

## **Aplicação do Método PDCA para Redução do Risco de Explosão na Operação de Transporte de Grãos.**

**Elaine Patussi da Silva – elainepatussi6@gmail.com**

**Faculdade de Administração, Ciências Contábeis, Engenharia de Produção e Serviço Social - Universidade Federal de Uberlândia (FACES/UFU)**

**Vérica Freitas de Paula – verica@ufu.br**

**Faculdade de Gestão e Negócios – Universidade Federal de Uberlândia (FAGEN/UFU)**

**Verônica Angélica Freitas de Paula – veronica@ufu.br**

**Faculdade de Gestão e Negócios – Universidade Federal de Uberlândia (FAGEN/UFU)**

**Área Temática: Operações e Gestão da Cadeia de Suprimentos**

### **Resumo**

Este relato tecnológico descreve a experiência de um grupo de Melhoria Contínua (CCQ) de uma organização de transporte integrado para a redução de risco de explosão na planta operacional devido a alguns fatores como excesso de pó e poeira e baixa umidade. Com a aplicação do Método PDCA e de ferramentas de Qualidade, o grupo delineou duas propostas de ação. A proposta escolhida, de custo mais acessível, foi implementada, superando as metas estabelecidas e proporcionando melhorias em diferentes aspectos da operação da organização.

**Palavras-chave:** Método PDCA; CCQ; Melhoria Contínua; Transporte de grãos.

### **Abstract**

This technological paper describes the experience of a Continuous Improvement (QCC) group of an integrated transportation organization to reduce the risk of explosion at the operating plant due to factors such as dust excess and low humidity. With the application of the PDCA Method and Quality tools, the group outlined two action proposals. The chosen proposal, at a more affordable cost, was implemented, surpassing the established goals and providing improvements in different aspects of the organization operation.

**Keywords:** PDCA method; Quality Control Circles (QCC); Continuous Improvement; Grains Transportation.

## **1. Introdução**

Inúmeras empresas possuem em seu processo o transporte de produtos que chegam através de caminhão e/ou trens, sendo descarregado em esteiras e passando por tuneis subterrâneos, que são caracterizados como espaço confinado. Dentre esses vários produtos, há alguns tipos específicos de grãos (como soja e milho), que ao serem transportados geram uma poeira caracterizada com alto índice de explosividade.

Para empresas que trabalham com grãos é imprescindível a armazenagem em silos e armazéns. De acordo com dados do IBGE (2009), os silos para grãos apresentaram em média 43.701.611 toneladas de capacidade útil total do Brasil, detendo a região Sul 54,9% desse total e as regiões Centro-Oeste e Sudeste 26,5% e 13,5%, respectivamente.

O transporte de grãos em locais subterrâneos é realizado por esteiras para entrada/saída dos produtos, sendo que essas esteiras que se estendem até o local de armazenagem (armazém/silo), geram partículas de poeiras que são consideradas explosivas, por isso a necessidade de realizar análises em determinadas áreas de armazenamento (SÁ, 2007).

Considerando silos e armazéns os principais riscos para os trabalhadores são: explosões; problemas ergonômicos; lesões respiratórias (poeiras) e lesões oculares; riscos físicos (ruído, iluminação, umidade e vibrações); e acidentes gerais como queda e asfixia. As avaliações dos riscos referentes a poeiras consideram a quantificação das partículas de vários materiais e a medição realizada em laboratório avalia a quantidade de poeira presente no ar que pode levar a explosões.

Para reduzir o risco de explosão no processo da empresa Beta, foi aplicado o Método PDCA por uma equipe de Melhoria Contínua com intuito de auxiliar na melhoria dos processos ligados ao transporte de grãos em túneis subterrâneos.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1 Círculo de Controle de Qualidade (CCQ)**

Com a economia globalizada e o aumento da competitividade, os pequenos detalhes podem determinar as organizações que permanecerão ou serão eliminadas do mercado. Vários setores industriais vêm procurando procedimentos e tecnologias para melhorar sua qualidade. Os sistemas produtivos das indústrias estão sujeitos a falhas nos processos, que não agregam valor, sendo a redução dessas falhas um ganho significativo na qualidade do produto e /ou qualidade do trabalho.

Nessa linha, os japoneses instituíram os Círculos de Controle de Qualidade - CCQ, que

consistem em grupo de funcionários destinados a melhorar a qualidade e/ou a produtividade da organização onde trabalham, especialmente na operação em que atuam.

O CCQ trabalha com informações baseadas nos processos organizacionais operacionais e indicam o que há de incomum (problema) através da análise de dados coletados, utilizando algumas ferramentas da qualidade, a critério dos participantes do grupo de CCQ.

Dentro das organizações, a criação dos grupos de CCQ para melhoria dos processos traz além ganhos para a empresa, possibilidade de ganhos também para os funcionários, pois para os funcionários que participam, atuam com autonomia, aprendem a liderar, trabalhar em equipe, ampliar, desenvolver e disseminar seu conhecimento. De acordo com Freyssenet & Hirata (1985), o CCQ auxilia no aprimoramento das habilidades e potencialidades, levando ao autodesenvolvimento de cada funcionário.

## **2.2. Método PDCA**

O Ciclo PDCA é um método de melhoria utilizado para confrontar desafios, focado em gerenciar diretrizes, ou seja, é um sistema que auxilia na solução de problemas que são fundamentais para a organização (AGUIAR, 2006).

Esse ciclo é composto por quatro etapas que auxiliam os grupos de CCQ a analisarem determinado processo e conseguirem encontrar o problema, a causa desse problema e também a melhor solução para que ocorra a melhoria dentro do processo. De acordo com Campos (2014), as etapas do ciclo PDCA possuem seguintes significados:

- 1ª Etapa: *Plan* – essa etapa de planejamento consiste em definir a meta e encontrar meios e caminhos (plano de ação) para atingir determinada meta;
- 2ª Etapa: *Do* – consiste em colocar em prática o plano de ação definido na etapa do planejamento e coletar as informações/dados para obtenção da meta;
- 3ª Etapa: *Check* – nessa etapa ocorre a verificação e análise dos dados e informações coletados na etapa de execução e relacionando com o alcance da meta; e
- 4ª Etapa: *Action* – a última etapa depende dos resultados alcançados nas etapas anteriores. Caso a meta seja alcançada, devem ser criados meios para manter os bons resultados, caso a meta não seja alcançada, o ciclo retorna novamente para a primeira etapa com intuito de atingir a meta estabelecida.

Para que os resultados do Ciclo PDCA sejam mais consistentes e que a tomada de decisão seja adequadas, são utilizadas algumas ferramentas da qualidade. Cada ferramenta da qualidade tem um objetivo e uma forma diferente para auxiliar nas análises e verificação dos

resultados.

### 3. Realidade investigada e ações realizadas

A empresa estudada oferece soluções logísticas integradas aos negócios de seus clientes e tem o compromisso de entregar valor para todos os envolvidos na cadeia de suprimentos, oferecendo um sistema integrado com ativos próprios e de terceiros, utilizando ferrovias, portos e terminais,

A organização está presente em alguns estados brasileiros, atuando em diversas frentes para garantir maior capilaridade e interiorização, alcançando regiões com alto potencial, operando com ferrovias e terminais intermodais que recebem as cargas de seus clientes e fazem escoamento ou abastecimento por meio de corredores logísticos. Sua estrutura é composta por armazéns, silos, sistemas de alta performance para carregamento e descarga ferroviária.

#### 3.1. Etapa Planejamento (*Plan*)

##### 3.1.1. Identificação do Problema

O grupo de CCQ iniciou o estudo a partir de um *Branstorming*, que é uma reunião onde todos os integrantes expõem suas ideias para identificar problemas e possíveis soluções, dependendo do assunto discutido em pauta. Nesse caso, o importante era expor o máximo de gargalos dos processos operacionais da empresa, sendo: Mau aproveitamento de espaço do armazém nas células 1 e 5; Alto risco de explosão; Constante entupimento das bicas do armazém; Falta de visibilidade da quantidade de produto na tulha; Excesso de produto em cima de vagão; e Elevado tempo de setup.

Após identificarem os principais problemas, eles foram classificados através da Matriz GUT, onde cada problema é classificado por três fatores: gravidade, urgência e tendência. Os problemas ficaram classificados de acordo com a Figura 1.

Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	Total
Mal aproveitamento do espaço do armazém nas células 1 e 5	3	3	3	9
Alto risco explosão	9	9	9	27
Constante entupimento das bicas do armazém.	3	3	1	7
Excesso de produto em cima de vagão	9	3	3	15
Alto tempo de setup	3	3	3	9
Falta de visibilidade da quantidade de produto na tulha	9	3	3	15

Figura 1: Matriz GUT

Analisando a pontuação, é possível observar que o problema de ALTO RISCO DE EXPLOSÃO obteve 27 pontos, com a maior da classificação. Portanto, foi o problema definido para análise, sendo esperado que, ao final do Ciclo PDCA, houvesse uma possível alternativa para minimizar/eliminar o risco de explosão dentro dos processos operacionais da empresa.

### 3.1.1.1. Contextualização do problema

A empresa estudada possui como seus principais produtos a soja e o milho que durante o processo de armazenagem e expedição soltam uma poeira que pode ser considerada altamente explosiva de acordo com Sá (2007). Para esclarecer o motivo dessa poeira ser explosiva é necessário contextualizar sobre a Teoria do Fogo. De acordo com Monteiro (2017), o fogo possui quatro elementos: Combustível; Comburente; Calor; e Reação em cadeia.

Para que surja fogo, é necessário existir um combustível que, atingindo seus pontos de fulgor e combustão, gera gases inflamáveis, que misturados com um comburente (geralmente oxigênio contido no ar), precisam apenas de uma fonte de calor (Faísca elétrica, chama ou superaquecimento), para inflamar e começar a reação em cadeia. Nos processos operacionais da Beta, há todos os quatro elementos referente a teoria do fogo: Combustível = Poeira em Suspensão; Comburente = Oxigênio; Calor = Faísca, Fumo e Solda; e Reação em cadeia = junção dos três primeiros elementos gerando o fogo/explosão.

Na Figura 2, é possível analisar o número de desvios relatados por trabalhadores operacionais devido ao excesso de poeira, sendo que de 2015 para 2016 houve 57% de aumento.

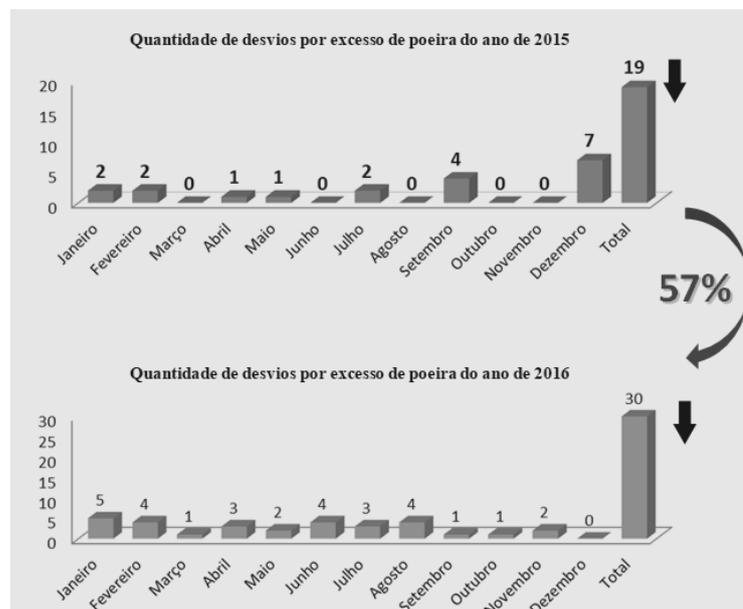


Figura 2: Históricos de desvios

Outro fator que pode aumentar o risco de explosão é a umidade, que está diretamente relacionada a poeira estar no ponto para que a reação em cadeia ocorra; de acordo com Sá (2007), a umidade abaixo de 50% é caracterizada como faixa crítica de risco de explosão.

Para analisar a umidade na Beta, alguns pontos operacionais foram escolhidos aleatoriamente e identificados como: TRG01; TRG02; TRG04; e EL. A partir dessa identificação, foram coletadas as informações e analisando os números, o percentual de umidade ficou abaixo de 50% em todos os pontos selecionados conforme a Figura 3, indicando uma criticidade referente à umidade. Para os pontos TGR01/ TRG02/ TRG04 a umidade real do ambiente operacional estava torno de 18% abaixo da umidade necessária para que não houvesse riscos de explosões.

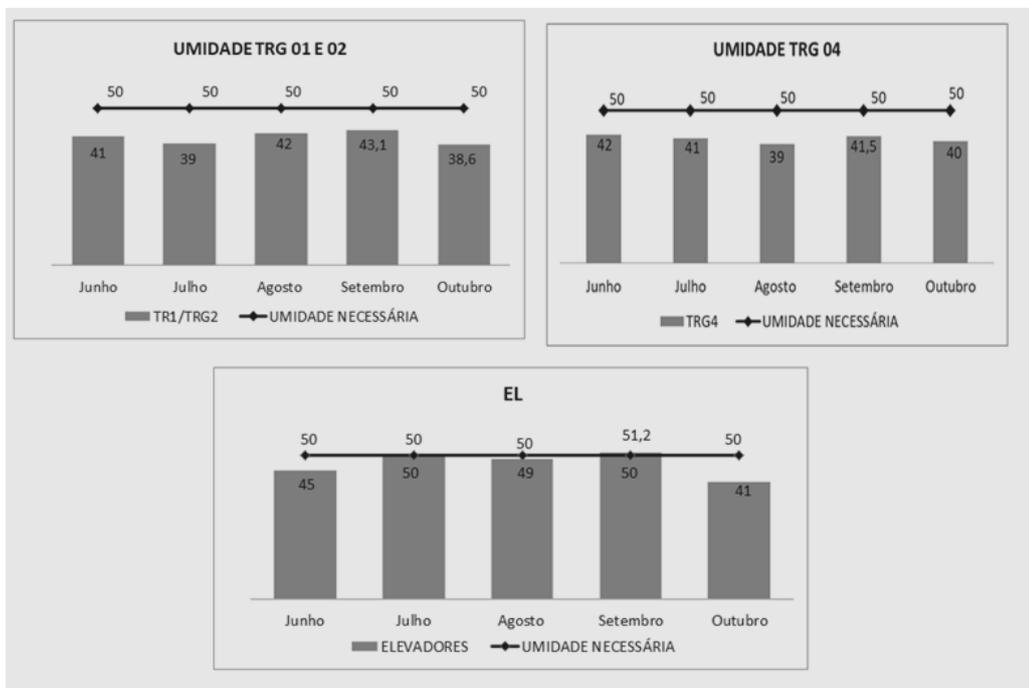


Figura 3: Umidade ambiente

### 3.1.1.2. Definição da Meta

A partir de todas as informações obtidas na identificação do problema, foi evidenciado um alto risco de explosão nas atividades operacionais da empresa estudada e que para minimizar/eliminar esse risco é necessário retirar um dos quatro elementos da Teoria do Fogo.

Verificando os elementos do fogo, é possível verificar que o comburente e calor não podem ser mitigados, pois um é o elemento mais abundante da terra e o outro está ligado as atividades operacionais da empresa. Com isso, para não ocorrer o quarto elemento – Reação em cadeia, é necessário minimizar o combustível – poeira em suspensão. Como não é possível

ficar sem poeira nas atividades operacionais devido aos processo da empresa, o grupo decidiu minimizar o risco de explosão aumentando a umidade relativa do ar. Assim, o objetivo deste estudo foi aumentar a umidade ambiente em 25% reduzindo o risco de explosão pelo pó em suspensão nos pontos selecionados.

### 3.1.2. Análise do Fenômeno

Para conseguir entender melhor o problema, o grupo utilizou a ferramenta 5W2H com finalidade de obter o máximo de clareza e eficiência sobre o problema identificado.

1. Qual é o problema?
  - a. Alto risco de explosão ocasionado pelo excesso de pó (poeira) em suspensão;
2. Onde ocorre o problema?
  - a. Em qualquer terminal durante a operação de carregar e descarregar o produto;
3. Como ocorre o problema?
  - a. Ocorre durante o transporte do produto pelas correias transportadoras;



Figura 4: Transporte de produto por correias transportadoras

4. Com quem ocorre o problema?
  - a. Com todos que estão envolvidos diretamente com o processo: manutenção; operadores de rotas; auxiliares de limpeza; e visitantes;



Figura 5: Funcionários em atividade

5. Com que frequência ocorre o problema?
  - a. Tempo integral de funcionamento do processo de carga e descarga dos produtos;

6. Por que ocorre o problema?

- a. Ineficiência do Sistema de Despeiramento; Excesso de Pó em Suspensão; Ausência do controle da umidade ambiente;

Com todos os esclarecimentos acima, é possível notar que a situação atual do ambiente operacional da empresa Beta está com a umidade do ambiente abaixo de 50% e alta concentração de pó em suspensão. Com isso, reafirma-se a necessidade de manter a umidade ambiente nos pontos selecionados acima de 50%.

### 3.1.3. Análise do Processo

Analisando o problema através do Diagrama de Árvore, foram identificadas três causas primárias indicadas na Figura 6. A primeira causa relacionada foi a BAIXA UMIDADE, onde detectaram que todos os locais selecionados estavam com a umidade ambiente variando entre mínima de 18% e máxima de 50%. A segunda causa foi a alta temperatura nos ambientes operacionais, que está ligada diretamente com a umidade. Portanto, estabilizando a umidade, a temperatura também ficaria estável.

A terceira causa foi a alta concentração de pó (poeira) em suspensão devido às atividades operacionais da empresa estudada. Porém, a alta poeira também está relacionada à umidade ambiente, pois de acordo com Sá (2007), as micro partículas em um ambiente com a umidade acima de 50%, se aglomeram e ficam mais estáveis, minimizando/eliminando o risco de explosão pelo pó em suspensão.

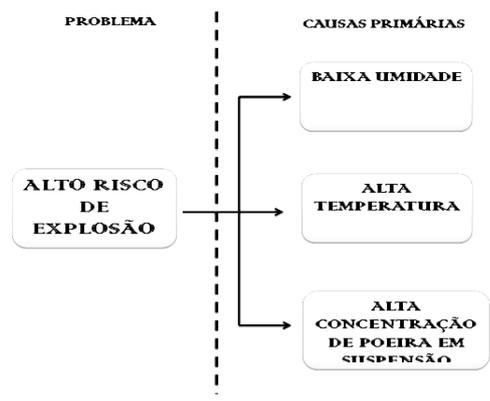


Figura 6: Diagrama de Árvore

### 3.1.3. Análise de Viabilidade – Plano de ação

O grupo de CCQ apresentou duas propostas para a liderança, com intuito de uma delas ser aprovada. A primeira proposta era realizar um investimento para instalar um sistema de

despoeiramento adequado para a estrutura da empresa, mas devido ao seu alto custo, no valor aproximadamente de R\$ 1 milhão, a proposta foi reprovada.

A segunda proposta foi desenvolver um sistema a base de água, que melhorasse a umidade nos pontos selecionados minimizando o pó em suspensão, com o valor do investimento de aproximadamente R\$ 70 mil. Essa aprovada foi a aprovada, pois a liderança da organização acredita que é possível fazer mais com menos e com simplicidade. Dessa forma, o grupo apresentou o plano de ação (Figura 7), para desenvolver a proposta aprovada - esse plano de ação continha atividades para todos os integrantes do grupo de CCQ, assim todos participariam com ótimo desenvolvimento e compromisso.

	1ª Ação	2ª Ação	3ª Ação	4ª Ação	5ª Ação	6ª Ação	7ª Ação	8ª Ação
<b>Medida</b>	Verificar umidade nas rotas	Verificar a existência do sistema de aspersão no transporte de grãos	Fazer levantamento de empresas que desenvolveram o sistema de aspersão	Verificar local da instalação do sistema de aspersão.	Buscar orçamento com as empresas.	Solicitar protótipo para a empresa escolhida	Verificar se afetará a qualidade do produto.	Acompanhar a instalação do sistema de aspersão.
<b>O que?</b>	Levantamento de dados	Levantamento de dados	Levantamento de dados	Verificar instalações do terminal	Levantamento de dados	Levantamento de dados	Levantamento de Dados	Instalação in loco
<b>Como?</b>	Com auxílio do Termohigrômetro digital	Realizar pesquisa na internet e fazer benchmarking	Realizar pesquisa	Visita técnica das empresas na localidade	Empresa que realizou visita técnica	Instalação de um protótipo para realizar testes de	Coletar umidade do grão semanalmente	Instalar o sistema de aspersão nas áreas escolhidas
<b>Quem?</b>								
<b>Quando?</b>	Maio/2016	Junho/2016	Agosto/2016	Setembro/2016	Setembro/2016	Outubro/2016	Novembro/2016	Novembro/2016

Figura 7: Plano de Ação

### 3.2. Etapa da Execução (Do)

Todas as ações foram realizadas para a implantação da proposta aprovada, conforme demonstra a Figura 8.

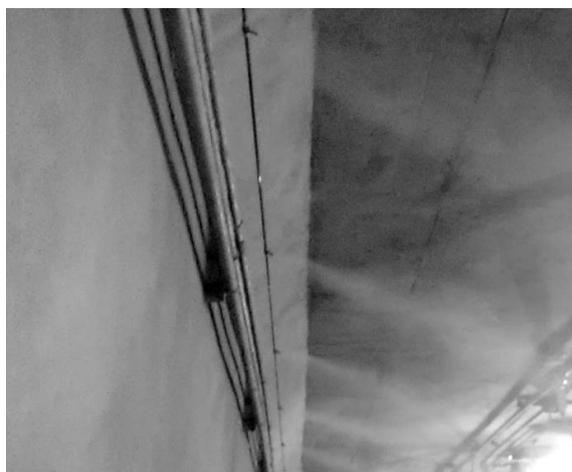


Figura 8: Instalação Protótipo

Para verificar a qualidade do produto, funcionários responsáveis pela área da qualidade e

perdas da empresa realizaram o diagnóstico coletando as amostras a partir da instalação do protótipo. O diagnóstico foi positivo, onde o sistema de aspersão de água não modificou o produto, mantendo suas características fisiológicas, não alterando a umidade do grão.

O sistema de aspersão de água foi instalado nos pontos selecionados aleatoriamente para análise. O diferencial é o sistema via supervisorio onde é factível controlar e verificar a temperatura e a umidade ambiente em tempo real. O sistema possui um acionamento automático ou manual, sendo possível inserir uma umidade mínimo-máxima nos locais de instalação. Assim, o sistema poderia ligar e desligar automaticamente sem necessitar de pessoal para atividade. Após instalação, foi elaborado um plano de manutenção para o sistema para que ele continuasse a funcionar adequadamente (Figura 9).



Figura 9: Instalação Sistema

### 3.3. Etapa da Verificação (Check)

Com sistema de aspersão de água instalado conforme Figura 10, foi iniciada a coleta de dados para análise e verificação da umidade. Foi possível notar que o ambiente ficou mais arejado após a instalação, melhorando também o ambiente de trabalho para os funcionários. Através do sistema via supervisorio, gráficos que indicam o nível de umidade durante determinado período podem ser obtidos (Figura 11).



Figura 10: Sistema Instalado

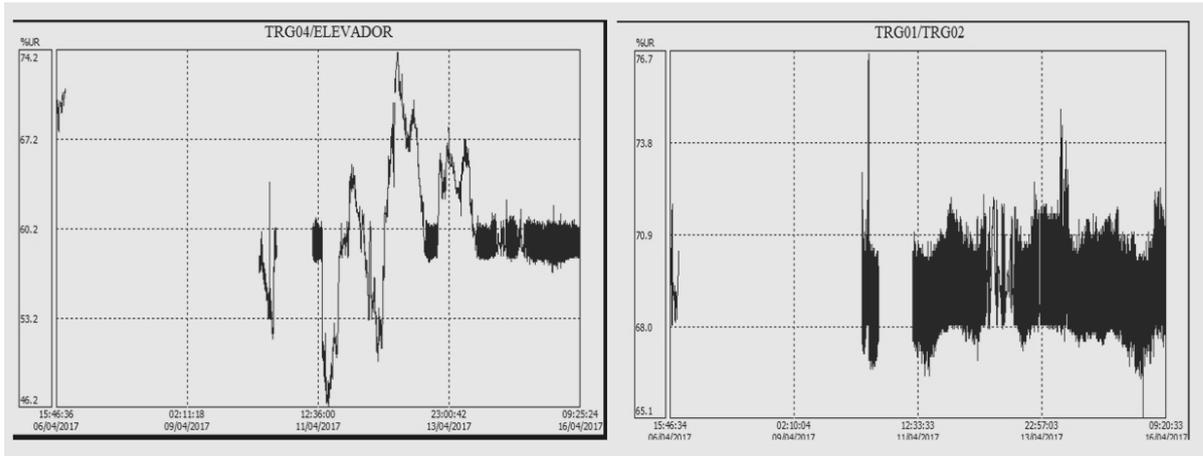


Figura 11: Gráficos de umidade Sistema Supervisório

Após a instalação do sistema, houve melhoras significativas quanto ao aumento da umidade nos locais de instalação, conseguindo nos pontos da TRG01/ TRG02/ TRG04 aumentar a umidade em até 73,5%, obtendo uma média de umidade de 70% nesses locais. Para o local de instalação EL, a partir da instalação do sistema a umidade aumentou em 48,5%, chegando também em 70%, conforme Figura 12. Portanto, o objetivo deste trabalho foi atingido com sucesso, superando a proposta apresentada de aumentar a umidade em 25%.

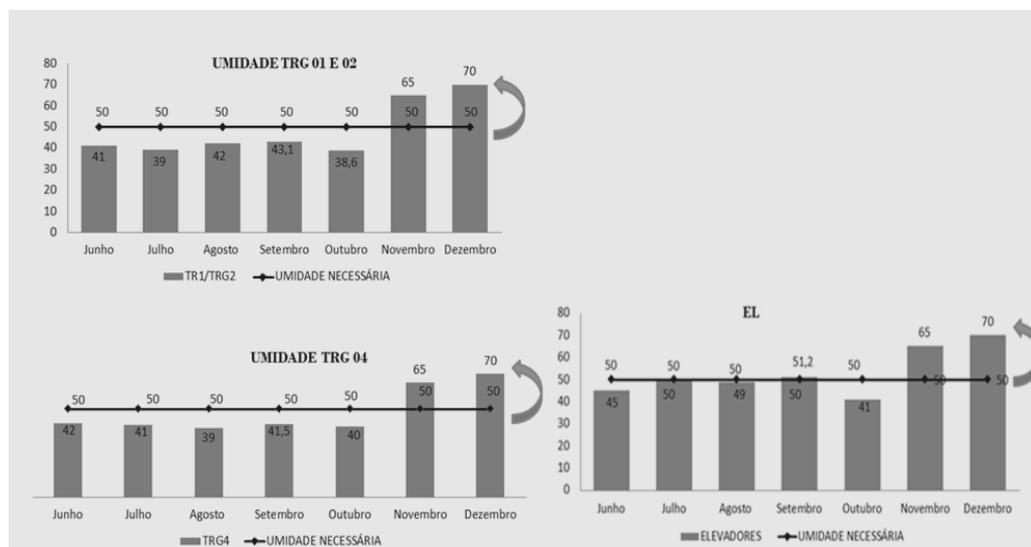


Figura 12: Gráficos de umidade Antes/Depois

### 3.4. Etapa Agir (Action)

Todo o trabalho foi divulgado nas redes de comunicação da empresa, além de contar com o auxílio dos inspetores para realizar o documento padrão e treinar todos os funcionários envolvidos nesse novo processo.

#### **4. Conclusão**

Este trabalho permitiu avaliar a que o Método PDCA pode contribuir para melhorias de processos, sendo que a sua aplicação com auxílio de algumas ferramentas da qualidade possibilitar conhecer e entender o problema a ser analisado, permitindo aperfeiçoar os processos, reduzir custos e alcançar as metas definidas pela organização.

Outro ponto importante é que o trabalho foi desenvolvido e aplicado por funcionários operacionais e administrativos da organização, ficando evidente que o Método utilizado na prática através da pesquisa de campo e o comprometimento de todos, pode, além de trazer os ganhos e as melhorias almejados, colaborar para aumento da vivência e da experiência de cada funcionário envolvido.

#### **Referências**

Aguiar, S. (2006). Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma. Nova Lima: INDG.

Campos, V. F. (2013). TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês). 9ed. Nova Lima: Editora Falconi.

Freysent, M. & Hidrata, H. S. (1985). Mudanças tecnológicas e participação dos trabalhadores: os Círculos de Controle de Qualidade no Japão. Revista de Administração de Empresas, Rio de Janeiro, 25(3): 5-21, jul/set.

IBGE. Capacidade de armazenagem agrícola fica em 167 milhões de toneladas no 2º semestre de 2017 – 2018 Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/21405-capacidade-de-armazenagem-agricola-fica-em-167-milhoes-de-toneladas-no-2-semester-de-2017>>. Acesso em: 22 de setembro 2018.

SÁ, A. (2007). Efeito Devastador. Revista Proteção, São Paulo, n. 181, jan., pag. 63. Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/silo.htm>> Acesso em: 06 de setembro de 2018.