

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS, ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

**ANÁLISE DO SETOR DE MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE
BENEFICIAMENTO DE SEMENTE DE MILHO**

GISELE DESSOLES SANT ANA

Ituiutaba - MG

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS, ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

**ANÁLISE DO SETOR DE MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE
BENEFICIAMENTO DE SEMENTE DE MILHO**

GISELE DESSOLES SANT ANA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação da Faculdade De Administração,
Ciências Contábeis, Engenharia De Produção E
Serviço Social da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia de Produção.

Ituiutaba - MG

2020

GISELE DESSOLES SANT ANA

**ANÁLISE DO SETOR DE MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE
BENEFICIAMENTO DE SEMENTE DE MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação da Faculdade de Administração,
Ciências Contábeis, Engenharia de Produção e
Serviço Social da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Hebert Roberto da Silva

Aprovado em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Hebert Roberto da Silva
Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dra. Déborah Oliveira Almeida Carvalho
Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Eugênio Pacceli Costa
Universidade Federal de Uberlândia

Ituiutaba - MG
2020

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a toda minha família e amigos em especial meus avós, minha mãe Melissa que é a maior incentivadora dos meus estudos, meu Pai Afrânio, meu padrasto Cleonilson e meus irmãos Danielle e Murillo, que estiveram sempre presentes sendo meus melhores amigos.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus por sempre me guiar em todos os momentos da minha vida, por ter me dado saúde, força e sabedoria para alcançar esta vitória.

Agradeço a meus tios e primos por todo o suporte, meu avô Jurandir e minha avó Maninete que sempre foram exemplo de luta e superação e me encorajaram a persistir diante das dificuldades.

Aos meus colegas que estiveram do meu lado, e foram suporte durante os estudos, compartilhando métodos, conhecimentos e conforto diante de momentos de ansiedade, em especial ao Sebastião que sempre acreditou no meu potencial.

Ao Professor Hebert pela orientação e ponderações que me proporcionaram o desenvolvimento de um trabalho de qualidade.

Agradeço também ao meu namorado Higor pelo incentivo e apoio incondicional em todos os momentos.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	2
3. OBJETIVOS DE PESQUISA	3
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	3
4.1 <i>Commoditie</i> : Milho.....	3
4.2 História da Manutenção.....	4
4.2.1 Primeira Geração	4
4.2.2 Segunda Geração	4
4.2.3 Terceira Geração	5
4.2.4 Quarta Geração	5
4.2.5 Quinta Geração	5
4.3 Tipos de Manutenção.....	6
4.3.1 Manutenção Corretiva.....	6
4.3.2 Manutenção Preventiva.....	6
4.3.3 Manutenção Preditiva	7
4.3.4 Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)	7
4.4 Gestão da Manutenção.....	7
4.5 Indicadores e <i>Key Performance Indicator</i> (KPI).....	8
4.5.1 MTTR – <i>Mean Time to Repair</i>	8
4.5.2 MTBF – <i>Mean Time Between Failures</i>	9
4.5.3 Disponibilidade	9
5. ESTUDO DE CASO.....	11
5.1. Estrutura Organizacional da Manutenção	11
5.1.1. Gestão da Manutenção	12
5.1.2. Tipos de Manutenção	13
5.2. KPI Monitorado – Disponibilidade	17
6. PROPOSTA DE NOVOS INDICADORES.....	20
7. CONCLUSÕES	23
8. REFERÊNCIAS	23

ANÁLISE DO SETOR DE MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE SEMENTE DE MILHO

Nome e CPF:

1. Gisele Dessoles Sant Ana. CPF: 116.347.006 - 60

Resumo:

Os fatores atuais de economia globalizada e intensa concorrência entre as empresas demandam que o setor de manutenção esteja constantemente em busca de melhorias que possibilitem iniciativas eficazes e assertivas, que garantam a disponibilidade e confiabilidade das instalações. O presente estudo foi desenvolvido em uma indústria de beneficiamento de semente de milho, este segmento possui um processo sistemático que torna ainda mais desafiador o setor de manutenção. Diante deste cenário, foi realizada análise do setor, através de levantamento de dados qualitativos e quantitativos a fim de caracterizá-lo e identificar oportunidades de melhorias. Após análise dos dados e embasamento teórico proporcionado pelo estudo, foi possível identificar que o setor possui uma estrutura organizacional em linha e sua atuação na indústria é centralizada, onde todo o time de manutenção atende a toda a Planta. As oportunidades identificadas foram de revisão do KPI de Disponibilidade e implementação de dois novos indicadores MTBF e MTTR, que serão abordados no decorrer do estudo.

1. Introdução

A produção de milho tem aumentado continuamente, devido ao fato de ser uma das culturas mais importantes do mundo, sendo utilizada de diversas formas, desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. O décimo levantamento da safra mundial de milho 2019/2020, divulgado pelo *United States Department of Agriculture* (USDA), indicou crescimento da demanda acima da oferta global (FIESP, 2020).

A manufatura de sementes de milho é caracterizada por apresentar grande concorrência e possuir um processo sistemático, pois se trata de uma matéria-prima orgânica. Constantemente, novas tecnologias são desenvolvidas, processos são melhorados e adaptados para que empresas deste segmento se mantenham competitivas (RODRIGUES, 2018).

Visto que o cenário atual é de uma economia globalizada e muito competitiva, é indispensável que se tenha uma manutenção estratégica, que aja de maneira eficaz, garantindo a confiabilidade e disponibilidade das instalações, colaborando para a excelência da organização.

Kardec e Nascif (2015) apontam que em empresas de alto desempenho, a área de manutenção tem adotado uma nova postura, se conscientizando de que quando ocorre falha nos equipamentos, há vários elementos que são afetados, como a segurança, meio ambiente, resultados da empresa e qualidade do produto. Portanto, esse novo cenário tem exigido novas atitudes dos profissionais de manutenção e da maneira como realizam a gestão desta área.

É importante olhar para a manutenção como uma função que garanta a disponibilidade dos ativos de uma empresa, sem comprometer o processo de produção e a segurança dos colaboradores e que atue com responsabilidade ambiental, garantindo assim uma produção com confiabilidade de suas máquinas, e custos adequados (KARDEC; NASCIF, 2015).

O presente trabalho será conduzido em uma unidade de produção comercial de sementes de milho e tem como objetivo desenvolver um estudo a respeito da atuação do setor de manutenção na empresa estudada, caracterizando-o de acordo com a teoria. Além disso, visa-se identificar oportunidades de melhoria, que permitam que a área atue de forma estratégica e tenha eficiência em seus processos, buscando-se a excelência operacional da companhia.

2. Contextualização e justificativa

Segundo o levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2019) o milho é um dos produtos agrícolas mais importantes do mundo, utilizado como fonte energética para alimentação animal, base alimentar de alguns países e é usado na produção de etanol. A semente de milho garante versatilidade de cultivo deste produto em diferentes regiões, condições de clima e solo, nos quais a tecnologia genética da semente permite maior produtividade. Assim a produção de semente de milho está na base do desenvolvimento econômico do agronegócio e social, pois, sua importância para a sociedade encontra-se no fato de o milho ser um alimento básico da dieta, sobretudo entre a camada mais pobre da população (MELO FILHO; RICHETTI, 1997).

Os resultados deste estudo serão de grande valia, pois o tema abordado influencia o desempenho da empresa, visto que conseqüentemente também afeta o cliente, pois é

possível reduzir custos e melhorar a qualidade do produto, e, por conseguinte a sociedade, devido ao fato de que o produto que a empresa estudada produz, possuir alta demanda tanto nacional como internacional. O estudo também evidencia a importância de identificar as características e particularidades da manutenção, a fim de se obter indicadores para tomada de decisões assertivas frente a diferentes cenários e assim contribuir para a excelência da companhia.

3. Objetivos de Pesquisa

O objetivo geral do presente trabalho é o estudo do setor de manutenção, a fim de identificar suas características e particularidades, para que seja possível propor melhorias na gestão da manutenção baseados em indicadores.

Abaixo são apresentados os objetivos específicos do trabalho:

- Identificar as características do setor de manutenção da empresa estudada e caracterizá-lo;
- Definir de acordo com as características do setor de manutenção estudado processo que pode ser melhorado, visando assertividade nas tomadas de decisões;
- Revisão do *Key Performance Indicator* (KPI) utilizado no setor de manutenção;
- Proposta de novos Indicadores.

4. Fundamentação teórica

Neste tópico serão apresentados os referenciais teóricos que deram embasamento para o desenvolvimento do trabalho.

4.1 *Commoditie*: Milho

A produção do milho é bastante significativa no mundo e de suma importância quando se leva em conta os volumes físicos, valor econômico, o alcance social e geográfico da população. Segundo Wordell Filho e Elias (2010), a destinação da produção pode ser dividida em 3 grandes grupos: 1) para alimentação humana (farinhas, pipocas, óleos, sucrilhos, açúcar etc.); 2) para alimentação animal (ração, silagem e grão); 3) para uso industrial (etanol).

4.2 História da Manutenção

A era industrial é marcada por revoluções, tendo a primeira sido marcada pela mecanização e força hidráulica, a segunda teve como principal característica a produção em massa com linhas de montagem e a eletricidade, a terceira foi notada pelo uso de computadores e automação de equipamentos, a quarta geração traz como principal aspecto sistemas ciber físicos, onde visa desenvolver a comunicação entre os aparelhos ou as máquinas maximizando a eficiência, a segurança e minimizando custos e tempos (BORLIDO; LEITÃO, 2017). Kardec e Nascif (2015) consideram que a manutenção passa atualmente pela quinta geração, período marcado pela continuidade do desenvolvimento da gestão de ativos e busca constante por melhoria.

A seguir será feita uma discussão sobre cada fase da manutenção, desde a primeira geração que aconteceu antes da Segunda Guerra Mundial até a quinta geração.

4.2.1 Primeira Geração

A Primeira Geração aconteceu antes da Segunda Guerra Mundial e se caracteriza por uma indústria pouco mecanizada, com equipamentos simples e superdimensionados (KARDEC; NASCIF, 2015).

Em uma época em que não se tinha a produtividade como prioridade, não havia a necessidade de se ter uma manutenção sistematizada, mantendo apenas serviço de limpeza e lubrificação, em que os reparos ocorriam sempre após as falhas, portanto caracterizando-se como corretiva não planejada (KARDEC; NASCIF, 2015).

Segundo Siqueira (2005) a manutenção planejada, quase não existia, limitava-se a atividades preventivas de limpeza e lubrificação de equipamentos. O reparo de falhas era caracterizado como corretiva

4.2.2 Segunda Geração

Essa geração ocorre após a Segunda Guerra Mundial, em um período em que houve aumento da demanda por todo tipo de produto e diminuição da mão de obra, levando assim a mecanização e a complexidade nas instalações industriais. Nesse período começa a necessidade por maior disponibilidade, a fim de se produzir mais, portanto começaram a ter a percepção de que as falhas dos equipamentos deveriam ser evitadas, levando ao surgimento do conceito de manutenção preventiva. Como as manutenções passaram a ser

constantes, o custo aumentou, sendo necessário haver um sistema de planejamento e controle de manutenção (KARDEC; NASCIF, 2015).

De acordo com Siqueira (2005), houve iniciativas científicas de pesquisa e desenvolvimento de técnicas de manutenção preventiva para minimizar os impactos das falhas de equipamentos sobre o processo produtivo.

4.2.3 Terceira Geração

Essa geração começa a acontecer na década de 70, a partir de sistemas “*Just-in-time*” que agilizou as mudanças nas indústrias. Sempre que ocorre uma paralisação no processo produtivo, gera diminuição do volume de produção, aumento nos custos e impacto na qualidade dos produtos, afetando assim toda a cadeia (KARDEC; NASCIF, 2015).

Para Viana (2016) este era um período de alto consumo da sociedade, portanto, se caracterizando por uma concorrência globalizada. Por isso, as indústrias passavam por uma grande transformação em que os equipamentos precisavam de alta disponibilidade e os clientes exigiam produtos de qualidade. Devido ao aumento da automação, nesta geração surge o conceito de manutenção preditiva, a fim de assegurar a prevenção de falhas que passaram a ter uma incidência maior.

4.2.4 Quarta Geração

A quarta geração ocorre de 1990 a 2005, marcada pelo aumento da manutenção preditiva, objetivando-se diminuir as manutenções preventivas e corretivas não planejadas, realizando análises de falhas e desenvolvendo uma manutenção voltada para confiabilidade (PEREIRA et al., 2016).

4.2.5 Quinta Geração

A quinta geração ocorre a partir de 2005 onde há a necessidade de garantir que os ativos operem em capacidade máxima, com excelência em manutenção e implementando melhorias com objetivo de reduzir falhas, por esse motivo a manutenção desta geração é voltada para as condições *on* e *off-line* das máquinas (PEREIRA et al., 2016).

Para Moreira (2015) nesta geração o setor de manutenção começa a introduzir conceitos de administração em sua gestão, como Retorno sobre os Investimentos (ROI), e procura ter uma participação efetiva em toda cadeia dos ativos, desde o projeto visando conhecimento amplo para propor melhorias.

4.3 Tipos de Manutenção

Nas empresas a manutenção é executada como uma associação de várias atividades, que podem ser classificadas como proativas ou reativas. As proativas são as intervenções realizadas antes que ocorram falhas nos equipamentos, já as atividades reativas são executadas após a falha (MOUBRAY, 2000).

Kardec e Nascif (2015) citam além de práticas proativas e reativas, ações de melhoria, que abrangem desde a maneira como a atividade será executada até a qualificação do pessoal, a fim de desenvolver ações para melhoria da confiabilidade.

4.3.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é efetuada após a ocorrência de uma pane ou de uma falha destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida (NORMAS BRASILEIRAS - NBR 5462, 1994).

Segundo Kardec e Nascif (2015) a manutenção corretiva caracteriza-se por ser realizada em equipamentos que apresentam defeito ou um desempenho diferente do esperado. Os autores classificam a manutenção corretiva em duas classes:

- Manutenção corretiva não planejada: É a manutenção que não foi programada, e consequentemente implica em custos mais altos, pois a produção é interrompida devido à quebra inesperada do equipamento;
- Manutenção corretiva planejada: É decorrente de acompanhamento do estado dos equipamentos, que fornece informação para que haja planejamento da manutenção antes que a falha aconteça, caracterizando-se por ter um custo menor, mais rápido e seguro que as atividades que não são planejadas.

4.3.2 Manutenção Preventiva

Manutenção efetuada em intervalos de tempo predeterminados, ou de acordo com os critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação de funcionamento de um item (NBR 5462, 1994).

A manutenção preventiva, é orientada a evitar que a falha ocorra, possibilita um conhecimento prévio das ações, e consequentemente bom gerenciamento das atividades. Este tipo de manutenção geralmente é conveniente conforme quão alto é o custo de ocorrência de falha no equipamento, e a consequência destas falhas na segurança, saúde e meio ambiente (KARDEC; NASCIF, 2015).

4.3.3 Manutenção Preditiva

A manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva (NBR 5462, 1994).

A manutenção preditiva caracteriza-se pela ação de analisar sistemas, utilizando meios de supervisão centralizados ou de amostragem, objetivando-se reduzir as manutenções preventivas e corretivas. Essa manutenção é intensificada com o desenvolvimento de tecnologias que permitam avaliação confiável dos equipamentos em funcionamento, sem a necessidade de paradas (KARDEC; NASCIF, 2015).

4.3.4 Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)

Para Souza (2008) o PCM é um conjunto estratégico de ações para preparar, programar, controlar e verificar se as atividades de manutenção estão sendo cumpridas, adotando ações corretivas caso ocorram desvios operacionais que impeçam que a produção atinja suas metas e objetivos.

Segundo Silva (2018) o objetivo do sistema de controle da manutenção é harmonizar os processos que interagem na manutenção, identificando serviços realizados, a data de programação, recursos necessários, tempo de execução, materiais utilizados e quem irá executar a atividade, dentre outros aspectos.

4.4 Gestão da Manutenção

Segundo Silva (2018), a atividade de manutenção é encontrada nos mais variados tipos de indústrias, por isso, sua estrutura e subordinação vai depender das características específicas de cada uma em particular, quanto ao porte, tipo de serviço e produto oferecido.

A manutenção pode ser caracterizada em três formas de atuação, sendo elas, centralizada, descentralizada ou mista. A manutenção centralizada consiste em ter todo o time de manutenção atendendo toda a planta, que tem como vantagem a facilidade de treinamento, otimização do efetivo e menores custos. A desvantagem é que como a equipe trabalha em toda a planta, se torna difícil a construção de conhecimentos mais aprofundados em determinados equipamentos. A manutenção descentralizada é caracterizada por ter em cada setor uma equipe de manutenção, este tipo garante rapidez do atendimento, melhora no relacionamento entre produção e manutenção, além de especializar o time em equipamentos

específicos, a desvantagem é a não otimização do efetivo que gera aumento do custo de manutenção. A manutenção mista é a integração dos dois tipos citados anteriormente, em que equipamentos de maior porte são centralizados e recursos específicos são descentralizados, como por exemplo: eletricitas, mecânicos e instrumentistas formam grupos alocados em cada área da planta (SILVA, 2018).

De acordo com o Documento Nacional da ABRAMAN publicado em 2013 sobre a forma de atuação da manutenção nas empresas, 23,65% trabalham com a estrutura descentralizada, 47,30% com a centralizada e 29,05% com a mista (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS - ABRAMAN, 2013).

A estrutura organizacional pode apresentar variadas formas, em que as mais comuns são: em linha direta, matricial e mista.

De acordo com Kardec e Nascif (2015, p.93) “A estrutura em linha preserva a identidade da Manutenção desde que ela funciona como um grupamento coeso com subordinação tanto técnica como hierárquica ao mesmo gerente”.

A estrutura Matricial está desenhada em duas linhas de autoridade, sendo elas: vertical-funcional e horizontal-técnica. A forma como a manutenção se agrupa está hierarquicamente ligada à Gerência de Operação e tecnicamente ligado à Gerência de Manutenção (KARDEC; NASCIF, 2015, p.93).

4.5 Indicadores e *Key Performance Indicator* (KPI)

Os KPI'S podem ser caracterizados como ferramenta de medição quantitativa, objetivando mensurar os resultados e compreender se os objetivos estão sendo alcançados e se há a necessidade de utilizar medidas corretivas (DOS ANJOS JUNIOR et al., 2019).

Para Francischini e Francischini (2017) se o valor obtido em um indicador não alcançou sua meta, é necessário que o gestor desenvolva ações corretivas, caso contrário, a informação se torna desnecessária.

A partir do resultado dos indicadores é possível avaliar o desempenho em relação a meta e outros referenciais, permitindo monitoramento e tomada de decisão da gestão.

4.5.1 MTTR – *Mean Time to Repair*

Para Malta (2019) o MTTR representa o tempo médio de reparo, em que os dados deste KPI permitem que se tenha noção do tempo que a equipe necessita em média, para cada ocorrência corretiva. De acordo com Lima (2014) este indicador representa a eficiência da

manutenção, pois quanto mais eficiente o tempo de reparo, menor será o valor obtido no MTTR.

O MTTR pode ser calculado conforme equação (i).

$$MTTR = \frac{\sum \text{Tempo de paradas corretivas}}{\text{Número de reparos ocorridos}} \quad (i)$$

4.5.2 MTBF – *Mean Time Between Failures*

O MTBF significa tempo médio entre falhas que indica o tempo médio entre as ocorrências de falha. De acordo com Lima (2014) o resultado deste indicador identifica eficácia da manutenção, pois se o equipamento não foi devidamente reparado, haverá necessidade de outro reparo em um tempo mais curto. O MTBF pode ser calculado através da equação (ii).

$$MTBF = \frac{\sum \text{Tempo de funcionamento}}{\text{Número de reparos ocorridos}} \quad (ii)$$

4.5.3 Disponibilidade

Para Malta (2019) a disponibilidade mostra o tempo em porcentagem que determinado equipamento ficou disponível para operar, ainda segundo o autor para o cálculo deste indicador deve ser levado em consideração os tempos de manutenção preventivas, corretivas e demais motivos que ocasionaram a parada do equipamento. Para Lima (2014) o KPI de disponibilidade pode ser caracterizado como o quanto o equipamento é realmente produtivo, ou seja, o percentual de tempo que a máquina esteve disponível para que a produção operasse. Kardec e Nascif (2015) classificam disponibilidade em 3 tipos, sendo elas:

- Disponibilidade Inerente: Representa o percentual de disponibilidade se não houvesse perda de tempo ou atrasos, levando-se em consideração apenas manutenções corretivas e tempo de reparo, não sendo considerados os demais tipos de intervenções e tempos, como por exemplo tempo de espera do sobressalente, deslocamentos etc. A Disponibilidade Inerente pode ser calculada de acordo com a equação (iii).

$$\text{Disponibilidade Inerente (\%)} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100 \quad (iii)$$

Onde:

MTBF: Tempo médio entre falhas (*Mean Time Between Failures*)

MTTR: Tempo médio para reparos corretivos (*Mean Time to Repair*)

- Disponibilidade Técnica: Essa disponibilidade também não considera tempos adicionais apenas o do reparo do equipamento, entretanto considera-se manutenções corretivas e preventivas. Disponibilidade Técnica pode ser calculada de acordo com a equação (iv).

$$\text{Disponibilidade Técnica (\%)} = \frac{\text{MTBM}}{\text{MTBM} + \text{MTTR}_{active}} \quad (\text{iv})$$

Onde:

MTBM: Tempo médio entre manutenções que inclui manutenções corretivas e preventivas (*Mean Time Between Failures*)

MTTR_{active} : Tempo médio para reparos corretivos e preventivos (*Mean Time to Repair*)

- Disponibilidade Operacional: Segundo o autor, esta disponibilidade é a avaliação mais real que existe e a que tem mais relevância para a empresa, pois ela considera o tempo integral em que o equipamento ficou parado até o reparo, incluindo esperas, atrasos, deslocamentos etc. Segundo Cardoso (2008) essa métrica é a mais próxima da realidade pois leva em consideração os intervalos de atrasos administrativos e logísticos. Disponibilidade Operacional pode ser calculada de acordo com a equação (v).

$$\text{Disponibilidade Operacional (\%)} = \frac{\text{MTBM}}{\text{MTBM} + \text{MDT}} \times 100 \quad (\text{v})$$

Onde:

MTBM: Tempo médio entre manutenções que inclui manutenções corretivas e preventivas (*Mean Time Between Maintenance*)

MDT: Tempo médio de paralisações (*Mean Down Time*)

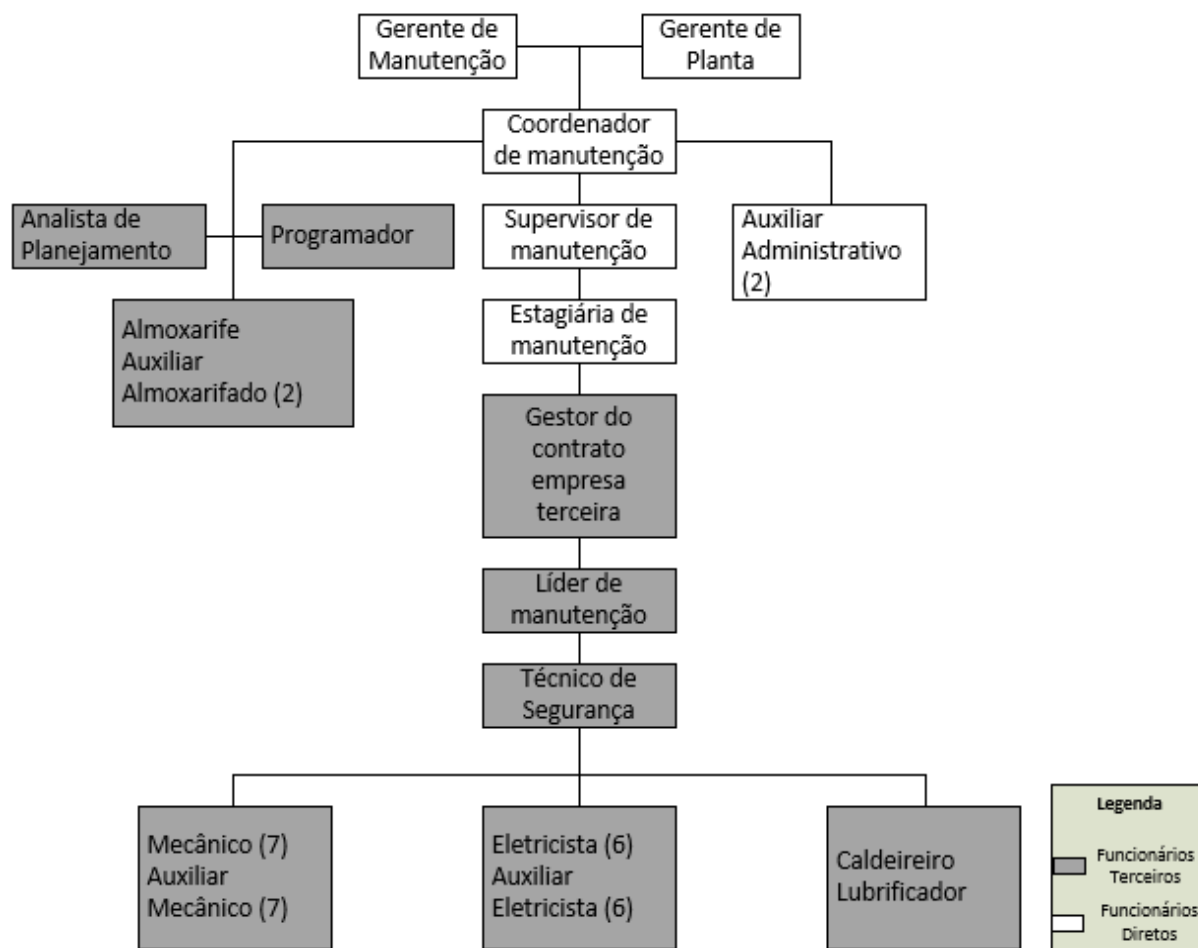
5. Estudo de Caso

O estudo de caso será conduzido no setor de manutenção de uma empresa que produz semente comercial de milho. Será analisada a estrutura organizacional do setor, o modelo de gestão, os tipos de manutenção que são realizados e quais são os KPI'S e dados monitorados. A partir das características será feita uma proposta de novos indicadores para monitoramento.

5.1. Estrutura Organizacional da Manutenção

A estrutura da manutenção na empresa estudada é composta por sete funcionários diretos e trinta e seis funcionários terceiros conforme organograma da figura 1.

Figura 1 - Organograma estrutura da manutenção na empresa estudada



Fonte: Autor (2019)

Na estrutura dos funcionários diretos o coordenador de manutenção é responsável direto por todas as atividades de manutenção, atuando junto ao gerente de planta e gerente de manutenção no planejamento estratégico do setor, também é responsável por alguns projetos de melhoria civil/equipamentos da empresa.

O supervisor de manutenção é o responsável direto pelas equipes de manutenção e tem a principal atribuição acompanhar de perto a rotina da linha de frente de fábrica e atuar de forma imediata na ocorrência de desvios. Um auxiliar administrativo é responsável, pela aquisição de materiais para execução de atividades e contratos de serviços prestados por outras empresas e o outro atua na compra de materiais/serviços para atender demandas de projetos. O estagiário realiza o monitoramento de despesas do setor de compras e projetos, acompanha a execução de projetos e é responsável pela atualização do KPI e relatórios do setor. De acordo com as características organizacional do setor de manutenção, o mesmo pode ser caracterizado como exercendo modelo de estrutura em linha.

5.1.1. Gestão da Manutenção

A manutenção na empresa estudada pode ser classificada como sendo centralizada, onde as equipes são divididas em elétrica, mecânica, caldeiraria, lubrificação e planejamento. Não há recursos humanos de manutenção nos processos de produção, os quais são atendidos pela área de manutenção de acordo com a disponibilidade e a prioridade de serviços.

De acordo com o levantamento das ordens de serviços, foi possível obter informações dos tipos de manutenção realizadas no último ano, identificou-se diferentes classificações nas ordens de serviços (O.S.), a fim de se analisar os dados de acordo com o conceito de cada tipo de manutenção adotada pela empresa, agrupou-se em manutenção preventiva, preditiva, corretiva, melhorias e outros de acordo com tabela 1.

Tabela 1 – Agrupamento dos tipos de manutenção

Classificação	Descrição do Serviço
Corretiva	Corretiva planejada Corretiva Corretiva planejada de inspeção
Preventiva	Inspeção sistemática Preventiva baseada no tempo Preventiva de entressafra
Preditiva	Preditiva
Melhoria	Observação HSE (saúde, segurança e meio ambiente) /Qualidade Modificação/Novidade/Melhoria Instalação / Projeto Novo Plano de ação normas regulamentadoras

Fonte: Dados da empresa (2019)

A empresa classifica os serviços em onze tipos conforme tabela 1, em que são agrupados em quatro tipos de manutenções, sendo elas, corretiva, preventiva, preditiva e melhoria. No sistema que gerencia as manutenções também estão contidos os planos preventivos e preditivos.

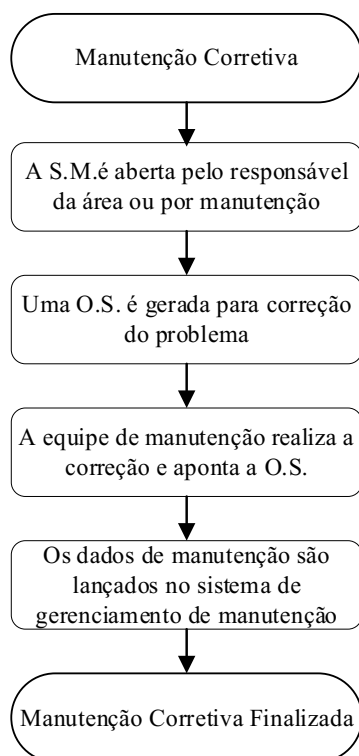
5.1.2. Tipos de Manutenção

O setor de manutenção possui um sistema que gerencia todo o processo de intervenção desde a abertura de uma solicitação de manutenção (S.M.) feita por colaboradores das áreas, geração da S.M. em ordem de serviço (O.S.) realizada pelo setor de planejamento de manutenção e apontamento da O.S. que é o momento em que o serviço é finalizado e todas as informações a respeito da atividade realizada são inseridas no sistema.

Os planos de manutenção são criados para os equipamentos que mais impactam o processo, ou seja, com base no histórico de manutenção do equipamento, é analisada a necessidade de se criar ou não os planos de manutenção. Anualmente estes planos são revisados pelo Supervisor de manutenção e pelo Planejador de manutenção, a fim de identificar se é necessário manter o plano e a periodicidade.

A Figura 2 mostra o fluxo da manutenção corretiva. Na empresa estudada a manutenção corretiva, é realizada quando os equipamentos apresentam falhas. Neste caso é aberta a solicitação de manutenção e posteriormente é realizada a análise do problema.

Figura 2 - Fluxograma de Manutenção Corretiva



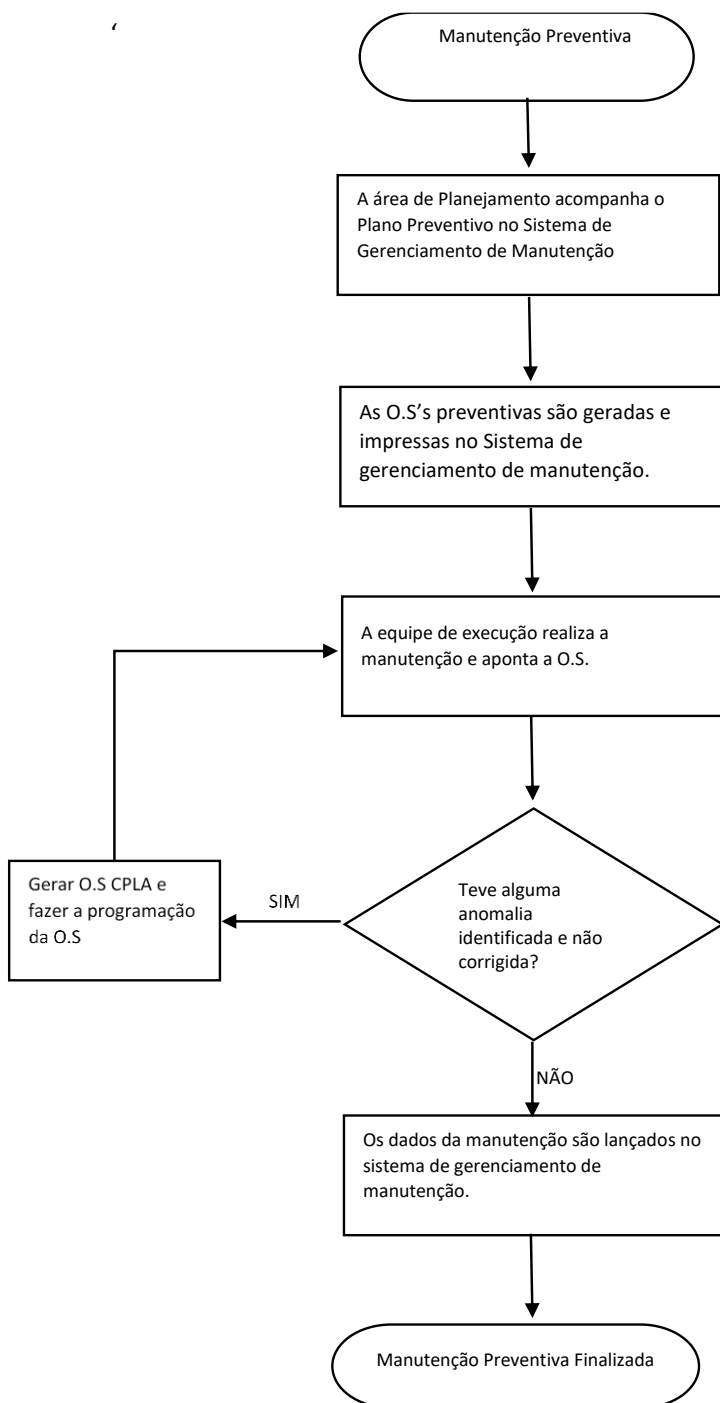
Fonte: Autor (2019)

De acordo com prioridade e disponibilidade de recursos é gerada uma ordem de serviço podendo ser corretiva planejada, em casos não emergenciais em que a atividade pode ser planejada, ou corretiva não planejada, em situações emergenciais que a atividade não foi planejada e precisa ser corrigida naquele momento.

A figura 3 retrata o fluxo de manutenção preventiva, que é realizada nos equipamentos mais críticos, a periodicidade da manutenção preventiva varia de acordo com o equipamento, pois o mesmo é definido de acordo com a criticidade para o processo de produção. No processo de recepção, despache, seleção, secagem e debulhe a manutenção preventiva de entressafra é realizada quando a empresa não está recebendo matéria-prima para processamento e os equipamentos dos processos citados anteriormente estão parados. Além disso, essa é uma maneira de preparar os equipamentos para o período de safra, a fim de prevenir para que não ocorram paradas de produção para manutenção.

A equipe executante recebe a ordem de serviço preventiva e executa a manutenção, caso seja identificada alguma anomalia, esta informação é relatada na O.S e inserida no sistema. Todos os comentários das ordens de serviço são direcionados ao setor de planejamento, que em casos onde necessitem de ações corretivas, geram as ordens de serviço corretiva planejada (CPLA) e programa para execução.

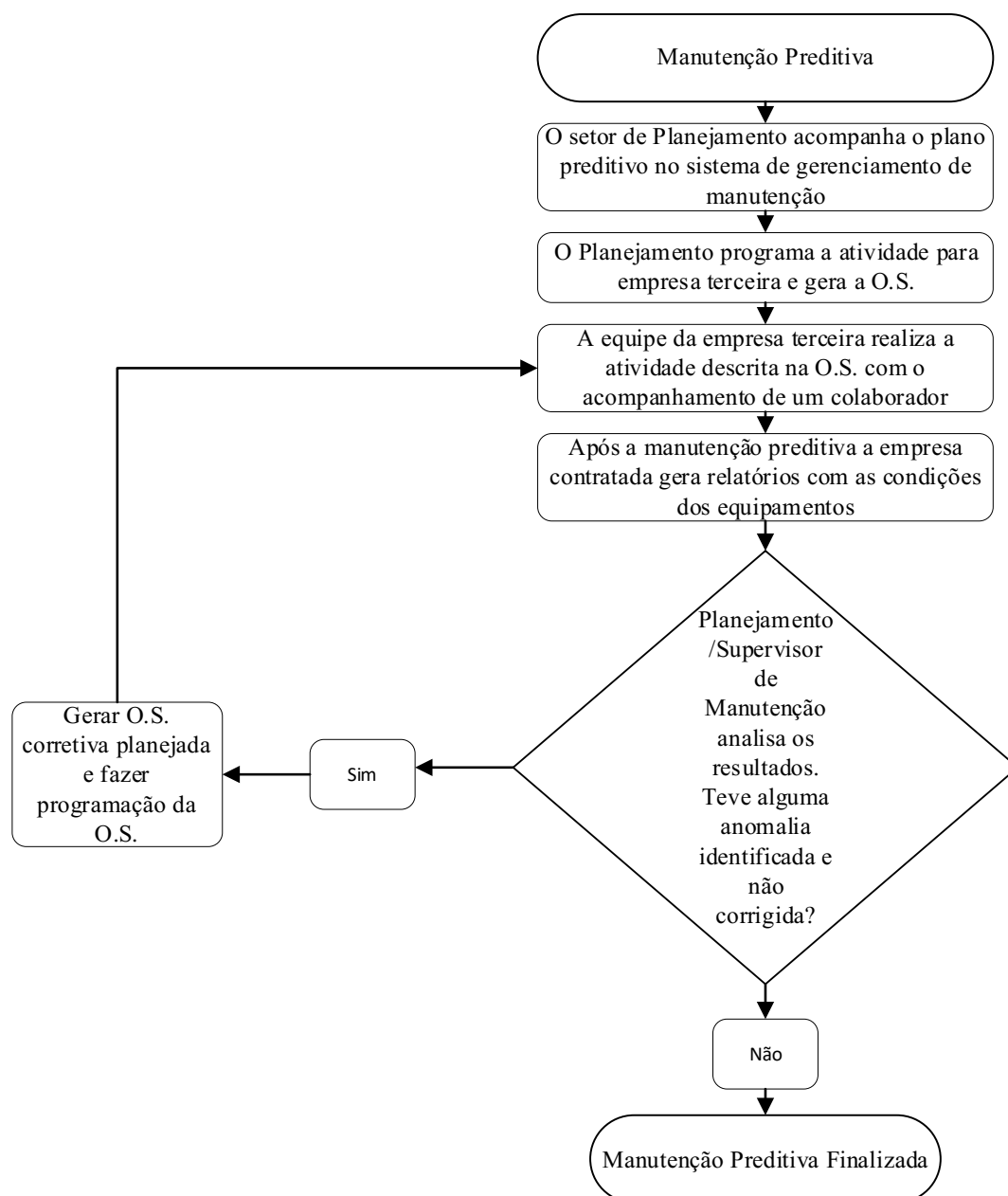
Figura 3 - Fluxograma de Manutenção Preventiva



Fonte: Autor (2019)

No processo de classificação, tratamento e ensaie geralmente as manutenções preventivas acontecem durante todo o ano. Como são processos sem pausas, não há disponibilidade para manutenções preventivas de entressafra. No entanto, as operações citadas geram alto grau de ruído, portanto funcionam no período do primeiro e segundo turno, sendo as manutenções preventivas realizadas no terceiro turno, ou seja, no período noturno, quando os equipamentos estão disponíveis.

Figura 4 - Fluxograma de Manutenção Preditiva



Fonte: Autor (2019)

A figura 4 representa o fluxo de manutenção preditiva. Os serviços de manutenção preditiva são realizados por empresa especialista em cada tipo de serviço. Essas manutenções são realizadas ao longo do ano de acordo com plano preditivo. Após a realização do serviço caso seja identificado anomalia no equipamento são geradas ordem de serviço corretiva planejada, a fim de corrigir o problema detectado.

5.2. KPI Monitorado – Disponibilidade

O KPI monitorado mensalmente pelo setor de manutenção é o de disponibilidade dos equipamentos por manutenção, que retrata o quanto os equipamentos ficaram disponíveis para utilização em um determinado período. Mensalmente são extraídos dados do sistema de gerenciamento de manutenção, o sistema extrai todos as informações e exporta para planilha do Excel, onde posteriormente a partir destes dados é calculado o índice conforme a equação (vi).

$$IDM = 100 - ((\frac{TPM}{TPD}) \times 100) \quad (vi)$$

Onde:

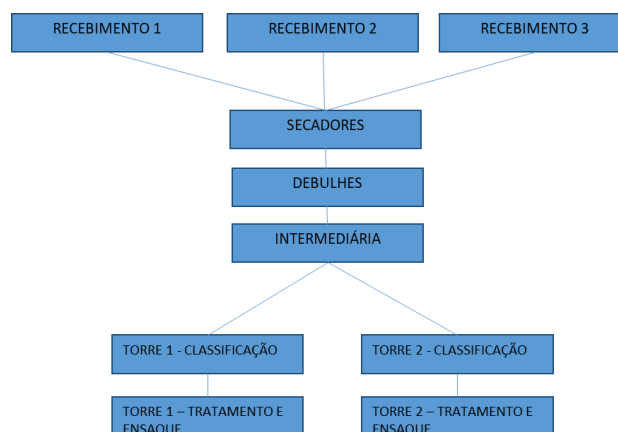
IDM: Índice de Disponibilidade por Manutenção;

TPM: Tempo de Parada de Manutenção Corretivas em minutos;

TPD: Tempo total disponível mensal em minutos.

Nesse sentido a figura 6 mostra os setores monitorados de acordo com o fluxo dos processos e aos quais será avaliado o IDM.

Figura 6 - Fluxo dos processos monitorados

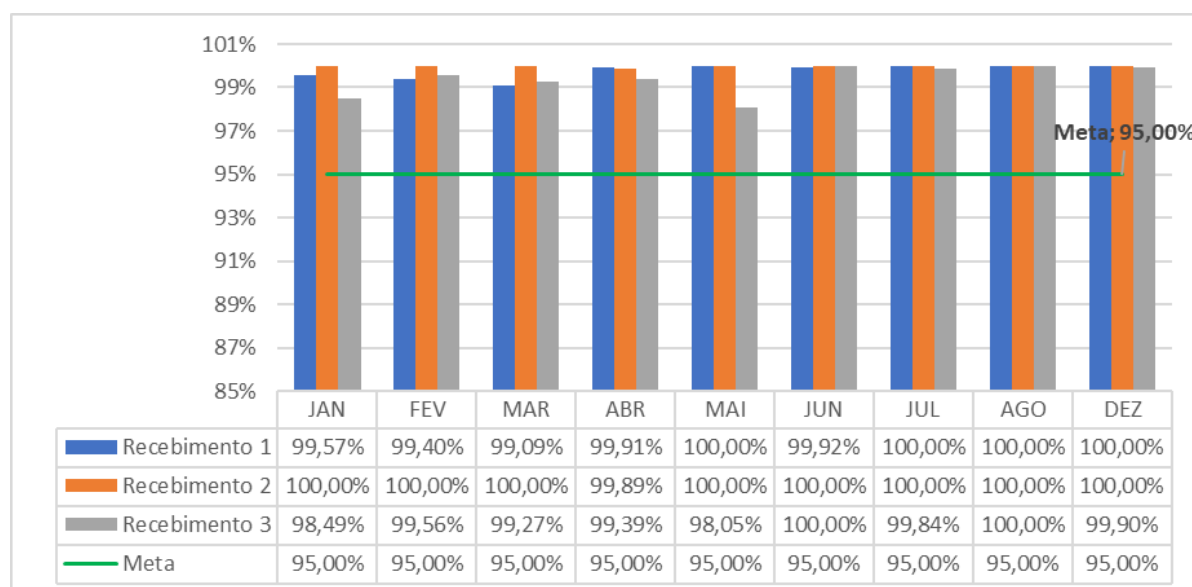


Fonte: Autor (2020)

É importante ressaltar aqui que o tempo que a empresa utiliza para calcular o TPM considera-se desde o momento em que o mantenedor iniciou o reparo até o momento em que o equipamento volta a funcionar, ou seja, é levado em consideração todos os demais tempos e não exclusivamente o tempo de reparo, como por exemplo, tempo de deslocamento, tempo de espera por peças, etc.

O KPI de disponibilidade tem como meta alcançar 95% por mês. Durante os meses de setembro, outubro e novembro, a empresa esteve em período de entressafra, não havendo o recebimento de material para processamento, portanto estiveram sem operar os recebimentos, secadores, debulhes e intermediária, neste período os equipamentos passaram por manutenção preventiva. A Figura 7 apresenta os resultados de disponibilidade obtidos no ano de 2019 o Recebimento.

Figura 7 – Resultados do IDM nos Recebimentos 1,2 e 3



Fonte: Dados da empresa (2019)

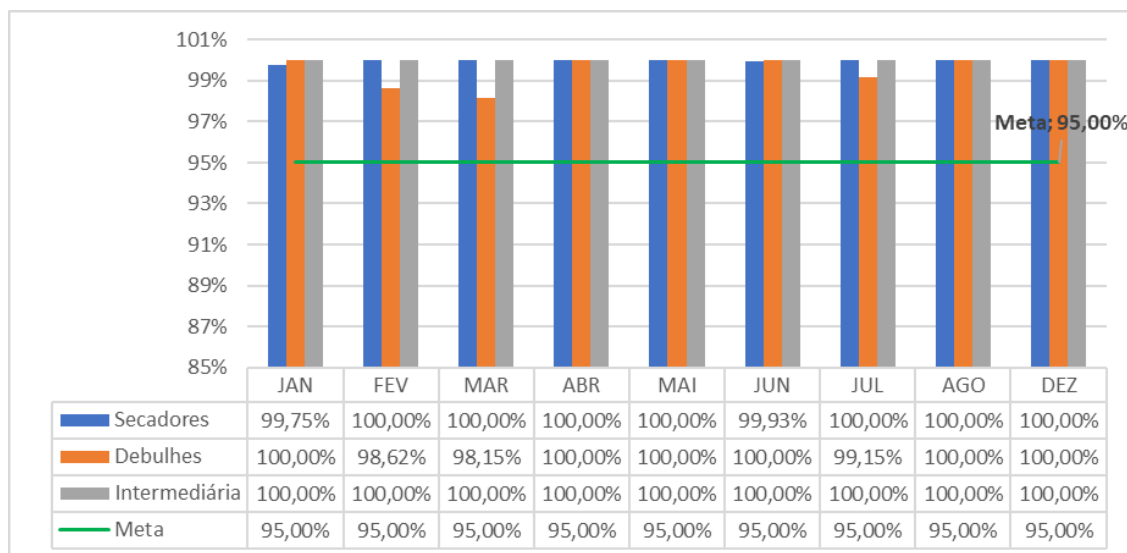
O Recebimento 1 e 2 possui duas despachadeiras, então se uma está passando por manutenção a outra está em funcionamento, fazendo assim com que o processo continue em operação, mesmo que com um volume menor. O Recebimento 3 possui menor capacidade, pois possui apenas uma despachadeira, sendo que quando ocorre falha neste equipamento todo o processo fica parado, portanto, diminuindo a taxa de disponibilidade deste setor. Além disso, este mesmo local também manteve a disponibilidade mais baixa se comparado aos demais setores nos meses de janeiro a maio. Apesar de ser o menor valor

comparado aos demais, todos os setores ficaram acima da meta de 95% de disponibilidade de janeiro a dezembro de 2019.

Analisando os valores de disponibilidade mensais na Figura 7, o pior valor foi no mês de maio no recebimento 3 com 98,05%. Os recebimentos são os locais que mais acontecem manutenções corretivas, devido as características do produto processado transportado do campo com muitas impurezas, ocorrendo o acúmulo de material e impurezas nas máquinas, ocasionando falhas nos equipamentos.

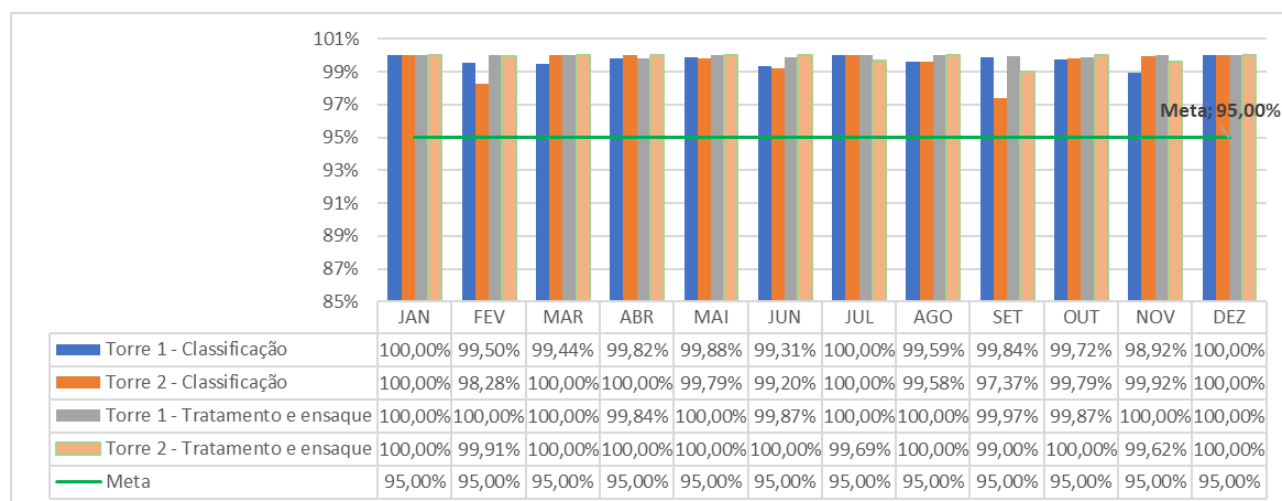
As Figuras 8 e 9 apresentam os resultados de disponibilidade obtidos no ano de 2019 para os processos monitorados dos demais setores.

Figura 8 – Resultados do IDM nos Secadores, Debulhes e Intermediária



Fonte: Dados da empresa (2019)

Figura 9 – Resultados do IDM nos setores de Classificação e Tratamento e ensaque



Fonte: Dados da empresa (2019)

Nas Figuras 7 e 8 ressalta-se que os recebimentos, secadores, debulhes e intermediária durante os meses de setembro a novembro estiveram parados devido à entressafra. Neste período houve operação nos setores de classificação e tratamentos da Torre I e Torre II mostrado na Figura 9.

De acordo com a Figura 8 o setor da Intermediária obteve 100% de disponibilidade ao longo do ano. Este setor é alimentado por duas correias transportadoras, portanto, se uma está passando por manutenção corretiva a outra está operando, fazendo assim com que o processo mantenha um alto valor de disponibilidade.

Os resultados de disponibilidade em geral para todos os setores foram altos e indicaram que eles ficaram pouco tempo parados devido a ações de manutenção corretiva. Entretanto, analisando-se a forma como são tratados os dados para chegar-se aos resultados apresentados de disponibilidade conforme equação (vi), identificou-se que há divergência na forma como são realizados os cálculos pois a empresa considera apenas manutenções corretivas e todos os tempos incluindo logísticos, administrativos, etc. desde o início do reparo até o retorno ao funcionamento do equipamento.

Porém, conforme apresentado na equação (iii) a disponibilidade que considera apenas manutenções corretivas é a inerente e é considerado apenas o tempo de reparo os demais tempos são excluídos, já a disponibilidade que considera todos os tempos é a operacional conforme equação (v), entretanto ela considera em seus cálculos manutenções corretivas e preventivas.

6. Proposta de Novos Indicadores

A partir do estudo das características do processo de manutenção e metodologias da revisão bibliográfica, foi identificada a oportunidade de revisão do KPI de disponibilidade utilizado e implementação de dois novos indicadores.

Foi realizado levantamento e análise dos resultados do KPI de disponibilidade monitorado pelo setor de manutenção descritos no item 5.2. No início do estudo foi relatado pelo gestor a necessidade por KPI'S que oferecessem informações de maneira objetiva, precisa e que mostrassem dados importante para o negócio que sirva como insumo para tomada de decisão.

Diante do conjunto de características dos dados, juntamente com objetivo do gestor, optou-se pela revisão do KPI de disponibilidade, visto que durante análise dos resultados foram identificadas divergências em seu cálculo. Outra oportunidade de melhoria identificada foi a implementação de dois novos indicadores o *Mean Time to Repair* (MTTR) e *Mean Time*

Between Failure (MTBF) que serão estratégicos para elevar a disponibilidade e indicarão a eficiência e eficácia do setor de manutenção.

O MTTR será útil para a gestão de manutenção da empresa estudada pois além de ser uma forma de acompanhar o tempo em média que os mantenedores demandam em cada ocorrência, também possibilita, segundo Malta (2019), encontrar possíveis gargalos que estejam impactando neste tempo, sendo possível diminuir a quantidade de paradas corretivas e o impacto na produção.

O MTBF irá apoiar o gestor no conhecimento de quanto tempo o processo opera sem apresentar falha. O acompanhamento destes dados segundo Malta (2019) permite tomadas de decisões assertivas, e insumos de informações para criação de planos de manutenções preventivas, corretivas e preditivas.

O KPI de Disponibilidade já existe na empresa estudada, entretanto conforme citado em tópicos anteriores deste estudo, verificou que há divergência entre como o cálculo é feito pelo setor e em como a teoria explica tecnicamente que estes cálculos que devam ser realizados. Diante deste ponto, a proposta é que seja realizado o acompanhamento da Disponibilidade Operacional conforme equação (v), pois ela permite a visão real do funcionamento dos equipamentos ao considerar todos os tempos efetivos que o processo ficou parado, ao levar em consideração manutenções corretivas e preventivas. É importante que a gestão tenha claro esses percentuais de disponibilidade para que consiga gerenciar e ter respostas rápidas e assertivas diante dos diferentes cenários operacionais, permitindo assim redução de incertezas através da informação clara e real.

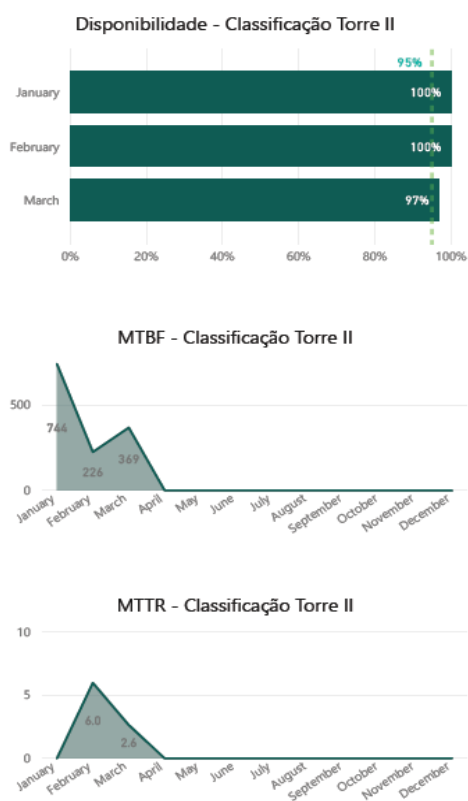
É importante ressaltar que não basta apenas calcular disponibilidade, é necessário garantir estabilidade do índice e acompanhamento efetivo para buscar sua elevação, a estratégia para que se consiga atingir o objetivo é elevar o MTBF e reduzir o MTTR. Para apoiar a implementação e acompanhamento efetivo do KPI de disponibilidade e os novos indicadores foi elaborada uma planilha no Excel conforme Figura 10 para inserção mensal dos dados extraídos do software de manutenção, as fórmulas desta planilha foram realizadas de acordo com as equações ii, iii e iv, o valor da Disponibilidade, MTBF e MTTR é gerado de forma automática. No entanto, é necessário a inserção dos dados nos campos: “Tempo de reparo corretivo (horas)”, “Tempo de reparo corretivo (minutos)”, “Tempo de atendimento corretivas e preventivas (horas)” e “Tempo de atendimento corretivas e preventivas (minutos)”, “Quantidade de paradas corretivas”, “Quantidade de paradas corretivas e preventivas” e “Quantidade de dias monitorados”.

Figura 10 – Planilha base de dados para cálculo da Disponibilidade, MTBF e MTTR

Mês	Tempo de Reparo Corretivo (Horas)	Tempo de Reparo Corretivo (Minutos)	Tempo de Atendimento corretivas e preventivas (Horas)	Tempo de Atendimento corretivo e preventivo (Minutos)	Quantidade de paradas corretivas	Quantidade de paradas corretivas e preventivas	Quantidade de dias monitorados
janeiro, 2020	0	0	0	0	0	0	31
fevereiro, 2020	0	0	0	0	3	0	29
março, 2020	5	16	23	20	2	4	31
abril, 2020							
maio, 2020							
junho, 2020							
julho, 2020							
agosto, 2020							
setembro, 2020							
outubro, 2020							
novembro, 2020							
dezembro, 2020							

Fonte: Autor (2020)

Figura 11 – Painel de gestão resultados de Disponibilidade, MTBF e MTTR



Fonte: Autor (2020)

Os valores de Disponibilidade, MTBF e MTTR geram de forma automática os gráficos do painel de gestão apresentado na Figura 11, este painel foi elaborado no *software* Power Bi, uma tecnologia de *Business Intelligence* (BI), desenvolvida pela Microsoft, que permite a importação de dados de tabelas, planilhas eletrônicas, entre outros, para gerar relatórios visuais e iterativos (MICROSOFT, 2019).

7. Conclusões

O estudo sobre os conceitos que envolvem manutenção e a gestão de manutenção foi de grande valia para caracterizar o modelo de atuação deste setor na empresa. Com o advento da Engenharia de Manutenção é cada vez mais importante aliar a teoria e a prática a fim de possibilitar identificar quais são as oportunidades de melhoria para maximizar os resultados e auxiliar na tomada de decisão.

A implementação dos indicadores MTBF e MTTR foram de grande valia para garantir estabilidade no índice de disponibilidade, pois estes novos indicadores servem como estratégia para elevar a disponibilidade, visto que a equipe de gestão consegue fazer o acompanhamento efetivo e tomar medidas para procurar sempre elevar o MTBF e reduzir o MTTR.

O aprimoramento na determinação da Disponibilidade permitiu que se tenha uma noção mais clara dos processos e setores com paradas ocultas, pois muitas vezes tal intervenção não implicava na interrupção total da produção, não sendo computado neste indicador.

De fato, a implementação de novos indicadores permitirá aprofundar os estudos na busca da eliminação total de paradas não programadas, aumentando a Disponibilidade Operacional da fábrica e permitindo determinar no futuro as causas raízes das falhas.

Além disso, como trabalhos futuros pode ser desenvolvida a matriz de criticidade dos equipamentos a fim de realizar o acompanhamento efetivo daqueles mais críticos de cada processo aumentando assim a confiabilidade da planta.

8. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS.A
Situação da Manutenção no Brasil, Bahia: Salvador, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462- TB116:**
confiabilidade e manutenibilidade, Rio de Janeiro, 1994.

BORLIDO, D. J. A.; LEITÃO, A. **Indústria 4.0: Aplicação a Sistemas de Manutenção**. 2017. 77 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto. Portugal, 2017. Disponível em: < <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/102740/2/181981.pdf> >. Acesso em: 28 ago, 2019.

CARDOSO, M. **Estudo no âmbito RAMS sobre a fiabilidade e conceito de manutenção aplicável ao sistema UAV Skyguardian**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Aeronáutica) – Universidade da Beira Interior. [S.l], 2008. Disponível em: < <https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/3330/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o.pdf> >. Acesso em: 16. abr. 2020.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perspectivas para a agropecuária**. Brasília, 2019. 102 p. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 23. jul. 2019.

DOS ANJOS JUNIOR, Carlindo et al. **Definição e Implantação de Indicadores-Chave de Desempenho (Kpi-Key Performance Indicator): Estudo de caso em uma empresa do ramo fotográfico da cidade de Guarapuava-PR**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) – Centro Universitário Campo Real, Guarapuava, 2019. Disponível em: < <http://repositorio.camporeal.edu.br/index.php/tccadmin/article/view/297> >. Acesso em: 25. fev. 2020.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE SÃO PAULO. **Safra Mundial de Milho**. [S.l], 2020. 1 p. Disponível em <<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/>>. Acesso em: 18. fev. 2020.

FRANCISCHINI, A. S. N.; FRANCISCHINI, P. G. **Indicadores de Desempenho: Dos objetivos à ação – métodos para elaborar KPIs e obter resultados**. Rio de Janeiro. Alta Books, 2017. Edição do Kindle.

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **Manutenção função estratégica**. Rio de Janeiro, Qualitymark, 2015.

LIMA, A. S. **Definição da melhor política de manutenção para gestão e otimização de maquinário centrada na confiabilidade:** Estudo em uma empresa de transportes.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014. Disponível em: <http://www.ufjf.br/engenhariadeproducao/files/2014/09/2014_1_Arthur.pdf>. Acesso em: 21. out. 2019.

MELO, J. A Importância dos indicadores de Manutenção na Indústria. **Revista Multices**, [S.l.], n.01, 2019. Disponível em: <<http://multices.ces-cl.edu.br/images/mces-07.1/mces-7-1-2595-8887-03.pdf>>. Acesso em: 01. abr. 2020.

MELO-FILHO, G.A.; RICHETTI. A. **Aspectos socioeconômicos da cultura de milho.** Embrapa, Circ. Téc., vol.5, p.12-21. 1997.

MICROSOFT DOCS. **O que é Power BI?**. Disponível em <<https://docs.microsoft.com/ptbr/power-bi/power-bi-overview>>. Acesso em: 26. abr. 2020.

MOREIRA, V. D. M. **Manutenção Industrial atuando de maneira estratégica.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em engenharia de Materiais e Manufatura) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015. Disponível em: <<http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/183500/tce-28112017-154656/?&lang=br>>. Acesso em: 21. out. 2019.

MOUBRAY, Johan. **Manutenção Centrada em Confiabilidade in Reliability Cetred Maintenance.** United Kingdom: AladonLtd, 2000.

PEREIRA, R. et al. Implantação da manutenção produtiva total em uma indústria química do Sul de Santa Catarina. **Revista Espacios**, [S.l.], v.37, n.10, janeiro 2016. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com/a16v37n10/16371006.html>>. Acesso em: 21. nov. 2019.

RODRIGUES, L.F. G. **Criação e Implementação de Uma Ferramenta Baseada na Filosofia Lean em Uma Indústria de Beneficiamento de Sementes de Milho**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. Disponível em: <
<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/24083/1/CriacaoImplementacaoFerramenta.pdf>> Acesso em: 03. nov. 2019.

SILVA, R. J. D. **Gestão Da Manutenção: Garantia de confiabilidade e disponibilidade de ativos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Faculdade Pitágoras, Uberlândia, 2018. Disponível em:<<https://repositorio.pgsskroton.com>>. Acesso em: 07. nov. 2018.

SIQUEIRA, I. P. D. **Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implementação**. 1.ed. Rio de Janeiro:Qualimark,2005.

SOUZA, J. B. D. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e funções do Planejamento e Controle da Produção (PCP): uma abordagem analítica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2008.

VIANA, H. R. G. **Fatores de sucesso na gestão da manutenção de ativos: Um modelo para elaboração de um plano diretor de manutenção**. Tese (Pós-Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
 Disponível em:<
<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96509/000911121.pdf?sequence=1>>.
 Acesso em: 07. nov. 2018.

WORDELL FILHO, J.A; ELIAS, H.T. **A cultura do milho em Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 2010.