12	28	252	
Março	0,25	3	12	31	279	
Abril	0,25	3	12	30	270	
Mai	0,25	3	12	31	279	
Junho	0,25	3	12	30	270	
Julho	0,25	3	12	31	279	
Agosto	0,25	3	12	31	279	
Setembro	0,25	3	12	30	270	
Outubro	0,25	3	9	31	209,25	
Novembro	0,25	3	9	30		
Dezembro	0,25	3	9	31		
TOTAL	3	36	135	365	2666,25	

Fonte: Elaborado pelo autor

Para composição da meta de redução em 25% do HH da operação, foi utilizado um *benchmark* do acumulado de 2017, baseado no cálculo da média mensal estimando a automação de 3 bombas conforme representado no gráfico 3.

Gráfico 3 - Projeção da meta

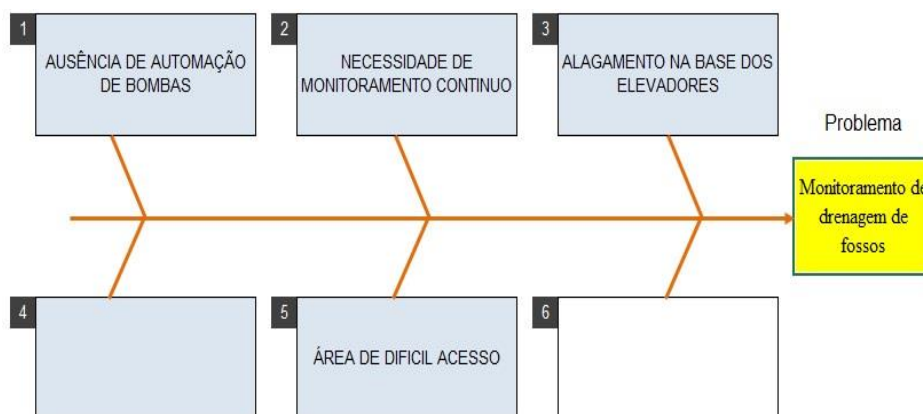


Fonte: Elaborado pelo autor

3.2.1.3 Análise do Processo

As causas possíveis para os problemas identificados acima foram levantadas através da utilização do diagrama tipo espinha de peixe para determinação das possíveis causas dos problemas, este método também é conhecido como diagrama Ishikawa, diagrama de causa e efeito ou 6M, conforme gráfico 4.

Gráfico 4 - Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: Elaborado pelo autor

A fim de analisar as possíveis causas dos problemas apresentados, realizou-se o teste dos Por Quês. O resultado é apresentado no quadro 1.

Quadro 1 - Teste dos Por Quês

<p>Automatização do monitoramento da drenagem dos fossos.</p> <p>Por quê?</p> <p>Falta de um sistema voltado para a atividade Projeto estrutural não contemplava a automação do sistema Falta de estudo da tarefa</p>		<p>O que Fazer?</p> <p>Implantar sistema de automação de bombas</p>
<p>Monitoramento contínuo de drenagem dos fossos</p> <p>Por quê?</p> <p>Evitar alagamento da base do elevadores de carga Evitar contaminação de material Reduzir quebra de material Reduzir perda de volume</p>		<p>Drenagem contínuo dos fossos</p>
<p>Alagamento nas bases dos elevadores e no piso dos transportadores</p> <p>Por quê?</p> <p>Não foi implantado melhoria de automação em todos os fossos Disponibilidade de Material Custo O Problema já estava em PRO(Custo incorporado à manutenção da atividade)</p>		<p>Replicar sistema de automação das bombas de fossos</p>
<p>Área de difícil acesso devido o alagamento</p> <p>Por quê?</p> <p>Devido ao difícil acesso ao painel de acionamento das bombas; O painel fica localizado na descida da base dos elevadores; Para ficar em um ponto de fácil observação da drenagem de água</p>		<p>Mudança do Escopo da Atividade</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

Foi identificado que a causa raiz do problema estudado é o processo manual de drenagem dos fossos.

3.2.1.4 Plano de Ação

Com base nos dados estudados a proposta de solução foi instalar uma bomba automatizada para melhorar a operação da drenagem dos fossos, através da elaboração de um plano de ação, que é o acompanhamento do passo a passo de todas as atividades previstas para realização da melhoria proposta, conforme estabelecida na tabela 8.

Tabela 8 - Plano de Ação

Plano de Ação						3 Gerações					
MEDIDAS	O QUE	POR QUE	COMO	ONDE	QUEM	QUANDO			RESULTADOS ALCANÇADOS	PONTOS PROBLEMATIZADOS	PROPOSTA DE NOVAS AÇÕES
IMPLEMENTAR SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DAS BOMBAS	AUTOMATIZAR SISTEMA DE DRENAGEM DOS FOSSOS	REDUZIR TEMPO DE MONITORAMENTO	AUTOMATIZAÇÃO POR SENSOR	SILO DE GRÃOS	OPERAÇÃO EMBARQUE / ELTRICA	M	Mar	Abr	REDUÇÃO DE HH MANUTENÇÃO DE BOMBAS, REDUÇÃO DE CUSTO	DIFICIL ACESSO PARA IMPLANTAÇÃO	REPLICAÇÃO DO PROJETO EM TODOS OS FOSSOS
						P	-	-			
						R	-	-			
DRENAGEM CONTINUA DOS FOSSOS	INSTALAÇÃO DE DRENAGEM TEMPORIZADA	EVITAR FALHAS POR CAVITAÇÃO E TEMPO DE MONITORAMENTO	AUTOMATIZAÇÃO POR SENSOR	SILO DE GRÃOS	OPERAÇÃO EMBARQUE / ELTRICA	M	Mai	Jun	REDUÇÃO DE HH OPERAÇÃO	AINDA NÃO ESTA FUNCIONANDO EM TODOS OS FOSSOS	REPLICAÇÃO DO PROJETO EM TODO SITE
						P	-	-			
						R	-	-			
REPLICAR SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DAS BOMBAS DE FOSSOS	IMPLANTAR SONDAS NO FOSSO DOS ELEVADORES	EVITAR FALHAS POR CAVITAÇÃO/ CUSTO COM BOMBAS	AUTOMATIZAÇÃO POR SENSOR	SILO DE GRÃOS	OPERAÇÃO EMBARQUE / ELTRICA	M	Jul	Ago	REDUÇÃO DE CUSTO SUBSTITUIÇÃO DE BOMBAS QUEIMADAS	ESTOQUE DE BOMBAS PARADO	UTILIZAÇÃO EM OUTROS PROJETOS
						P	-	-			
						R	-	-			
MUDANÇA DO ESCOPO DA ATIVIDADE	AUTOMAÇÃO DA ATIVIDADE	REDUZIR TEMPO DE MONITORAMENTO	AUTOMATIZAÇÃO POR SENSOR	SILO DE GRÃOS	OPERAÇÃO EMBARQUE / ELTRICA	M	Set	Out	AUMENTO DE PRODUTIVIDADE DOS OPERADORES	AINDA NÃO ESTA FUNCIONANDO EM TODOS OS FOSSOS	REPLICAÇÃO DO PROJETO EM TODOS OS FOSSOS
						P	-	-			
						R	-	-			

Fonte: Elaborado pelo autor

O plano de ação acima previsto é viável economicamente, pois os custos envolvidos neste projeto, por unidade automatizada, são apenas de mão-de-obra dos próprios funcionários da empresa objeto do estudo (R\$ 94,00), sensores indutivos (R\$ 26,00), boias de isopor (R\$ 5,00) e alumínio e outros insumos oriundos de sobras das operações dessa empresa, totalizando R\$ 120,00 por bomba de fosso submersível.

3.2.2 Ação (Do)

O projeto de melhoria na automatização da bomba do fosso teve como objetivos aumentar a produtividade e qualidade do serviço de drenagem da água oriunda dos lençóis freáticos para

melhorar o bem estar do operador com a redução dos impactos ergonômicos e outros causados por horas de trabalho repetitivo. A execução deste projeto de melhoria modifica o sistema criado pelo projeto inicial da planta, a proposta de automatização se constitui basicamente em melhorias elétricas na parte de sensores elétricos e sensores temporizados.

Este processo é baseado na implantação de sensor de nível de água, onde a bomba é acionada quando o nível da água atinge de 50% de profundidade. O sensor de nível de água foi confeccionado com material reciclado de alumínio e isopor em testes de verificação e depois substituídos por produtos com a mesma finalidade encontrado no mercado, o mesmo atua enviando um comando para o painel de acionamento que ativa a bomba no modo drenagem temporizado.

Foi divulgado o plano de ação para as pessoas envolvidas no projeto e suas devidas responsabilidades para chegar no objetivo final. O processo de embarque é realizado de forma contínua não havendo intervalos entre os turnos, por isso foi repassado mudança do escopo da atividade para todas as pessoas envolvidas da rotina.

3.2.3 Verificação (Check)

Após a implantação da automação das bombas pode se observar os seguintes resultados positivos, tanto para operação quanto para a manutenção, tais como:

- a) Redução de custos de materiais de manutenção (ferramentas, dispositivos elétricos);
- b) Eliminação de Riscos;
- c) Redução de contaminação do material (grãos, farelos);
- d) Redução de acidentes pessoais.

Além destes, também pode-se observar alguns benefícios intangíveis como a eliminação de custo com a implantação do projeto, de água originada dos lençóis abaixo dos fossos, redução do monitoramento da inspeção e possível eliminação da manutenção.

Foi acompanhada a atividade do operador, cronometrando o tempo antes e depois da implantação da atividade. Com as 12 bombas o operador levando cerca de 1:30 para realizar o monitoramento em todas as bombas com a implantação da automação das 3 bombas o operador leva apenas 1:00 ou seja reduziu 30 minutos da sua atividade.

Durante o processo de verificação da eficácia da implantação das melhorias foram constatados efeitos colaterais que pudessem prejudicar o processo, e ainda pode ser evidenciados outras melhorias, conforme quadro 2.

Quadro 2 - Cenários antes e depois das melhorias no processo

Antes	Depois
1 ALAGAMENTO DOS FOSSOS	1 REDUÇÃO DE ALAGAMENTO DE FOSSOS NO SITE
2 DESPERDÍCIO DE MATERIAL POR CONTAMINAÇÃO	2 ELIMINAÇÃO DE ALAGAMENTO NOS FOSSOS ONDE FOI IMPLANTADA MELHORIA
3 CUSTO ELEVADO DE MANUTENÇÃO DE BOMBAS	3 REDUÇÃO DE DESPERDÍCIO DE MATERIAL NA ÁREA
4 CUSTO DE AQUISIÇÃO DE NOVAS BOMBAS E COMPONENTES ELÉTRICOS	4 REDUÇÃO DE CUSTO DE MANUTENÇÃO DE BOMBAS
5 TEMPO EXCESSIVO DE MONITORAMENTO DE FOSSOS	5 REDUÇÃO DE CUSTO DE AQUISIÇÃO DE BOMBAS
6 CUSTO DE LIMPEZA INDUSTRIAL (MATERIAL CONTAMINADO)	6 REDUÇÃO DE HH MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO, ELÉTRICA, MECÂNICA E LIMPEZA INDUSTRIAL
	7 REDUÇÃO DE CUSTO LIMPEZA INDUSTRIAL (MATERIAL CONTAMINADO)

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2.4 Atuação Corretiva (Act)

Foi modificado o procedimento interno da atividade de drenagem dos fossos diminuindo o tempo do operador e proposta a replicação para as demais bombas, sendo realizado o monitoramento contínuo do padrão.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A automação hoje desempenha um papel fundamental para as organizações, economia global e na experiência diária. Os engenheiros se esforçam diariamente para buscar alternativas e esforços para criar sistemas complexos para uma rápida expansão dos produtos e aplicações, assim como das atividades humanas. O processo de automação é direcionado para sequência de operações com pouco esforço humano. E quanto maior nível de automação, maior será o desenvolvimento tecnológico da empresa, colaborando para a redução dos custos, aumento dos níveis de serviços prestados aos clientes, gerando maior *market share* e consequente aumento da probabilidade de retorno financeiro para a organização.

A otimização dos custos ligados com a automação, o aumento da produtividade, focando nesse contexto que resolvemos criar um processo de automação de bomba que fosse capaz de diminuir os custos com compras e reparo e tendo assim como a maior vantagem de reduzir os esforços exaustivos da atividade do operador, evitando acidentes pessoais, perdas de materiais e redução do tempo da atividade.

Portanto, a aplicação ciclo PDCA como um método gerencial de auxílio à tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência desta empresa de logística integrada,

consiste na melhoria de processos já desenvolvidos pela empresa e sua padronização, com foco na melhoria contínua.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, Vicente Falconi. **Controle da Qualidade Total**. Rio de Janeiro: Editora Bloch, 3ª edição, 1992.

DEMING, EDWARDS W. **Qualidade: a revolução na produtividade**. Rio de Janeiro, Marques Saraiva. (1990).

FONSECA, Augusto V. M. da. Et al. **Uma análise sobre o Ciclo PDCA como um método para solução de problemas da qualidade**. XXVI ENEGEP - Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR470319_8411.pdf>. Acesso em: 29 de outubro de 2017.

KENNETH, J.K.; MARSHAL, S. **Gestão da qualidade total na prática**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

LEONEL, Paulo Henrique. **Aplicação Prática da Técnica do PDCA e das Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos Industriais para Melhoria e Manutenção de Resultados**. Universidade Federal de Juiz de Fora. 2008. Disponível em: <http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2008_1_Paulo-Henrique-Leonel.pdf> Acesso em 30 de outubro 2017.

LUCINDA, Marco Antônio. **Qualidade: fundamentos e práticas para cursos de graduação**. Rio de Janeiro. Ed Brasport, 2010.

NEVES Thiago Franca. **Importância da Utilização do Ciclo PDCA para Garantia da Qualidade do Produto em uma Indústria Automobilística**. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2007. Disponível em: <http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2008_1_Paulo-Henrique-Leonel.pdf> Acesso em 30 de outubro 2017.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba : UnicenP, 2007.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, Inc. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK)**. 5. Ed. Newtown Square, Pennsylvania: PMI, 2013.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

SOARES, Gonçalo Paula. e LUZ, Maria de Lourdes Santiago. **Aplicação do PDCA: um estudo de caso**. XI SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, 08 a 10 de novembro de 2004. Disponível em: <www.simpep.feb.unesp.br/> Acesso em: 26 de outubro de 2017.

VERGARA, Sylvia Constant. **Gestão da Qualidade**. Editora FGV. 3 ed. Rio de Janeiro, 2006.