

**FERNANDO HENRIQUE SILVA DE OLIVEIRA
LUCIANO PAINS DE MOURA**

**APROVEITAMENTO DE PARADAS NÃO
PROGRAMADAS PARA MANUTENÇÃO: ESTUDO DE
CASO NO SETOR DE PRODUÇÃO DE SEMENTES
DE MILHO**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

2022

FERNANDO HENRIQUE SILVA DE OLIVEIRA

LUCIANO PAINS DE MOURA

**APROVEITAMENTO DE PARADAS NÃO
PROGRAMADAS PARA MANUTENÇÃO: ESTUDO DE
CASO NO SETOR DE PRODUÇÃO DE SEMENTES
DE MILHO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de **Bacharel em Engenharia Mecânica**.

Área de concentração: Análise e gestão de dados

Orientadora: Profa. Dra. Elaine Gomes Assis

UBERLÂNDIA - MG 2022

FERNANDO HENRIQUE SILVA DE OLIVEIRA
LUCIANO PAINS DE MOURA

**APROVEITAMENTO DE PARADAS NÃO
PROGRAMADAS PARA MANUTENÇÃO: ESTUDO DE
CASO NO SETOR DE PRODUÇÃO DE SEMENTES
DE MILHO**

Trabalho de conclusão de curso de Engenharia
Mecânica pela Faculdade de Engenharia
Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia.

Área de concentração: Análise e gestão de dados

Banca Examinadora:

Como membros

Profa. Dra. Elaine Gomes Assis – FEMEC – UFU – Orientadora

Prof. Dr. Renan Billa – FEMEC – UFU – Membro

Profa. Dr. Edsoni Pereira Parreira – FEMEC – UFU – Membro

UBERLÂNDIA - MG

2022

DEDICATÓRIA

*“O sucesso é a soma de pequenos
esforços repetidos dia após dia.”
(Robert Collier)*

Resumo

A melhoria contínua de processos é essencial nas atividades industriais, visto que, as diversas operações existentes carregam consigo inúmeras oportunidades de aperfeiçoamento, devido a carga de erros operacionais acumulados com o tempo gerando gargalos em diversas etapas dos processos de produção. A manutenção, devido as suas complexidades e importância na saúde dos processos industriais, tem grande influência nos resultados obtidos pela companhia, por isso, é necessária uma constante melhoria para garantir a competitividade de mercado. Este trabalho visa entender as melhores práticas de manutenção existentes e analisar as oportunidades em uma empresa no setor de produção de sementes, para isso utilizou-se ferramentas de qualidade associadas ao ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar) a fim de identificar e aplicar propostas de otimização de processo e redução indisponibilidade das linhas de produção.

Palavras Chave: Melhoria contínua, Processo, DMAIC, Ferramenta de qualidade, Produção.

Abstract

The continuous improvement of processes is essential in industrial activities, since the various existing operations carry with them numerous opportunities for improvement, due to the load of operational errors accumulated over time, generating bottlenecks in several stages of the production processes. Maintenance, due to its complexities and importance in the health of industrial processes, has a great influence on the results obtained by the company, therefore, constant improvement is necessary to ensure market competitiveness. This work aims to understand the best existing maintenance practices and analyze the opportunities in a large company in the seed production sector in Uberlândia - MG, for that, quality tools associated with the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) cycle were used in order to identify and apply optimization proposals. of process and reduced unavailability of production lines.

Keywords: Continuous improvement, Process, DMAIC, Quality tool, Production.

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

DMAIC - Definir, Medir, Analisar, Melhorar (*Improve em inglês*) e Controlar

FUP – *Follow up* (Acompanhamento)

KPI - *Key Performance Indicator* (Indicador chave de performance)

RACI – Responsável, Aprovador, Consultado e Informado

SIPOC - *Supplier, Input, Process, Outputs, Customer* (Fornecedores, Entradas Processo, Saídas e Clientes)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo DMAIC	11
Figura 2 - Matriz SIPOC	13
Figura 3 - Exemplo Matriz RACI	15
Figura 4 - Diagrama de Ishikawa	16
Figura 5 – Metodologia 5 Porquês	17
Figura 6 - Diagrama de Ishikawa preenchido para o processo.....	24
Figura 7 - Fluxo de execução diário.....	27
Figura 8 - Quadro de gestão diária do projeto.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Detalhamento DMAIC	19
Tabela 2 - Tabela utilizada para análise do projeto.....	21
Tabela 3 - Tabela de análise para Tratamento (linha 1).....	22
Tabela 4 - Tabela de análise para Tratamento (linha 2).....	22
Tabela 5 - Tabela de análise para Classificação.....	23
Tabela 6 - Tabela de análise para Coluna e Color (linha 1).....	23
Tabela 7 - Tabela de análise para Coluna e Color (linha 2).....	24
Tabela 8 - Detalhamento 5 Porquês	25
Tabela 9 - Matriz RACI de responsabilidades do projeto	26
Tabela 10 - Matriz SIPOC definida.....	27
Tabela 11 - Resultado para o setor Tratamento (linha 1).....	29
Tabela 12- Resultado para o setor Tratamento (linha 2).....	30
Tabela 13 - Resultado para o setor Classificação.....	31
Tabela 14 - Resultado para o setor Coluna e Color (linha 1).....	31
Tabela 15 - Resultado para o setor Coluna e Color (linha 2).....	32
Tabela 16 - Resultado Final	33

Sumário

CAPÍTULO I	1
INTRODUÇÃO	1
1.1 Produção de sementes de milho	1
1.2 Objetivo.....	3
CAPÍTULO II	Error! Bookmark not defined.
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Conceito da manutenção	4
2.2 Vantagens da manutenção.....	4
2.3 A evolução da manutenção	5
2.3.1. Primeira Geração.....	6
2.3.2. Segunda Geração.....	6
2.3.3. Terceira Geração	6
2.3.4. Quarta Geração.....	7
2.4 Tipos de manutenção.....	8
2.4.1. Manutenção Corretiva	8
2.4.2. Manutenção Preventiva	8
2.4.3. Manutenção Preditiva.....	9
2.5 DMAIC	10
2.6 SIPOC	12
2.7 Matriz RACI.....	14
2.8 Diagrama de Ishikawa.....	15
2.9 Brainstorming.....	16
2.10 5 Por quês.....	17
CAPÍTULO III	18
METODOLOGIA	18
3.1 Local do estudo	18
3.2 Descrição da Metodologia.....	19
3.2.1. Definir	20
3.2.2. Medir	20
3.2.3. Analisar	24
3.2.4. Melhorar.....	25
3.2.5. Controlar	27
CAPÍTULO IV.....	29
4.1 Resultados do projeto.....	29
CAPÍTULO V	34

CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 Produção de sementes de milho

Estimasse que o milho está presente na alimentação dos seres humanos por volta de 7300 anos, a sua origem ainda é contestada, porém os indícios mais fortes são que sua origem se deu no México, mais precisamente em ilhas próximas ao litoral e com o passar dos anos se espalhou pela América. Com a colonização dos europeus, o cultivo e consumo do milho chegou aos solos europeus. Na Europa, o alimento era taxado como alimento de pessoas de baixa renda pois era assimilado a comida de animais que também tinham sua alimentação a base de milho, sofrendo grande discriminação por parte da população.

No Brasil o milho já era cultivado pelos índios antes mesmo da chegada dos portugueses, já que eles utilizavam o grão como um dos principais itens de sua dieta.

Mas foi com a chegada dos colonizadores, cerca de 500 anos atrás, que o consumo do cereal no país aumentou consideravelmente e passou a integrar o hábito alimentar da população (AGROSOJA, 2019).

De acordo com a Fundação Joaquim Nabuco, no período Brasil-Colônia, os escravos africanos tinham no milho, além da mandioca, como um de seus principais alimentos.

O milho teve seu crescimento de produção e consumo de maneira exponencial com o passar dos anos e devido aos seus diversos usos, o milho tem grande contribuição no cenário econômico, pois vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Cerca de 70% do uso dos grãos de milho do mundo são destinados à alimentação animal, e em algumas regiões ele é o ingrediente básico para alimentação humana (Alvarenga, 2022).

Na história do Brasil, como a de quase todos os países do mundo, os agricultores dependiam de suas próprias sementes, entre elas, o milho. O melhoramento das plantas era realizado pelas comunidades, por meio da observação e seleção das características daquelas que mais se adequavam aos seus objetivos. Essas sementes melhoradas eram trocadas entre os agricultores e multiplicadas. Com isso, iniciou-se o surgimento de sementes híbridas, que são o cruzamento genético de linhagens de sementes puras que formam uma planta mais resistente e vigorosa.

Na década de 50, as industriais de produção e beneficiamento de sementes de milho começaram a surgir. O processo se iniciava com cruzamentos genéticos em campos de plantação, colheita, transporte para as indústrias que recebiam as sementes de milho e as classificavam e faziam tratamentos químicos necessários para garantir a eficiência e qualidade das sementes para serem comercializadas no mercado.

Com o crescimento da agricultura no mundo, as indústrias de produção e beneficiamento de sementes de milho foram desafiadas a produzir cada vez mais em menor tempo, com isso, vieram demandas de melhorias de processos e investimentos em tecnologias. A aquisição de máquinas sofisticadas foi primordial para as empresas se manterem no mercado. Entretanto, a substituição de mão de obra humana por equipamentos dá origem a novos problemas, como a necessidade de manutenções preventivas, preditivas e corretivas, também a paralização do processo quando alguma dessas atividades estão sendo executadas, impactando diretamente na produção, surgindo a necessidade da terceirização dos serviços para atender a demanda de mercado o que gera impactos financeiros significativos e conseqüentemente, reduzindo o lucro da companhia.

Devido a isso, as empresas sempre buscam melhoria no seu processo de manutenção a fim de minimizar os impactos financeiros. Por isso, nesse trabalho, será demonstrado um estudo detalhado de oportunidade no processo de manutenção do setor de beneficiamento de sementes de milho e aplicação de uma melhoria, para isso, foram utilizadas ferramentas de qualidade que serão descritas posteriormente nesse relatório.

O estudo inicial apontou oportunidades de melhoria, com isso, foram montadas estratégias para modificar o procedimento de manutenção vigente, e após isso, ocorreu o acompanhamento das implementações e mensuração dos resultados.

1.2 Objetivo

O objetivo desse trabalho é realizar um estudo analítico do plano de manutenção de um setor de beneficiamento de sementes de milho, com o intuito de identificar gargalos e oportunidades de melhoria, para gerar ações que otimizem e aprimorem o procedimento de manutenção dos equipamentos, garantindo uma maior disponibilidade do maquinário, consequentemente aumentando a produção e ganhos econômicos para a empresa.

CAPÍTULO II

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Conceito da manutenção

Conforme definido pela norma ABNT NBR 5462, manutenção é a “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”, podendo incluir também uma modificação do item (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994). Ou seja, realizar o necessário para que os equipamentos realizem suas funções da forma correta ao qual foi projetado.

Segundo Sales (2019), as modalidades do serviço de manutenção garantem que os equipamentos estejam em pleno funcionamento e que as linhas de produção não sejam impactadas e/ou paradas por falhas.

Ainda segundo Sales (2019), tornar-se fácil o entendimento da necessidade da manutenção, ao calcular-se uma série de prejuízos gerados caso uma máquina apresente falha ou mal funcionamento e toda a produção é paralisada até que ela volte a funcionar perfeitamente. De acordo com Xenos (1998), a manutenção é realizada para evitar o desgaste dos equipamentos, causada de forma natural ou pelo uso. Esse desgaste resulta em diferentes consequências, sendo em uma aparência externa ruim dos equipamentos, paradas de produção, perda desempenho durante o funcionamento, produção de produtos de qualidade precária e até gerar poluição ambiental.

2.2 Vantagens da manutenção

Vale ressaltar a importância da manutenção citando suas principais vantagens, são elas:

- **Segurança:** A manutenção regular nos equipamentos minimiza as possíveis falhas não previsíveis ou não controladas, diminuindo os riscos para os operadores.
- **Confiabilidade:** O tempo de interrupções para reparos é reduzido, com isso, o aproveitamento do tempo se torna mais efetivo, tornando os serviços mais confiáveis.
- **Qualidade:** A manutenção regular garante o funcionamento padrão do equipamento, o que é primordial para a boa qualidade do produto.
- **Custo de operação reduzidos:** Ao se realizar manutenções regulares nos equipamentos, gera um custo menor comparado ao de reposições parciais ou totais de equipamentos danificados por falta de revisões periódicas.
- **Aumento do tempo de vida:** Desgastes e quebras de equipamentos são minimizados com cuidado regular, limpeza ou lubrificação, prolongando a vida útil dos maquinários.

2.3 A evolução da manutenção

A manutenção está presente na humanidade desde o momento que a humanidade começou a manusear instrumentos de produção. No século XVI, com o surgimento dos teares mecânicos, a manutenção industrial surge efetivamente como parte integrada do processo produtivo. Neste período, os operadores eram treinados, pelos fabricantes, para operar e reparar o equipamento quanto necessário, portanto a manutenção estava acoplada a produção, não existindo uma equipe exclusiva para exercer essa função.

No início dos anos de 1900 começaram a surgir alguns trabalhos de planejamento de serviços de manutenção, entretanto, essas técnicas ganharam força durante a Segunda Guerra Mundial, onde a organização, planejamento e controle para tomada de decisões era essencial para a manutenção efetiva durante os anos de guerra (VIANA, 2002).

Com o passar dos anos, as técnicas de manutenção foram aprimoradas e utilizadas com maior frequência nas operações industriais em todo o mundo. Para se entender melhor essa evolução, é importante mencionar as quatro gerações da manutenção, que segundo Kardec e Nascif (2009), podem ser divididas a partir de 1930.

2.3.1. Primeira Geração

Considerada o “Período pré-guerra mundial”, vai até o ano de 1914, naquele tempo, a manutenção não era considerada um fator importante no processo produtivo, não tendo uma equipe exclusiva para tal propósito, nem mesmo planejamentos e estratégias para essa função. Os equipamentos eram exigidos ao máximo de sua produção até apresentarem alguma falha ou quebra (MARTINS, 2019).

Os operadores eram os responsáveis pela manutenção dos equipamentos, sendo resumido apenas a limpeza, lubrificação e reparo após regra, ou seja, a manutenção era exclusivamente corretiva. Para a época, devido ao cenário econômico e a qualificação da mão de obra, a manutenção corretiva supria as necessidades, já que o foco não era a produtividade (MARTINS, 2019).

2.3.2. Segunda Geração

Também denominado “Período pós-guerra mundial”, a manutenção teve uma mudança significativa nesse período, em função da Segunda Guerra Mundial, foi necessário se pensar na produtividade, exigindo uma alta produção em menor tempo. A forma utilizada anteriormente de corrigir após quebras já não era mais viável, portanto foi criado o setor exclusivo de manutenção dentro das indústrias e começou a ser realizado manutenções preventivas nos equipamentos, buscando evitar ao máximo que ocorressem avarias nas máquinas por falta de revisão prévia, o que impactava bruscamente na produtividade dos produtos (MARTINS, 2019).

2.3.3. Terceira Geração

A aceleração do processo produtivo exigiu o mínimo de paradas de produção, pois isso era o predominante no aumento dos custos de produção. Por isso, a manutenção passou a ser vista de uma forma mais técnica e qualificada e não apenas uma correção como antes. Nesse momento, a engenharia se tornou mais presente dentro das rotinas de manutenção.

As manutenções passaram a serem realizadas não só preventivamente, mas também foram inclusas as primeiras ferramentas para identificar falhas potenciais, essa análise de falhas se antecipava a futuros problemas, impedindo o acontecimento desses. Com isso, esse período é marcado pelo início da manutenção preditiva (PLUCINSKI, 2020).

2.3.4. Quarta Geração

Se estendendo das ideias da terceira geração, a disponibilidade dos equipamentos ganha mais importância entre as medidas de performance. Nesse período ocorreu a consolidação da Engenharia de Manutenção dentro da estrutura organizacional de manutenção, o que garantia as medidas de performance de Disponibilidade, Confiabilidade e Manutenibilidade, os pilares para reforçar o valor da manutenção no processo produtivo de uma indústria (KARDEC & NASCIF, 2009).

A análise de falhas ganha o protagonismo dessa geração, a sua importância é primordial para melhorar a performance dos equipamentos e do processo produtivo por consequência. Com isso, essa metodologia teve grandes desenvolvimentos, com inovações e equipamentos cada vez mais sofisticados.

A manutenção passa a interferir cada vez mais na planta, o monitoramento de condições dos equipamentos junto as técnicas de manutenção preditivas são utilizadas com mais frequência. Com isso, as manutenções preventivas ou programadas sofreram uma redução, pois isso impactava diretamente na diminuição da produção. Além disso, as manutenções corretivas não planejadas também foram reduzidas, pois, além de impactar negativamente no rendimento industrial, passou a ser um indicador de ineficácia da manutenção (KARDEC & NASCIF, 2009).

Nesse período, segundo Kardec e Nascif (2009), a sistemática adotada pelas empresas de classe mundial privilegia a interação entre as áreas de engenharia, manutenção e operação como fator de garantia de confiabilidade, disponibilidade e custo do ciclo de vida da instalação. Por conseguinte, o resultado de um bom projeto está associado a produtos com a qualidade desejada. Finalmente as indústrias passar a realizar contratações para o setor de manutenção em busca de resultados de performance que agreguem valor ao negócio, como disponibilidade e confiabilidade.

2.4 Tipos de manutenção

De acordo com a definição da norma ABNT NBR 5462, a diversificada forma pela qual é realizada as intervenções em equipamentos, instalações ou sistemas origina os vários tipos de manutenção existentes. Essa variação causa diversas confusões quanto a caracterização dos tipos de manutenção, porém é necessária uma objetividade, independente das denominações, as classificações devem se encaixar nos principais tipos de manutenção, sendo eles:

- Manutenção Corretiva (Não Planejada e Planejada);
- Manutenção Preventiva;
- Manutenção Preditiva.

2.4.1. *Manutenção Corretiva*

A manutenção corretiva é atuação em um equipamento que apresenta defeito ou um desempenho diferente do esperado, com isso, realizar a correção dessa falha. Portanto, esse tipo de manutenção não se aplica somente em casos de emergência (KARDEC & NASCIF, 2009).

Se pensando no ponto de vista de custos de manutenção, a corretiva é considerada mais barata que a preventiva, pois a substituição e somente de peças danificadas. Porém, ao se levar em consideração as paradas de produção, defeitos de outros mecanismos gerados pela falha e prejuízos em matéria prima, os custos se tornam bem mais elevados em relação a manutenção preventiva, por isso, a manutenção corretiva não é desejada pelas equipes (XENOS, 1998).

2.4.2. *Manutenção Preventiva*

A manutenção preventiva busca evitar ou reduzir a ocorrência de falhas ou mal desempenhos dos equipamentos, seguindo um cronograma pré-estabelecido de atuação em intervalos de tempo programados. Devido à falta de especificidade dos fabricantes da degradação dos equipamentos e o desgaste variado de acordo com o local, o modo e a intensidade de produção, a equipe de manutenção é responsável por elaborar o plano de manutenção preventiva mais coerente para a empresa (KARDEC & NASCIF, 2009).

Para atingir uma manutenção preventiva eficaz é necessário a utilização de uma série de indicadores técnicos para a criação de calendários de atuação de vistorias e manutenções eficaz, sendo realizado a troca de peças e componentes antes da ocorrência de alguma falha (SALES, 2021).

Uma manutenção preventiva realizada de forma correta evita as manutenções corretivas não programadas, como visto anteriormente, manutenções que possuem alto custo, por além de paralisarem a produção, são realizadas sem planejamento prévio. Portanto para se criar um cronograma de manutenções preventivas eficaz e necessário levar alguns critérios em consideração (ARAUJO, 2021).

- **Produtividade:** é realizado inspeções para limpeza, lubrificações e pequenas manutenções de acordo com a quantidade de produção;
- **Tempo:** Quando se estipula um intervalo de tempo para a atuação da manutenção no equipamento;
- **Utilização:** Utiliza da instrumentação para controlar a tempo de uso dos equipamentos para determinar a intervenção da manutenção.

2.4.3. Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva se antecede a manutenção corretiva planejada, ela atua com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, em que o acompanhamento é alinhado a uma sistemática, quando avaliado uma divergência do padrão, o reparo é realizado (KARDEC & NASCIF, 2009).

A tecnologia é essencial para a manutenção preditiva, pois sensores são utilizados para monitorar, de forma constante, o desempenho dos equipamentos, analisando indicadores de temperatura, lubrificação, nível de óleo, sons e vibrações. Com isso, a atuação da equipe de manutenção ocorre no melhor momento para a realização de reparos, antecedendo as quebras (SALES, 2021).

Para a evolução da manutenção preditiva, é necessário um investimento das indústrias em novas tecnologias para aprimorar as análises dos indicadores, além disso, a capacitação dos operadores deve ser constante, o que possibilita a interpretação desses nos momentos de intervenções necessárias (SALES, 2021).

Ao olhar-se apenas os custos, a manutenção preditiva é considerada a mais cara entre as manutenções, pois os componentes dos equipamentos são substituídos antes de

atingirem seu limite de vida, além disso, os investimentos em tecnologia para o controle dos indicadores exigem um alto investimento. Porém é extremamente eficiente, pois os equipamentos minimizam suas falhas já que as substituições de componentes são realizadas antes de quebras que impactam no processo gerando altos prejuízos (XENOS, 1998).

2.5 DMAIC

O DMAIC é uma metodologia com passos bem definidos para a resolução estruturada de problemas com foco na melhoria contínua e com clareza entre as etapas do projeto utilizando uma sequência típica de ferramentas gráficas, práticas e analíticas (FRAGA, 2020).

A metodologia é utilizada em projetos para amenizar falhas, diminuir desperdícios, solucionar problemas, melhorar processos e dar uma visão mais ampla e detalhada dos processos que são realizados na empresa. Com isso, o planejamento estratégico pode ser construído de forma mais eficaz, consequentemente se tornando eficiente durante o processo (ANDRADE, 2017).

Segundo Andrade (2017), os principais objetivos da metodologia DMAIC são:

- Melhorar os processos e impulsionar a gestão de qualidade da empresa;
- Focar constantemente no aprimoramento das atividades e dos produtos;
- Levar a empresa a alcançar maior sucesso e destaque;
- Entregar serviços cada vez melhores para os consumidores;
- Utilizar ao máximo seus recursos disponíveis.

O ciclo DMAIC se divide em 5 passos de execução: **D**efinir, **M**edir, **A**nalisar, **M**elhorar (*Improve em inglês*) e **C**ontrolar. Das iniciais de cada etapa surge a nomenclatura DMAIC. A sequência bem detalhada possibilita uma análise precisa do problema a ser resolvido, buscando a causa raiz para uma atuação direta e eficaz (FRAGA, 2020).

A figura 1 mostra a divisão das etapas e a sequência para a execução durante a utilização da ferramenta.

Figura 1 - Exemplo DMAIC



Fonte: Adaptado de <https://blogdaqualidade.com.br/o-que-e-dmaic/>

Cada etapa tem suas funcionalidades e seus objetivos a serem alcançados, sendo especificados à baixo:

- **Definir:** Nessa etapa se define os principais fatores, como os problemas de forma objetiva, as oportunidades mais relevantes e viáveis, o escopo, os objetivos e os responsáveis pelo projeto. Esse passo é importante para definir o resultado que se espera, levando em consideração todas as melhorias que podem ser alcançadas (MINETTO, 2018).
- **Medir:** o objetivo desse passo é coletar o máximo de informações e dados que irão auxiliar na mensuração e análise da atual situação do problema. Os resultados quantitativos e estatísticos são coletados para compreender melhor qual os passos a serem seguidos durante a execução do projeto. Além disso, ao final do projeto esses dados são comparados com os resultados atingidos, medindo o grau de eficiência das melhorias implementadas. Nessa etapa, pode se utilizar outras ferramentas de melhoria contínua para facilitar a execução, como o Diagrama de Ishikawa, Pareto, Matriz GUT ou Causa e Efeito (MINETTO, 2018).

- **Analisar:** o objetivo dessa etapa é “filtrar” a causa raiz do problema, pois nas etapas anteriores, são identificadas diversas causas raízes, porém é necessário focar nas mais relevantes e viáveis, que apresentarem resultados expressivos quando atacadas diretamente. Portanto, ao final dessa etapa, as melhorias almeçadas precisam estar detalhadas, definindo o foco do projeto (MINETTO, 2018).
- **Melhorar (*Improve em inglês*):** Após identificar as oportunidades de melhoria no passo anterior, essa etapa tem como objetivo atuar sobre os problemas para corrigi-los. Para isso, é necessário levantar soluções de correção, posteriormente, é importante identificar quais melhorias causaram maiores impactos positivos, para prosseguirem para os próximos passos. Após isso, é o momento de testá-las, caso soluções não surgiram efeitos positivos ou expressivos, são descartadas, e as que tiveram bons resultados são incluídas na construção de um plano de ação detalhado para serem implementadas (MINETTO, 2018).
- **Controlar:** o objetivo dessa etapa é garantir a implementação das soluções descritas no plano da ação. Para isso, deve-se realizar constantes controles de cumprimento das metas pré-estabelecidas, mensurando a aderência dos responsáveis com as implementações pendentes. Além disso, é importante acompanhar os resultados das soluções já implementadas, à fim de calcular a eficácia do projeto, e atuar de diferentes formas caso os resultados sejam negativos (MINETTO, 2018).

2.6 SIPOC

A matriz SIPOC cujo nome corresponde a junção de iniciais (em inglês) de cada aspecto analisado pela ferramenta Fornecedores (*Supplier*), Entradas (*Input*), Processo (*Process*), Saídas (*Outputs*) e Clientes (*Customer*), é uma ferramenta visual utilizada para mapear processos de seu começo até o fim. Com isso, as etapas do processo são mais claras, sendo possível entender diversos fatores que impactam diretamente na execução do trabalho, seu escopo, os pontos de início e término das atividades.

Além disso, por se tratar de uma matriz de fácil entendimento com a descrição das informações de forma simples, o SIPOC ajuda a repassar todas as informações relevantes de um processo e de suas etapas para a equipe e para outros usuários (OLIVEIRA, 2020).

A figura 2 exemplifica como é construído a matriz SIPOC.

Figura 2 - Matriz SIPOC

Fornecedores (Suppliers)	Entradas (Inputs)	Processos (Process)	Saídas (Outputs)	Clientes (Clients)
Fornecedores de insumos e materiais diversos para o processo.	Mão de obra, recursos e equipamentos.	Onde as coisas acontecem, produção transformando entradas em saídas. Resolução de necessidades críticas e desenvolvimento de novos produtos.	Produtos acabados, entrega pontual e com qualidade.	Clientes existentes e potenciais clientes.

Fonte: (Adaptado de <https://www.manutencaoemfoco.com.br/diagrama-sipoc/>)

Para você entender isso ainda melhor, confira o que cada uma dessas palavras designa em um processo:

- Fornecedores (*Supplier*): São os responsáveis por fornecer o recurso necessário para o processo, no caso as entradas. Podem ser pessoas, departamentos, empresas ou outros processos, por exemplo (OLIVEIRA, 2020).
- Entradas (*Input*): São todos os elementos necessários para que o acontecimento do processo da maneira correta, podendo ser dados, materiais, recursos, colaboradores, entre outros (OLIVEIRA, 2020).
- Processo (*Process*): São todas as atividades que são realizadas no procedimento mapeado pelo SIPOC, é necessária uma informação clara das tarefas que são executadas (OLIVEIRA, 2020).
- Saídas (*Outputs*): As saídas são os resultados e entregas de um processo, aquilo que um cliente espera receber (OLIVEIRA, 2020).

- Clientes (*Customer*): Todo resultado do processo (saída) necessita de um destino, nessa etapa deve-se pontuar quem serão os beneficiados dessas entregas, podendo prosseguir para outros processos, pessoas, departamentos, outras empresas ou clientes consumidores finais do produto (OLIVEIRA, 2020).

2.7 Matriz RACI

A matriz RACI é um artifício usado para melhorar a gestão de projetos, fazendo com que as atividades dos integrantes das atividades possam ser visualizadas de maneira mais clara e concisa.

Através de elementos visuais, usualmente representados em tabelas que mostram definidamente informações primordiais sobre deveres e expectativas, delegando funções e atribuindo responsabilidades a equipe, tornando claras sobre quem deve realizar o quê perante uma atividade.

Tais atribuições são elucidadas por das letras da sigla RACI, que indicam:

- **R:** Responsável;
- **A:** Aprovador;
- **C:** Consultado;
- **I:** Informado.

Responsável (R): Integrante que domina as técnicas e procedimentos relacionados a uma tarefa, assumindo a responsabilidade de sua entrega que assim que finalizada deve passar pela análise de um aprovador.

Aprovador (A): Após o responsável realizar a entrega da tarefa, cabe ao aprovador avaliar e julgar se o resultado obtido é suficiente, assim sendo, permite que a equipe siga para a próxima etapa do projeto.

Consultado (C): Representado por um especialista na área da tarefa designada ao responsável, devendo fornecer todo o suporte técnico necessário para garantir que a atividade seja realizada da melhor maneira possível.

Informado (I): Mesmo não participando diretamente das atividades, devem ser informados sobre o andamento e conclusão das atividades, que podem tanto quanto

facilitar a execução das mesmas tanto como depender dessas informações para tomada de decisões.

O uso desta ferramenta pode gerar diversos benefícios na equipe, dentre eles:

- Comunicação mais efetiva entre os membros da equipe;
- Melhoria na transparência;
- Responsabilização;
- Maior colaboração;
- Diminuição das cargas de trabalho;
- Aumenta a autonomia dos funcionários;
- Uso eficiente do tempo.

Como exemplo de uma matriz RACI, temos a figura 3.

Figura 3 - Exemplo Matriz RACI

RACI	Função 1	Função 2	Função 3
Atividade 1	R	C	I
Atividade 2	I	R	-
Atividade 3	R	I	I

2.8 Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de Ishikawa, é uma ferramenta de cunho visual geralmente utilizada em reuniões de brainstorming tendo a função de ajudar na análise e identificação de todas as possíveis causas para a reincidência de uma determinada falha ou defeito.

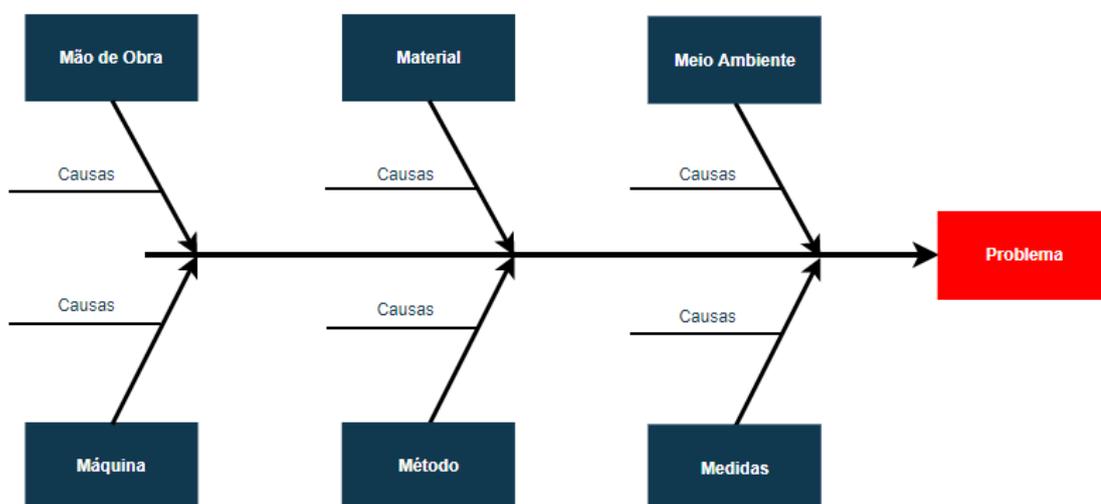
A investigação das causas e efeitos se ramificam em 6 grupos, denominados como os 6 M's, sendo eles:

- **Método:** Como a maneira de execução da tarefa influencia no problema;
- **Máquina:** Como o maquinário, instalações e equipamentos podem influenciar no problema;
- **Medida:** Como as métricas utilizadas no desenvolver da atividade influencia no problema;

- **Meio Ambiente:** Como as condições do meio em que a tarefa é executada por influenciar no problema;
- **Material:** Como os materiais, insumos, peças, matérias primas podem interferir no problema;
- **Mão de obra:** como o pessoal envolvido no processo pode influenciar no problema.

Conforme a figura 4, temos a representação do Diagrama de Ishikawa.

Figura 4 - Diagrama de Ishikawa



2.9 Brainstorming

Brainstorming é uma técnica bastante utilizada em reuniões de companhias para o compartilhamento de ideias com o intuito de gerar soluções para um problema.

Devido a isso, é essencial para o sucesso da ferramenta, sejam envolvidas pessoas de participação ativa nas atividades da empresa e principalmente que tragam perspectivas diferentes.

A quantidade de ideias capturadas é de extrema importância, devendo ser livres, porém sem perder o foco no objetivo da resolução do problema que já deve estar definido desde o início da reunião. As melhores ideias são selecionadas e ao final da reunião transformadas em estratégia.

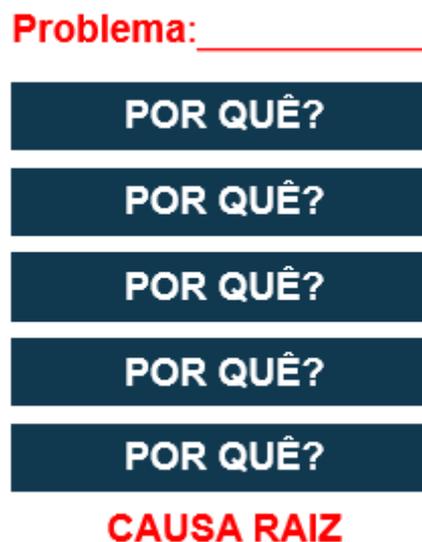
2.10 5 Por quês

Ferramenta de qualidade criada por Sakichi Toyoda (fundador das indústrias Toyota) que consiste em perguntar 5 vezes o “por quê” de um determinado problema a fim de simplificar a cada etapa o real motivo do problema, esclarecendo a verdadeira causa raiz. Portanto, pode se utilizar o “por quê” mais ou menos vezes que 5, pois não há uma regra definida, vai depender do verdadeiro grau de complexidade do problema analisado.

A ferramenta foi criada devido a tendência das pessoas em atuarem no efeito e não na causa, o que era inúmeras vezes invalidas as soluções, tendo como consequência a não resolução dos problemas e até mesmo a recorrência do problema seguido de um aumento da sua gravidade.

Como ilustração da ferramenta, temos a figura 5.

Figura 5 – Metodologia 5 Porquês



CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1 Local do estudo

A empresa utilizada no estudo atua na produção e beneficiamento de sementes de milho, esse processo há diversas etapas envolvidas, se iniciando no plantio até a distribuição de sacos de sementes ao mercado consumidor. Como uma etapa primordial e a escolhida para estudo é o setor denominado Torre de beneficiamento, nesse local podemos dividir em três grandes etapas: classificação, tratamento e ensaque.

- **Classificação:** as sementes de milho chegam de etapas anteriores já em forma de grãos e com a umidade correta, no início é realizado uma pré-limpeza utilizando fluxo de ar e peneiras de retenção de impurezas. Após isso, é realizado a classificação de formatos e tamanhos de sementes, para isso, o fluxo de sementes passa em diversas peneiras cilíndricas que fazem a separação de sementes redondas e chatas e dentre essas geometrias é realizado a distinção dos tamanhos (procedimento necessário para garantir uma homogeneidade dos sacos a serem plantados).
- **Coluna e Color:** O material passa sobre uma coluna de ar para realizar a separação dos componentes (sujeiras do produto) por meio de um fluxo de ar e em sequência, o material passa por um processo de separação automatizado que retira todos as sementes que apresentando defeitos físicos.
- **Tratamento:** Etapa automatizada que consiste no revestimento das sementes através de produtos químicos dissolvidos em uma “calda” com a finalidade de protegê-las de fungos e insetos.
- **Ensaque:** Local onde são ensacadas as sementes em embalagens contendo 60.000 sementes como padrão, para isso é realizado um processo anterior que define a dosagem correta para cada lote para conter a quantidade correta de sementes nos sacos.

3.2 Descrição da Metodologia

Para solucionar os problemas apresentados na introdução deste trabalho, utilizou-se o DMAIC, uma metodologia com o objetivo de guiar em passos bem definidos um projeto de melhoria contínua, sendo ela dividida em 5 etapas, Definir (Define), Mensurar (Measure), Analisar (Analyse), Melhorar (Improve) e controlar (Control).

De acordo com as necessidades em cada uma dessas etapas foram escolhidas diversas ferramentas de qualidade para auxiliar no desenvolvimento do projeto, como:

- Brainstorming;
- Diagrama de Ishikawa;
- 5 Por quês;
- Matriz RACI.
- Matriz SIPOC;
- Plano de Ação.

Ferramentas as quais foram distribuídas da seguinte maneira na estrutura da metodologia DMAIC, conforme tabela 1.

Tabela 1 - Detalhamento DMAIC

DMAIC	Objetivo	Ferramentas Utilizada
Definir	Definir o problema, as oportunidades e os resultados esperados.	Brainstorming.
Medir	Coleta de dados para auxílio na mensuração e análise do problema.	Excel.
Analisar	Filtrar a causa raiz do problema.	Diagrama de Ishikawa e 5 Porquês.
Melhorar	Levantar soluções de correção e aplicá-las	Plano de Ação, Matriz RACI e Matriz SIPOC.
Controlar	Garantir a implementação e continuidade das soluções aplicadas.	Checklist de Resultados e Indicadores.

3.2.1. Definir

Na fase Definir, através da Ferramenta Brainstorming, foi apresentada necessidade de redução do período de parada necessária durante a entressafra para a realização das manutenções preventivas da torre de processamento de sementes de milho, a fim de reduzir gastos com a terceirização de produção.

Como ideia principal para reduzir tal tempo foi sugerida a utilização de maneira estratégica das paradas não programadas para encaixe das manutenções preventivas, assim eliminando aos poucos as demandas de manutenções que seriam feitas durante a entressafra.

A partir disso, utilizou-se o período entre dezembro de 2020 e maio de 2021 para levantamento das informações e análises para conclusão do estudo que teve sua aplicação a partir de julho de 2021, desta maneira podendo elucidar os resultados de diminuição do tempo da parada programada destinada a realização de manutenções preventivas no ano de 2021 no período de entressafra diminuindo a indisponibilidade da linha de produção em relação aos anos anteriores.

3.2.2. Medir

Para iniciar a coleta dos dados, a torre de processamento foi dividida em cinco partes, sendo elas:

- Tratamento (linha 1);
- Tratamento (linha 2);
- Classificação de sementes;
- Coluna e Color (linha 1);
- Coluna e Color (linha 2)

Com a torre de processamento segregada em partes, partiu-se para a coleta de dados de quantidade necessária de ordens de serviço de manutenções preventivas com suas respectivas durações e quantidade de paradas, sendo elas, para manutenções preventivas, corretivas ou preditivas que cada uma delas sofreu durante o período de estudo, prezando pelo conservadorismo, paradas inferiores a uma hora não seriam contabilizadas e acima de uma hora, os minutos não seriam contabilizados até completar

a hora seguinte, por exemplo, uma parada de até 1 hora e 59 minutos seria considerada como uma parada de 1 hora e os dados foram capturados conforme a tabela abaixo.

Em um cenário conservador foi considerado que se utilizaria 50% das paradas não planejadas para encaixe das ordens de manutenção.

Para captura dos dados de manutenção da safra anterior, utilizou-se a tabela 2.

Tabela 2 - Tabela utilizada para análise do projeto

Período do Estudo						
Setor da Torre						
Duração da Parada.	Qntd. de Paradas.	50% Qntd. de Paradas.	Qntd. de Manutenção.	Restante.	Restante corrigido.	Horas Faltantes.
1h						
2h						
3h						
4h						
5h						
6h						
7h						
8h						
9h						
>10h*						

* Considerando até 24h de parada

Na primeira coluna, categorizou-se as paradas em tempo de duração, iniciando em 1h até 9h, e por último paradas de duração entre 10h e 24h. Nas próximas colunas, temos respectivamente, a quantidade de paradas, o cálculo de 50% da quantidade de paradas, a quantidade de manutenções necessárias, a diferença entre a metade da quantidade de paradas e a quantidade de manutenções requeridas, o restante de manutenções necessárias e por fim as horas faltantes requeridas.

Com a tabela de coleta de dados estruturada, a preencheu separadamente para cada um dos setores estudados.

- Tratamento linha 1:

Tabela 3 - Tabela de análise para Tratamento (linha 1)

12/12/2020 à 17/05/2021						
Tratamento (linha 1)						
Duração da Parada.	Qntd. de Paradas.	50% Qntd. de Paradas.	Qntd. de Manutenção.	Restante.	Restante corrigido.	Horas Faltantes.
1h	129	64	46	-18	0	0
2h	82	41	37	-4	0	0
3h	36	18	10	-8	0	0
4h	26	13	8	-5	0	0
5h	17	8	0	-8	0	0
6h	10	5	0	-5	0	0
7h	9	4	1	-3	0	0
8h	4	2	0	-2	0	0
9h	2	1	0	-1	0	0
>10h*	43	21	2	-19	0	0

* Considerando até 24h de parada

- Tratamento linha 2:

Tabela 4 - Tabela de análise para Tratamento (linha 2)

12/12/2020 à 17/05/2021						
Tratamento (linha 2)						
Duração da Parada.	Qntd. de Paradas.	50% Qntd. de Paradas.	Qntd. de Manutenção.	Restante.	Restante corrigido.	Horas Faltantes.
1h	233	116	33	-83	0	0
2h	125	62	11	-51	0	0
3h	52	26	7	-19	0	0
4h	26	13	4	-9	0	0
5h	19	9	1	-8	0	0
6h	14	7	0	-7	0	0
7h	17	8	1	-7	0	0
8h	7	3	0	-3	0	0
9h	6	3	0	-3	0	0
>10h*	37	18	0	-18	0	0

* Considerando até 24h de parada

- Classificação de sementes:

Tabela 5 - Tabela de análise para Classificação

12/12/2020 à 17/05/2021						
Classificação de Sementes						
Duração da Parada.	Qntd. de Paradas.	50% Qntd. de Paradas.	Qntd. de Manutenção.	Restante.	Restante corrigido.	Horas Faltantes.
1h	104	52	191	139	139	139
2h	43	21	223	202	202	404
3h	30	15	80	65	65	195
4h	21	10	17	7	7	28
5h	14	7	17	10	10	50
6h	6	3	6	3	3	18
7h	9	4	3	-1	0	0
8h	3	1	3	2	2	16
9h	2	1	1	0	0	0
>10h*	23	11	29	18	18	180
* Considerando até 24h de parada					Soma	1030

- Coluna e Color (linha 1):

Tabela 6 - Tabela de análise para Coluna e Color (linha 1)

12/12/2020 à 17/05/2021						
Coluna e Color (linha 1)						
Duração da Parada.	Qntd. de Paradas.	50% Qntd. de Paradas.	Qntd. de Manutenção.	Restante.	Restante corrigido.	Horas Faltantes.
1h	246	123	41	-82	0	0
2h	70	35	15	-20	0	0
3h	32	16	5	-11	0	0
4h	16	8	2	-6	0	0
5h	10	5	2	-3	0	0
6h	7	3	3	0	0	0
7h	10	5	0	-5	0	0
8h	3	1	0	-1	0	0
9h	4	2	0	-2	0	0
>10h*	13	6	2	-4	0	0
* Considerando até 24h de parada						

- Coluna e Color (linha 2):

Tabela 7 - Tabela de análise para Coluna e Color (linha 2)

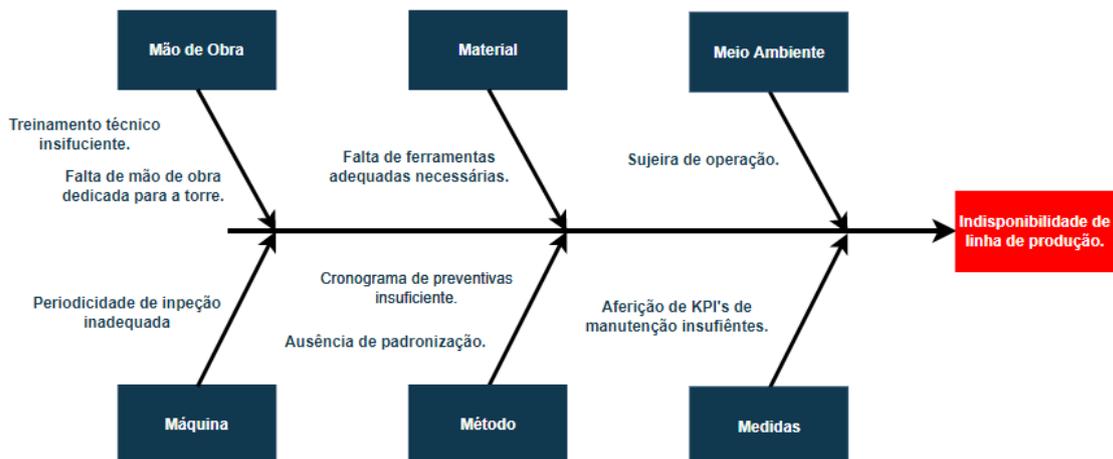
12/12/2020 à 17/05/2021						
Coluna e Color (linha 2)						
Duração da Parada.	Qntd. de Paradas.	50% Qntd. de Paradas.	Qntd. de Manutenção.	Restante.	Restante corrigido.	Horas Faltantes.
1h	251	125	34	-91	0	0
2h	83	41	5	-36	0	0
3h	26	13	1	-12	0	0
4h	11	5	1	-4	0	0
5h	5	2	1	-1	0	0
6h	9	4	0	-4	0	0
7h	1	2	1	-1	0	0
8h	2	1	0	-1	0	0
9h	1	0	0	0	0	0
>10h*	15	7	1	-6	0	0

* Considerando até 24h de parada

3.2.3. Analisar

Nesta etapa, utilizou-se as ferramentas de Diagrama de Ishikawa, como representado na figura 6.

Figura 6 - Diagrama de Ishikawa preenchido para o processo



Após levantadas as causas utilizando o Diagrama de Ishikawa foram definidos os principais causadores da indisponibilidade de equipamentos na linha de produção, com isso, o projeto foi refinado para mitigar os gargalos predominantes no problema proposto. Para isso a análise foi realizada utilizando do método dos 5 por quês, como descrito na tabela 8.

Tabela 8 - Detalhamento 5 Porquês

6M	1º Porquê	2º Porquê	3º Porquê	4º Porquê	5º Porquê	Ação de Bloqueio
Mão de obra	Treinamento técnico insuficiente.	Periodicidade de treinamentos falho.	Tempo insuficiente para treinamentos.	Jornada de trabalho intensa.		Formulação de cronograma de revisão de treinamentos para a equipe.
Mão de obra	Falta de mão de obra dedicada para a torre.	Equipe de manutenção não é exclusiva.	Método de operação unificado.	Concentração de planejamento em uma só equipe.	Redução de custo operacional.	Equipe de manutenção exclusiva para o setor.
Material	Falta de ferramentas adequadas necessárias.	Quantidade insuficiente para toda equipe.	Utilização de ferramentas compartilhadas.	Falta de análise de operação conjunta.		Aquisição de ferramentas de manutenção exclusivas para o setor.
Meio Ambiente	Sujeira de Operação.	Rotina de limpeza descumprida.	Falta de verificação diária de limpeza.	Método 5S descumprido.		Formulação de procedimento de limpeza e verificação diária.
Máquina	Periodicidade de Inspeção Inadequada.	Intervalo longo entre inspeções.	Falta de análise do histórico de manutenções corretivas.	KPI's insuficientes para planejamento.	Baixa automação de coleta de dados.	Revisão de cronograma de manutenções analisando o histórico existente.
Método	Cronograma de preventivas insuficientes.	Tempo dedicado a preventivas insuficiente.	Baixo tempo de parada de operação.	Alto fluxo de produção.	Demanda alta de mercado.	Aproveitamento de paradas não programadas.
Método	Ausência de padronização.	Etapas de manutenção despadronizada.	Falta de revisão das instruções de trabalho.	Falta de pessoas designadas para esta função.		Criação de uma equipe para revisar e criar instruções de trabalho.
Medidas	Aferição de KPIs de manutenção insuficientes.	Planejamento inadequado de coleta de dados.	Gerenciamento falho dos dados.	Ausência de ferramentas eficientes de captura dos dados.	Ferramentas manuais de captura de dados.	Digitalização da coleta e apresentação dos dados de manutenção.

3.2.4. Melhorar

Com intuito de elevar as horas de disponibilidade da linha de produção criou-se um plano de ação afim de aproveitar pelo menos 50% das paradas não programadas para encaixe das ordens manutenção preventivas e preditivas que a princípio seriam executadas no período de entressafra (parada forçada). Para isso designou-se uma equipe de manutenção exclusiva para atuação na torre de processamento para atender as demandas do projeto. Esta equipe foi composta por um planejador, um assistente de processos e dois mecânicos, cujas funções foram demonstradas com o uso da Matriz RACI, conforme a tabela 9.

Tabela 9 - Matriz RACI de responsabilidades do projeto

RACI	Planejador	Assistente de processo	Mecânicos
Mapeamento de paradas programadas para o dia	R	C	I
Captura de paradas oportunisticas	I	R	-
Mapeamento de ordens a serem executadas	R	I	I
Plano de manutenção com prioridades estruturado para as paradas e atualizado diariamente	R	C	I
Quadro de gestão visual do processo	R	C	C
Auditar execução de ordens	R	C	I
Direcionamento dos locais das atividades	A	R	I
Execução das ordens de manutenção	A	I	R

A rotina de trabalho diária dessa equipe funciona da seguinte maneira:

- **Planejador:** Responsável por enquadrar as ordens de manutenção preventivas, corretivas e preditivas em horários de parada do processo, sejam elas programadas ou não e pela atualização do quadro de gestão visual das atividades;
- **Assistente de processo:** Responsável por vistoriar e analisar todo o processo de produção na Torre em tempo real e averiguar se as paradas inicialmente programadas estão ocorrendo e identificar paradas não programadas e informar ao planejador a oportunidade de atuação;
- **Mecânicos:** Execução das ordens de manutenção repassadas pelo planejador e tempos ociosos, leitura de procedimentos e instruções de trabalho de manutenção dos equipamentos.

Foi definido um processo para garantir que o fluxo de execução funcionasse com a maior efetividade possível, para isso, estabeleceu-se uma reunião diária com análises e discussões estratégicas envolvendo o programador, o assistente de processos e os clientes envolvidos no processo. Conforme demonstrado na figura 7.

Figura 7 - Fluxo de execução diário



Além do fluxo de execução, foi mapeado o procedimento necessário para que ajude a repassar todas as informações relevantes do processo e de suas etapas para a equipe de execução. Para tal representação foi utilizado uma Matriz SIPOC, conforme tabela 10.

Tabela 10 - Matriz SIPOC definida

Fornecedores (Suppliers)	Entradas (Inputs)	Processos (Process)	Saídas (Outputs)	Clientes (Clients)
Operadores; Líderes de produção; Analistas de Torre.	Paradas programadas do dia e semana (S+1)	Programação de ordens de manutenção apropriada para a parada.	Ordens de manutenções incluídas no cronograma diário.	Operadores de Torre.

3.2.5. Controlar

Foi definido a realização de uma reunião diária de 15 minutos pela manhã para captura dos indicadores de performance do processo no dia anterior com o intuito de controlar e verificar a eficácia do processo. Nesta reunião é capturado o atraso de ordens de manutenções em aberto a aderência as oportunidades de parada, as ordens emergenciais e a redução das horas de paradas necessárias na entressafra. Também é pré-

estabelecido um cronograma de atividades que serão executadas para o dia e semana conforme figura 8.

Figura 8 - Quadro de gestão diária do projeto

1. KPI (How) (D-1)			3. Planejamento de Turno (D)									
Area	Backlog (Dias)	Aderência às oportunidades (%)	Paradas de Manutenção			Paradas de Produção			Atividades Oportunistas			
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Classificação												
Coluna e Color 1												
Coluna e Color 2												
Tratamento 1												
Tratamento 2												

2. KPI (Health Check) (D-2)			4. Planejamento S+1																				
Area	Ordens Emergenciais (#)	Redução na entresafra (h)	Paradas de Manutenção						Paradas de Produção						Atividades Oportunistas								
			Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab			
Classificação																							
Coluna e Color 1																							
Coluna e Color 2																							
Tratamento 1																							
Tratamento 2																							
5. Plano de Ação																					6. Contramedida		

CAPÍTULO IV

RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Resultados do projeto

Conforme dito, o projeto teve seu início dado em julho de 2021 e após seis meses de execução, foram obtidos para cada setor, resultados de aproveitamento de paradas para realização de manutenções preventivas, preditivas e corretivas.

- **Tratamento (linha 1):** Foram utilizadas 42% das paradas totais, com isso, para este setor as horas necessárias de parada durante a entressafra foram zeradas, conforme a tabela abaixo.

Tabela 11 - Resultado para o setor Tratamento (linha 1)

Julho 2021 à Janeiro 2022					
Tratamento (linha 1)					
Duração da Parada.	Qntd. de Paradas.	Qntd. de Manutenção.	Horas de Parada.	Horas de Manutenção.	Horas Faltantes.
1h	80	51	80	51	0
2h	40	38	80	76	0
3h	42	12	126	36	0
4h	20	6	80	24	0
5h	5	2	25	10	0
6h	6	0	36	0	0
7h	2	1	14	7	0
8h	1	0	8	0	0
9h	3	0	27	0	0
>10h*	3	1	30	10	0
* Considerando até 24h de parada.		Total	506	214	
		% de Paradas Utilizadas	42%		

- **Tratamento (linha 2):** Foram utilizadas 39% das paradas totais, com isso, para este setor as horas necessárias de parada durante a entressafra foram zeradas, conforme a tabela 12.

Tabela 12- Resultado para o setor Tratamento (linha 2)

Julho 2021 à Janeiro 2022					
Tratamento (linha 2)					
Duração da Parada.	Qntd. de Paradas.	Qntd. de Manutenção.	Horas de Parada.	Horas de Manutenção.	Horas Faltantes.
1h	135	71	135	71	0
2h	25	18	50	36	0
3h	52	37	156	111	0
4h	26	4	104	16	0
5h	19	1	95	5	0
6h	2	0	12	0	0
7h	3	1	21	7	0
8h	0	0	0	0	0
9h	0	0	0	0	0
>10h*	5	0	50	0	0
* Considerando até 24h de parada.		Total	623	246	
		% de Paradas Utilizadas	39%		

- **Classificação de Sementes:** Foram utilizadas 100% das paradas totais que não foram suficientes para atender o total de ordens de manutenções necessárias para este setor, com isso, ainda restaram 859 horas de manutenção a serem realizadas, conforme tabela 13.

Tabela 13 - Resultado para o setor Classificação

Julho 2021 à Janeiro 2022					
Classificação de Sementes					
Duração da Parada.	Qntd. de Paradas.	Qntd. de Manutenção.	Horas de Parada.	Horas de Manutenção.	Horas Faltantes.
1h	100	191	100	191	91
2h	45	223	90	446	356
3h	50	80	150	240	90
4h	15	17	60	68	8
5h	10	17	50	85	35
6h	2	6	12	36	24
7h	9	12	63	84	21
8h	2	3	16	24	8
9h	1	5	9	45	36
>10h*	10	29	100	290	190
* Considerando até 24h de parada.		Total	650	1509	859
		% de Paradas Utilizadas	100%		

- **Coluna e Color (linha 1):** Foram utilizadas 41% das paradas totais, com isso, para este setor as horas necessárias de parada durante a entressafra foram zeradas, conforme a tabela 14.

Tabela 14 - Resultado para o setor Coluna e Color (linha 1)

Julho 2021 à Janeiro 2022					
Coluna e Color (linha 1)					
Duração da Parada.	Qntd. de Paradas.	Qntd. de Manutenção.	Horas de Parada.	Horas de Manutenção.	Horas Faltantes.
1h	89	41	89	41	0
2h	42	15	84	30	0
3h	22	7	66	21	0
4h	11	4	44	16	0
5h	7	2	35	10	0
6h	5	3	30	18	0
7h	5	2	35	14	0
8h	3	1	24	8	0
9h	1	0	9	0	0
>10h*	2	2	20	20	0
* Considerando até 24h de parada.		Total	436	178	
		% de Paradas Utilizadas	41%		

- **Coluna e Color (linha 2):** Foram utilizadas 61% das paradas totais, com isso, para este setor as horas necessárias de parada durante a entressafra foram zeradas, conforme a tabela 15.

Tabela 15 - Resultado para o setor Coluna e Color (linha 2)

Julho 2021 à Janeiro 2022					
Coluna e Color (linha 2)					
Duração da Parada.	Qntd. de Paradas.	Qntd. de Manutenção.	Horas de Parada.	Horas de Manutenção.	Horas Faltantes.
1h	93	52	93	52	0
2h	21	12	42	24	0
3h	13	9	39	27	0
4h	11	5	44	20	0
5h	3	1	15	5	0
6h	9	6	54	36	0
7h	1	1	7	7	0
8h	2	1	16	8	0
9h	1	1	9	9	0
>10h*	2	2	20	20	0
* Considerando até 24h de parada.		Total	339	208	
		% de Paradas Utilizadas	61%		

Após o fim das medições dos resultados dos cinco setores, teve-se eficiência total para quatro setores, entretanto, as paradas no setor Classificação de Sementes não foram suficientes para a realização de todas as manutenções, restando 859 horas de manutenção que foram executadas na parada forçada no período de entressafra.

Anteriormente, eram destinados 22 dias de parada de produção na Torre para a realização das manutenções, após as melhorias implementadas do projeto, houve uma redução de 50% no período de parada forçada, reduzindo a 11 dias.

Como a capacidade diária de produção da Torre é de 5000 sacos de sementes, foram calculados qual o ganho total de produção entregue pelo projeto, considerando o quadro de funcionários vigente composto por 10 pessoas com carga horária diária de oito horas de execução para as horas faltantes das manutenções na entressafra, conforme tabela 16.

Tabela 16 - Resultado Final

Ganhos Reais						
Dias de entressafra anterior.	Horas de manutenção restantes.	Horas homem/dia (10 pessoas 8h).	Dias de entressafra atual.	Diferença de dias.	Produção diária (sacos).	Total de sacos produzidos.
22	859	80	11	11	5000	55000

Sendo assim, os ganhos financeiros são calculados pela capacidade diária de produção multiplicado pelos dias de operação que a partir do projeto foram acrescentados na produção anual.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES

Visto a necessidade da companhia de se adaptar a demanda de mercado atual, utilizando de sua linha de produção com a maior eficiência possível, são necessários projetos de melhoria contínua de performance de suas operações, entre elas, a manutenção com impactos significativos no dia a dia da operação exige uma atenção expressiva, por isso, esse projeto tem foco de atuação no aperfeiçoamento neste processo.

Com o uso das ferramentas de qualidade aliados ao ciclo DMAIC, conseguiu-se executar de forma estruturada o projeto proposto, tendo melhorias na captura de KPI's e os utilizando junto a um fluxo implementado para a aprimorar o processo de manutenções corretivas, preventivas e preditivas da Torre de beneficiamento de uma empresa de produtora de sementes.

Como principal mudança após a execução do projeto, teve-se a implementação de uma equipe exclusiva responsável pela manutenção da Torre de beneficiamento, o que gerou impactos benéficos a operação, como a melhor conexão entres os times de operação e planejamento de manutenção, resultando num fluxo de comunicação mais eficiente, queda na quantidade de manutenções corretivas necessárias justificadas pelo maior qualidade dos serviços de manutenção preventivas e preditivas.

Por fim, o projeto reduziu em 50% uma pausa na operação para realização de manutenções anteriormente executada em 22 dias e agora em 11 dias, o que, significa ganhos financeiros devido a capacidade de produção diária de 5000 sacos de sementes, totalizando a entrega de 55000 sacos a mais, os quais seriam produzidos através da terceirização de serviços evitando este custo extra à companhia.

O projeto piloto na companhia, após o sucesso de sua implementação, será expandido para outras unidades afim de garantir a padronização de processo e aumento da produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, Alessandro. **Origem do milho no Brasil**: cultura e histórico de cultivo. 2022. Disponível em: <https://reagro.com.br/blog/origem-do-milho-no-brasil/>. Acesso em: 28 abr. 2022.

ANDRADE, Luiza. **Diagrama de Ishikawa**: o que é e como fazer. siteware. 2021. Disponível em: <https://www.siteware.com.br/metodologias/diagrama-de-ishikawa/>. Acesso em: 12 abr. 2022.

APROSOJA/MT. **A história do milho - - APROSOJA/MT**. Disponível em: <http://www.aprosoja.com.br/soja-e-milho/a-historia-do-milho>.

ARAÚJO, Evanir. **Manutenção Industrial**: O que é, Exemplos e Principais Tipos. Automação Industrial. 2022. Disponível em: <https://www.automacaoindustrial.info/manutencao-industrial/>. Acesso em: 20 abr. 2022

CYRINO, Luis. **Diagrama SIPOC**. Manutenção em foco. 2020. Disponível em: <https://www.manutencaoemfoco.com.br/diagrama-sipoc/>. Acesso em: 20 abr. 2022.

FRAGA, Daniel. **O que é o Método DMAIC?**: Entenda a sua importância para o Lean Seis Sigma!. Voitto. 2020. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/metodo-dmaic>. Acesso em: 12 abr. 2022.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 3ª. ed. Qualitymark, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2009.

MARTINS, Túlio. **A Evolução da Manutenção**. 2019. Disponível em: <https://tuliomartins.com.br/evolucao-da-manutencao/>. Acesso em: 15 abr. 2022.

MATRIZ RACI: o que é, benefícios e como utilizar?. 2020. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/matriz-raci/>. Acesso em: 13 abr. 2022.

MINETTO NAPOLEÃO, Bianca. **5 Porquês**. Ferramentas da Qualidade. 2019. Disponível em: <https://ferramentasdaqualidade.org/5-porques/>. Acesso em: 13 abr. 2022.

MINETTO, Bianca. **O que é DMAIC?**. Qualiex. 2018. Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/o-que-e-dmaic/>. Acesso em: 27 abr. 2022.

O QUE É CICLO DMAIC e como utilizar?. Siteware. 2017. Disponível em: <https://www.siteware.com.br/blog/metodologias/o-que-e-ciclo-dmaic/>. Acesso em: 19 abr. 2022.

OS BENEFÍCIOS da manutenção de máquinas e equipamentos. CRV industrial. 2017. Disponível em: <http://crvindustrial.com/>. Acesso em: 15 abr. 2022.

PLUCINSKI, Jean Cássio. **Evolução da Manutenção**. Somática Educar. 2020. Disponível em: <http://www.somaticaeducar.com.br/evolucao-da-manutencao/>. Acesso em: 13 abr. 2022.

SALES, Raquel. **Manutenção industrial**: entenda TODOS os seus tipos e suas características! [S. l.], 8 abr. 2022. Disponível em: <https://blog.acoplastbrasil.com.br/manutencao/>. Acesso em: 13 abr. 2022.

TELES, Jhonata. **Engenharia de Manutenção**: Foco em Confiabilidade, Disponibilidade e Manutenibilidade. 2018. Disponível em: <https://engeteles.com.br/engenharia-de-manutencao/>. Acesso em: 14 abr. 2022.

VIANA, H. R. PCM, Planejamento e Controle da Manutenção. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002.

WOEBCKEN, Cayo. **O que é brainstorming e as 7 melhores técnicas para a tomada de decisões inteligentes**. rockcontent. 2019. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/brainstorming/>. Acesso em: 4 abr. 2022.

XENOS, H. G. P. Gerenciando a manutenção produtiva. Belo Horizonte: EDG, 1998