

ESTUDO DE IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PLANEJADA EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR SUCROALCOOLEIRO

IMPLEMENTATION STUDY OF PLANNED MAINTENANCE IN AN INDUSTRY IN THE SUGAR AND ALCOHOLIC SECTOR

Elias Iris Abadio Júnior¹, Ariane Martins Caponi Lima ²

¹Acadêmica de Engenharia Mecânica/FACEG Email: eliasjuniora17@gmail.com

²Orientador(a) e Professor(a) do Curso de Engenharia Mecânica/FACEG Email: ariane.lima@faceg.edu.br

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo de caso sobre implementação de manutenção corretiva planejada em uma empresa do setor sucroalcooleiro na região do Vale do São Patrício no estado de Goiás, onde a manutenção de equipamentos recebeu um novo método de realização. O estudo busca analisar os benefícios do novo método de manutenção implementado, fazendo análises de alguns tipos de manutenção encontradas na literatura, juntamente com dados obtidos através do PCM industrial nos dois primeiros anos da implementação. Após a coleta e os estudos dos dados, partiu-se para a organização e interpretação dos mesmos. A interpretação dos dados se deu através de parâmetros de manutenção, elaborando tabelas e gráficos, auxiliados por cálculos e resultados internos da empresa. A manutenção corretiva planejada tem como finalidade reduzir número de paradas não programadas ocasionadas por quebras, reduzindo perda na qualidade e na quantidade de horas do processo parado inesperadamente. De acordo com os resultados obtidos na realização desse trabalho a implementação atendeu as necessidades do processo em questão, diminuindo falhas total e tempo médio de parada não planejada.

Palavras-chaves: Implementação. Manutenção. Planejada.

Abstract: The present work aims to carry out a case study on the implementation of planned corrective maintenance in a company in the sugar and alcohol sector in the region of Vale do São Patrício in the state of Goiás, where equipment maintenance received a new method of implementation. The study seeks to analyze the benefits of the new maintenance method implemented, analyzing some types of maintenance found in the literature and data obtained through the industrial PCM in the first two years of implementation. After collecting and studying the data, we organized and interpreted them. The interpretation of data took place through maintenance parameters, preparing tables and graphs, aided by calculations and internal results of the company. Planned corrective maintenance aims to reduce the number of unscheduled stops caused by breakdowns, reducing loss in quality and in the number of hours of unexpectedly stopped process. According to the results obtained in carrying out this work, the implementation met the needs of the process in question, reducing total failures and average unplanned downtime.

Keywords: Implementation. Maintenance. Planned.

INTRODUÇÃO

A manutenção é essencial na organização e produção, devido ao cenário industrializado e competitivo. Com a responsabilidade de garantir qualidade e funcionamento de equipamentos e instalações, a manutenção se destaca cada vez mais. A competição da manutenção deve se manter de acordo com o cenário atual, se mostrando atualizada para que possa satisfazer a necessidade de produção e entregar o resultado esperado.

A manutenção tem como foco em suas atividades, evitar e corrigir degradação de equipamentos, que são causadas pelo uso incorreto e pelo desgaste natural. Degradações podem causar paradas durante o processo em forma de desempenho ineficiente, parada da produção por quebra, desperdício de matéria prima, e outros fatores de acordo com o processo, essas manifestações interferem de forma negativa na qualidade do produto, prejudicando o funcionamento e existência da produção. Assim, é importante uma gestão de manutenção na busca de melhorias da produtividade, garantido que a empresa tenha maiores ganhos (XENOS, 1998).

Com esse cenário, será apresentado um estudo sobre a implementação da manutenção planejada em uma indústria, mostrando como tem sido a implementação desse método de manutenção em uma parte do processo de uma empresa do setor sucroalcooleiro na região do Vale do São Patrício no estado de Goiás. Assim, tem se como objetivo realizar um estudo de caso acerca das concepções de manutenção, com a implementação da manutenção planejada, através de procedimentos realizados em bombas do setor de fabricação de álcool.

Monchy (1987) garante que no cenário competitivo, a manutenção deve ser bem organizada, garantindo resolver problemas e entregar resultados com maior foco nas áreas estratégicas de produção. Muitas indústrias estão focadas em resultados de produção; com isso, a manutenção não recebe a atenção necessária, deixando de fazer com que a produção ganhe tempo e evite penalidades.

A indústria em questão é do ramo sucroalcooleiro, onde tem o etanol como produto final, o mesmo é um produto inflamável, com ponto de fulgor a 13°C e temperatura de 363°C para autoignição. Com isso o

processo requer maior cuidado e atenção, não podendo haver nenhuma forma de fagulha ou aquecimento excessivo. Sendo assim os equipamentos dessa área deve receber um acompanhamento de forma criteriosa para identificar falhas e planejar a manutenção antes que ocorra a quebra, evitar parada inesperada do processo, perda de produção, risco de acidentes para a equipe de manutenção ao executar uma atividade de reparo emergencial, reduzir riscos de quebra e vazamentos. Pois com a quebra, o equipamento pode sofrer aquecimento excessivo, aumenta a chance de gerar faíscas e se tornar um incêndio ou explosão, e com vazamentos o produto inflamável pode se espalhar pelo solo e canaletas, contaminando a natureza e correndo risco de encontrar alguma fonte de ignição (NOVACANA,2013-2020).

Tem se como problema de pesquisa: Quais os impactos e os riscos causados pela falta de manutenção planejada na empresa sucroalcooleira durante o processo de fabricação do etanol?

Em um processo de fabricação a falta de planejamento da manutenção pode refletir em diminuição da produção esperada, aumento do gasto com mão de obra, maior tempo de parada do equipamento e grandes perdas de rendimento do processo.

Os riscos da falta de planejamento estão presentes na possibilidade de que a quebra gere um incêndio ou explosão, colaboradores sofram acidentes ou ocorra algum tipo de contaminação do meio ambiente causado por vazamentos (NOVACANA,2013-2020).

Em grande parte das empresas principalmente nas pequenas, não se aplica essa lógica de manutenção, tendo como pratica simplesmente reparar a quebra, sem preocupação de fazer um acompanhamento periódico e ajustes para garantir que o equipamento possa operar perfeitamente (KARDEC E NASCIF, 2009). Com base em dados e estudo teórico sobre manutenção, considerando suas vantagens e desvantagens, o trabalho tem como finalidade trazer resultados e mostrar o possível ganho da implementação da manutenção.

METODOLOGIA

De acordo com Gil (1996), a pesquisa científica refere-se a um conjunto de ações que tem por finalidade principal resolver problemas sugeridos através de procedimentos coerentes e rigorosos, onde não se tenha informações suficientes para obter o resultado.

Buscando entender a totalidade de uma situação e interpretar os casos no contexto real, utilizou como estratégia metodológica o estudo de caso, este é baseado em algumas questões fundamentais que apresentam o porquê da investigação.

O trabalho utiliza uma pesquisa explicativa, pois o estudo de caso abordado já é algo utilizado na realidade da empresa. Esse tipo de pesquisa é aquele que têm como preocupação identificar os fatores que determinam ou que colaboram para a ocorrência dos fenômenos. A pesquisa explicativa é o tipo de pesquisa que expande nossa compreensão da realidade, explicando por que as coisas acontecem da maneira que acontecem (GIL, 2008).

O local do estudo de caso aconteceu em uma indústria do setor sucroalcooleiro na região do Vale do São Patrício no estado de Goiás, tendo como atividades a fabricação de açúcar, fabricação de etanol, fabricação de levedura e a cogeração de energia. O trabalho teve como foco o setor de produção do etanol, juntamente com manutenção, operação e PCM. O trabalho mostrará como foram os resultados obtidos pela empresa com a implementação da manutenção planejada.

Para realizar a coleta de dados deve ser feito vários processos diferentes para garantir precisão e confiabilidade nos resultados, de acordo com Gil (1996), a variedades de procedimentos na coleta de dados confere imparcialidade ao estudo, devido os resultados obtidos serem oriundos de convergência ou divergência dos dados coletados de diferentes instrumentos de pesquisa.

De acordo com esses procedimentos podemos apresentar como foram coletados os dados desse estudo:

- Análise de documentos fornecidos pela manutenção/PCM;

- Relatórios elaborados por empresa prestadora de serviços.

Os dados coletados foram do mês de julho, de três anos consecutivos, a escolha desse mês ocorreu devido ser considerado o mês onde há um crescimento nos números de falhas e quebras. A causa desse crescimento é os desgastes ocasionados pelo longo período de operação dos equipamentos, onde os componentes já estão comprometidos.

Para a apresentação e interpretação dos dados serão utilizados os controles fornecidos pelo PCM, colocando em forma de tabelas e gráficos juntamente com alguns índices de manutenção. Para se calcular o TMDR (Tempo médio de reparo) aplicou-se a equação 1, utilizando a somatória de HCI (Horas Consumidas por Intervenções) dividida pela somatória de NI (Número de Intervenções) (ROSA, 2006).

$$TMDR = \frac{\sum(HCI)}{\sum(NI)} \quad (1)$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta parte do trabalho apresenta dados e resultados obtidos durante o estudo. A organização dos dados e informações foram feitas seguindo a sequência de implementação da manutenção na empresa onde foi realizado o estudo.

PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PCM NA EMPRESA

O PCM industrial já era utilizado na manutenção, no entanto era de uma forma discreta e não tão atuante, interferindo somente no básico. Após se dar início a implementação da manutenção planejada passou a ser atuante, controlando notas de melhoria, ordens de serviços, controle de reposição de peças necessárias, rotas e programações semanais.

No decorrer da implementação o PCM se tornou peça chave para manter em ordem a manutenção, assegurando que os equipamentos estejam sempre de acordo com suas características ideais de funcionamento,

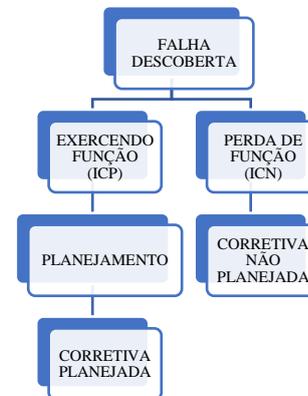
através de intervenções mecânicas e melhoria constante sugerida pela Engenharia de Manutenção. A mudança foi considerada um desafio, pois foi necessário reorganizar todo o sistema, e apresentar esse novo método para responsáveis e profissionais da manutenção. Na figura 1 mostra um fluxograma do que antes era feito quando o equipamento deixava de realizar sua função, seguindo um único plano de ação corretiva não planejada com urgência.

Figura 1 - Hierarquia de manutenção corretiva não planejada



Fonte: Autor, 2021.

Figura 2 - Hierarquia de manutenção corretiva planejada



Fonte: Autor, 2021.

Com a implementação a falha recebeu duas formas de serem tratadas, onde prioriza a forma corretiva planejada, antes que ocorra a falha total e a parada do equipamento. Como forma de controle as ordens de serviço (O.S.) receberam identificação, sendo ICN (Intervenção Corretiva Não Planejada) ou ICP (Intervenção Corretiva Planejada). Onde ICN representa quebras com perda de função, ou seja, o equipamento deixa de exercer a função

para qual foi projetado. As ordens ICP significa que o equipamento ainda consegue operar de acordo para que foi projetado mesmo apresentando falhas, sendo assim, possível planejar antes de realizar a correção. Após a falha ser descoberta ao invés de uma passou a existir duas formas para corrigi-las como demonstrado na figura 2.

Com a descoberta da falha, existem duas formas de ação como apresentado na figura 2, deve ser realizada uma análise preliminar identificando se apresenta uma falha ICP ou ICN, se for identificado como ICP o PCM passa a ser responsável pelo planejamento e programação da atividade, caso seja ICN a equipe de manutenção já entra em ação de forma instantânea.

O PCM se encarrega de planejar semanalmente, programar e distribuir as atividades entre os executantes, verificando possibilidade de paradas para reparo, tempo médio previsto da intervenção, disponibilidade de peças e componentes mecânicos. Assegurando assim uma atividade eficaz, com menor tempo de parada, buscando não afetar o processo e garantindo segurança da equipe.

O setor estudado conta com rota de inspeção semanal realizada pela equipe de manutenção interna, onde são analisados ruídos, vibrações, aquecimento excessivo, vazamentos em retentores, vazamentos em selos mecânicos e gaxetas. Durante a rota o profissional utiliza termômetro digital, para realizar medidas de temperatura, utiliza também analisador de vibração para identificar vibrações anormais nos equipamentos. Com o resultado de rotas semanais a equipe de manutenção intensifica a observação do equipamento de forma periódica, aguardando planejamento semanal do PCM e caso necessário realizar a correção antes mesmo de sair o planejamento evitando um dano maior no equipamento.

Os equipamentos também recebem inspeção mensal, realizada por profissional técnico prestador de serviços externo, onde é realizada uma medição completa de rolamentos e vibrações, emitindo relatórios com parâmetros ideais, apresentando qualquer alteração de funcionamento do equipamento. O relatório contém orientações a ser seguida, isso de acordo com a leitura feita

pelo dispositivo de medição. A tabela 1 apresenta a condição e a orientação que deve ser seguida:

Tabela 1 - Status Para Equipamento Monitorado

Status do equipamento	Condição do equipamento-análise
Equipamentos sem problemas (OK)	Equipamentos em condições normais de vibração respeitando parâmetros recomendados de funcionamento.
Atenção (Alarme 1)	Monitorar - Defeito identificado prematuramente, manter sob observação periódica com correção planejada.
Intervir (Alarme 2)	Intervir - Equipamento apresentando falha eminente, correção deve ocorrer imediatamente.

Fonte: Autor, 2021.

De acordo com o resultado obtido na análise os equipamentos recebem um diagnóstico, como mostrado na imagem anterior o resultado se divide em três, no primeiro o equipamento está dentro do padrão de funcionamento, quando apresenta alarme 1 que é o segundo caso ele deve ficar em observação e entrar no planejamento, o alarme 2 indica que o equipamento está em estado crítico e deve intervir imediatamente não sendo possível aguardar pelo planejamento, pois já oferece risco com seu funcionamento fora de padrão.

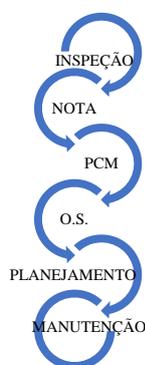
Após envio de relatório cabe ao PCM definir e programar a solução do problema e normalizar o equipamento, seguindo orientações do profissional técnico e dando prioridade para equipamentos em situação crítica.

A estrutura começa com rotas de inspeção realizada em campo, verificando as condições do equipamento e possíveis anomalias. Caso seja encontrada alguma anomalia deve ser criada uma nota, procedimento feito pelo profissional que realizou a rota, através de um dispositivo móvel adequado para isso, utilizando o sistema SAP (*System Applications and Products in Data Processing*). Após abertura da nota o PCM fica responsável por gerar O.S. e planejar a ação a ser realizada, de acordo com a prioridade e disponibilidade de peças para reposição.

Com o planejamento já realizado, cabe à manutenção fazer o reparo seguindo protocolos de segurança e garantindo o correto funcionamento do equipamento. Dentro da manutenção também existe

responsáveis pela programação e planejamento, isso ocorre para que as tarefas sejam bem distribuídas entre a equipe. A figura 3 apresenta a estrutura organizacional de forma hierárquica:

Figura 31 - Hierarquia da Estrutura Organizacional



Fonte: Autor, 2021

Como apresentado na figura 3, a hierarquia une uma equipe de manutenção e PCM, buscando de forma organizada identificar, tratar, planejar e realizar o reparo do equipamento. Após ter sido realizada a manutenção e o equipamento ter retornado a operar, é feito um acompanhamento e medições, verificando se o mesmo se encontra com padrões de vibrações e funcionamento normal. Assegurando assim qualidade na operação.

Com a implementação da manutenção planejada também foi adotado o uso de análise de falha, onde é realizada uma perícia no equipamento que falhou, para que o mesmo seja corrigido de forma correta garantindo seu funcionamento ideal.

O processo de análise de falha da empresa é feito de forma manual pelo profissional que realizou o reparo do equipamento, o PCM é responsável por fornecer e recolher semanalmente a ficha de análise de falha. Quando um equipamento falha e deixa de exercer sua função, obrigatoriamente deve ser realizada uma análise.

Quando uma O.S. é criada, a mesma é identificada como ICN ou ICP, onde todas as ICN devem receber uma análise de falha, apresentando local de instalação, componente que falhou, porque ocorreu à falha, como foi solucionada, possibilidade de ocorrer novamente e sugestão de melhoria, caso seja necessário. O PCM

juntamente com a equipe de engenharia de manutenção fica responsável por tratar e realizar projetos de acordo com a sugestão de melhoria proposta pelo profissional de manutenção e recursos oferecidos pela planta industrial.

A análise de falha é utilizada para realizar um estudo aprofundado no equipamento unindo teoria e prática, visando identificar a causa raiz do problema de forma a evitar reincidência ou até mesmo algum outro dano possível, garantindo que o equipamento opere de acordo para que foi projetado.

Ao realizar uma análise de falha devem ser observados todos os componentes do equipamento com atenção e com cautela, buscando encontrar falhas em todo o conjunto, evitando assim falhas inesperadas logo após a correção do evento que apresentou falha funcional.

A análise de falha deve ser realizada de forma detalhada e completa, apresentando todos os detalhes que foram identificados durante a perícia técnica. A análise de falha foi inserida na manutenção como forma de controle e prevenção, visando sempre garantir uma boa manutenção e uma melhoria constante de equipamentos e instalações.

ANÁLISE DOS INDICADORES

A manutenção corretiva planejada teve sua implementação na indústria no ano de 2020, onde enfrentou desafios com formas de organização e realização de serviços. O mês escolhido para ser abordado no trabalho foi julho, pelo fato dos equipamentos apresentarem desgastes por tempo de operação. O setor de fabricação de etanol conta com 43 bombas do tipo centrífuga, sendo todas essenciais para o processo.

A tabela 2 apresenta em forma de O.S. as intervenções realizadas no mês de julho do ano de 2019, antes da implementação:

Tabela 2 - O.S. mês de julho 2019

O.S.	SERVIÇO REALIZADO	DENOMINAÇÃO
4187125	Fazer manutenção	Bomba álcool de segunda
4186946	Substituir bomba	Bomba 02 Dorna 2A
4186821	Manutenção bomba	Bomba dorna 1A
4186528	Revisar bomba	Bomba 01 vinho
4186531	Sanar vazamento no selo	Bomba 02 vinhaça

4186386	Revisar Bomba	Bomba 02 vinhaça
4186254	Substituir acoplamento	Bomba coluna C aparelho 02
4186154	Revisar Bomba	Bomba coluna C aparelho 02
4185469	Revisar Bomba	Bomba aparelho 02
4185470	Revisar Bomba	Bomba aparelho 01
4184898	Sanar vazamento selo	Bomba dorna 4B
4184409	Substituir acoplamento	Bomba 02 vinhaça

Fonte: Autor, 2021.

Na tabela 2, foram apresentadas as ordens e os respectivos serviços realizados nos equipamentos, como ainda não havia sido implementada a manutenção corretiva planejada, todos os equipamentos tiveram que receber intervenção de urgência, devido não ter um controle de planejamento, portanto era realizado manutenção corretiva não planejada.

No mês de julho do ano de 2020 já existia a separação de ordens ICN e ICP, onde as ordens ICP passaram a serem utilizadas para planejamento. A tabela 4 a seguir mostra as ordens ICN após implementação:

Tabela 3 - Ordens ICN safra 2020

O.S.	SERVIÇO REALIZADO	DENOMINAÇÃO	TIPO DE ORDEM
4233009	Substituir bomba recirculação	Bomba 01 dorna FD	ICN
4232787	Revisar bomba	Bomba 01 dorna FD	ICN
4232835	Substituir gaxeta	Bomba 02 dorna FD	ICN
4232696	Revisar bomba	Bomba 02 dorna volante	ICN
4230537	Revisar bomba	Bomba dispersante	ICN
4230742	Alinhar bomba	Bomba coluna C	ICN
4230743	Alinhar bomba	Bomba 01 aparelho 03	ICN
4229864	Destravar prisioneiro e substituir gaxeta	Bomba 03 torre de fibra	ICN

Fonte: Autor, 2021.

Os dados apresentados na tabela 3 são referentes a manutenção corretiva não planejada, pois os equipamentos não apresentavam condições ideais de operação, sendo assim necessário intervir imediatamente. Com esse tipo de intervenção as falhas inesperadas causavam prejuízos devido ao grande tempo de parada do equipamento.

No mesmo período já estava acontecendo o planejamento da manutenção, fazendo uso das ordens ICP mostradas na tabela 4.

Tabela 4 - Ordens ICP safra 2020

O.S.	SERVIÇO REALIZADO	DENOMINAÇÃO	TIPO DE ORDEM
4231863	Substituir gaxeta	Bomba 02 dorna FD	ICP
4231864	Verificar bomba refluxo	Bomba 01 aparelho 3	ICP
4230366	Vazamento retentor	Bomba dorna 1A	ICP
4230373	Vazamento no selo	Bomba dorna 1A	ICP
4230365	Vazamento retentor	Bomba dorna 1B	ICP
4230370	Vazamento no selo	Bomba 02 dorna 2B	ICP
4229230	Vazamento no selo	Bomba 02 dorna 2A	ICP
4229226	Vazamento no selo	Bomba dorna 3A	ICP
4229227	Vazamento no selo	Bomba dorna 4A	ICP
4229236	Óleo contaminado	Bomba 01 dorna FD	ICP
4229238	Vazamento retentor	Bomba dorna 4B	ICP
4229233	Vazamento no selo	Bomba de condensado	ICP

Fonte: Autor, 2021.

Após ter sido criada as ordens ICP do mês de julho de 2020, foram realizados os planejamentos da manutenção, buscando por material de reposição, melhor momento para realizar a correção e determinando o técnico responsável para realizar a correção da falha com menor tempo de parada como planejada.

No segundo ano de implementação, decorrer da safra 2021 foi gerado as ordens ICN mostradas na tabela 5.

Tabela 5 - Ordens ICN 2021

O.S.	SERVIÇO REALIZADO	DENOMINAÇÃO	TIPO DE ORDEM
4286924	Limpar rotor	Bomba 01 aparelho 01	ICN
4286518	Substituir acoplamento	Bomba 02 dorna volante	ICN
4284750	Substituir acoplamento	Bomba álcool de segunda	ICN

Fonte: Autor, 2021.

As ordens ICP desse mesmo período do ano de 2021 estão apresentadas na tabela 6.

Tabela 6 - Ordens ICP safra 2021

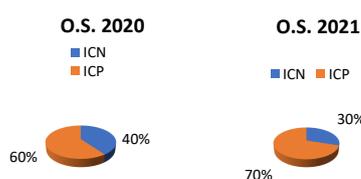
O.S.	SERVIÇO REALIZADO	DENOMINAÇÃO	TIPO DE ORDEM
4287046	Ajustar gaxeta	Bomba limpeza das dornas	ICP
4287003	Revisar bomba	Bomba antiespumante	ICP
4286926	Inspecionar bomba	Bomba coluna P aparelho 01	ICP
4284821	Montar acoplamento	Bomba de bresnnsolve	ICP
4284858	Revisar bomba	Bomba de bresnnsolve	ICP
4282219	Parafuso quebrado	Bomba 03 flegmassa	ICP
4282057	Revisar bomba	Bomba 02 dorna FD	ICP

Fonte: Autor, 2021.

De acordo com as tabelas apresentadas, após a implementação houve um aumento de ordens ICP, onde é realizada a manutenção corretiva planejada, de forma a evitar quebras e longas paradas, aguardando peças de reposição ou mão de obra. As ordens ICN sofreu uma redução considerável no ano de 2021 quando comparado ao ano anterior, o que é considerado bom, pois com a redução de ICN automaticamente reduziu o número de quebras inesperadas e perda de produção.

Na figura 4 a seguir são apresentadas as porcentagens de cada tipo de O.S. dos dois anos de implementação:

Figura 4 - Porcentagem de ordens ICN e ICP 2020/2021



Fonte: Autor, 2021.

Na figura 4, mostra as ordens ICN e ICP do mês de julho dos anos de 2020 e 2021, desde que ocorreu a implementação. Os gráficos revelam uma queda de 10% de ordens ICN garantindo assim uma vantagem com a implementação, pois com o crescimento de 10% de ordens ICP a empresa pode contar com o planejamento para garantir a manutenção de seus equipamentos antes da falha total, reduzindo perdas e conseguindo maior desempenho na produção. Para criar uma O.S. são necessárias algumas

informações, como o serviço a ser realizado, equipamentos que irá receber o serviço e tempo de duração da atividade a ser realizada. Isso é necessário para que haja um controle de atividades e tempo de equipamentos parados. O PCM faz todo controle de ordens, incluindo duração do serviço a ser realizado, como apresentado na tabela 7.

Tabela 7 - Tempo de duração de serviço por O.S.

O.S.	TEMPO DE DURAÇÃO DO SERVIÇO (HORAS)
4187125	2
4186946	6
4186821	10
4186528	8
4186531	3
4186386	8
4186254	2
4186154	2
4185469	2
4185470	2
4184898	1
4184409	2
TOTAL DE HORAS	48

Fonte: Autor, 2021.

A tabela apresenta o tempo de realização para cada atividade do ano de 2019, antes da implementação da manutenção corretiva planejada, onde o equipamento perdia totalmente sua capacidade de operação. A partir do ano de 2020 quando ocorreu a implementação as ordens passaram a serem controladas separadamente como dito anteriormente, mas ainda continuou recebendo a quantidade de horas de duração para cada atividade. A tabela 8 apresenta as horas por atividade corretiva não planejada (ICN), onde a manutenção ocorreu de forma emergencial.

Tabela 8 - Tempo de duração de serviço por ordens ICN 2020.

O.S.	TEMPO DE DURAÇÃO DO SERVIÇO (HORAS)
4233009	4
4232787	4
4232835	1
4232696	4
4230537	6
4230742	3
4230743	3
4229864	2
TOTAL DE HORAS	27

Fonte: Autor, 2021.

As ordens ICN apresentadas na tabela 8, representam os equipamentos que passaram por

manutenção corretiva não planejada no mês de julho do ano de 2020. A tabela 9, apresenta a duração de ordens ICP no primeiro ano de implementação:

Tabela 9 - Tempo de duração de serviço por ordens ICP 2020.

O.S.	TEMPO DE DURAÇÃO DO SERVIÇO (HORAS)
4231863	2
4231864	3
4230366	6
4230373	6
4230365	3
4230370	6
4229230	3
4229226	4
4229227	4
4229236	1
4229238	3
4229233	2
TOTAL DE HORAS	43

Fonte: Autor, 2021.

As horas de atividade ICP apresentadas na tabela 9 são paradas dos equipamentos com programação, onde manutenção e operação escolhem o melhor momento visando não atrapalhar o processo. Em 2021 houve redução em ordens ICN, como apresentado na tabela 10.

Tabela 10 - Tempo de duração de serviço por ordens ICN 2021.

O.S.	TEMPO DE DURAÇÃO DO SERVIÇO (HORAS)
4286924	3
4286518	5
4284750	5
TOTAL DE HORAS	13

Fonte: Autor, 2021.

Com a implementação o que antes era tudo ICN passou a ser dividido em ICN e/ou ICP. A tabela 11 mostra horas de atividades ICP realizadas durante o mês de julho de 2021, com segundo ano de implementação:

Tabela 11 - Tempo de duração de serviço por ordens ICP 2021.

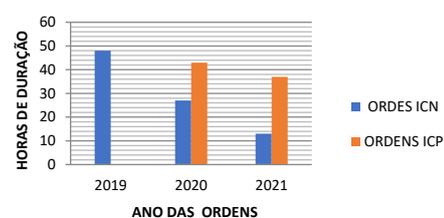
O.S.	TEMPO DE DURAÇÃO DO SERVIÇO (HORAS)
4287046	1
4287003	16
4286926	2
4284821	4
4284858	6
4282219	4
4282057	4
TOTAL DE HORAS	37

Fonte: Autor, 2021.

De acordo com as condições dos equipamentos e instalações as horas de atividades podem variar tanto para mais quanto para menos, a manutenção planejada faz um controle considerando uma margem de erro, para que o equipamento não fique muito tempo parado além do necessário. Na manutenção ICN as atividades não recebem um controle de tempo pela manutenção o que pode gerar atraso e perda de produção.

A figura 5 apresenta em forma de gráfico o tempo de duração das atividades de manutenção durante os três anos abordados no trabalho, sendo o ano de 2019 antes da implementação e os anos de 2020 e 2021 com a implementação:

Figura 5 - Gráfico com horas de paradas por tipo de O.S.



Fonte: Autor, 2021.

O crescimento de ordens ICP apresentado na figura 6, significa que os equipamentos diminuíram a quantidade de falhas com perda de função em 15,66%, sendo assim possível planejar a manutenção corretiva e realizar uma programação do serviço. O PCM faz o controle de ordens estipulando hora de duração da atividade, com essa informação é realizado o cálculo de TMDR, para obter o tempo médio de parada para reparo dos equipamentos de acordo com o tipo de atividade realizada. Aplicando a equação 1, nas ordens de 2019 antes da implementação:

$$\text{TMDR} = \frac{48}{12} = 4 \text{ horas}$$

Para as ordens ICN no ano de 2020 o tempo médio foi de:

$$\text{TMDR} = \frac{27}{8} = 3,38 \text{ horas}$$

Ordens ICP ano de 2020:

$$\text{TMDR} = \frac{43}{12} = 3,58 \text{ horas}$$

Ano de 2021 ordens ICN:

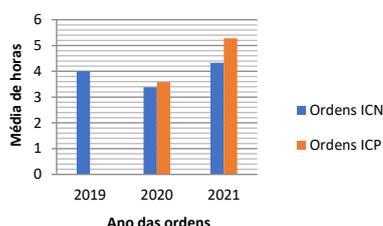
$$\text{TMDR} = \frac{13}{3} = 4,33 \text{ horas}$$

Ordens ICP 2021:

$$\text{TMDR} = \frac{37}{7} = 5,28 \text{ horas}$$

A figura 6 a seguir apresenta a organização gráfica com as médias de horas para os três anos abordados:

Figura 6 - Média das horas de paradas por tipo de O.S.



Fonte: Autor, 2021.

De acordo com os dados obtidos através do estudo, nas ordens ICN houve uma redução de 3,52% na média de horas paradas quando comparadas com as ordens ICP, sendo assim os equipamentos apresentaram um número menor de falhas totais. As ordens ICP aumentou seu número de atividades, mostrando assim que a manutenção corretiva planejada está atuando mais do que a corretiva não planejada, ou seja, os equipamentos estão recebendo intervenções antes da perda total de função.

A figura 7 abaixo apresenta de forma gráfica a quantidade de falhas ICN, dos três anos consecutivos:

Figura 7 - Número de falhas por tipo de ordem.



Fonte: Autor, 2021.

O gráfico apresentado na figura 7 mostra o número de falhas por tipo de manutenção utilizado, onde as falhas ICN sofreram queda de 25%, significando que houve diminuição na quantidade de falhas total dos

equipamentos. E o número de atividades ICP permaneceu crescente em relação ao ICN, onde as ordens ICP passaram a ser 70% das atividades

CONCLUSÃO

Através do estudo de dados gerados pela manutenção sobre a implementação de manutenção corretiva planejada para o desenvolvimento de trabalho de conclusão de curso, foi possível analisar e obter números sobre a importância da manutenção de acordo com os índices de manutenção encontrados na literatura.

O estudo realizado apresentou evolução satisfatória com a implementação, onde as falhas ICN sofreram uma redução de 10% no segundo ano de implementação, garantindo assim um processo com menor chance de paradas inesperadas, onde a intervenção seria de urgência sem planejamento.

Pode-se concluir que os resultados obtidos atingiram as expectativas, de forma a diminuir o número de falha total dos equipamentos e aumentar a quantidade de intervenções corretiva planejada, reduzindo o tempo médio de parada do processo para realização de correção não planejada causada por quebra de equipamentos.

O serviço de manutenção por sua vez tem um alto custo para se manter com qualidade, com os dados obtidos não foi possível mensurar o lucro ou gasto da empresa com a implementação da manutenção planejada. Sendo assim fica como proposta para trabalhos futuros a verificação de valores para se manter uma manutenção garantindo o perfeito funcionamento dos equipamentos, de acordo para que foram projetados.

De acordo com a justificativa desse trabalho pode-se afirmar que a manutenção deve sim ser bem estruturada, para que possa garantir espaço no atual cenário industrial competitivo, onde as empresas querem maior rendimento na produção e lucratividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 3ª Ed. São Paulo: Atlas, 1996. 158 p.

2. Gil, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social** / Antonio Carlos Gil. - 6. ed. - São Paulo : Atlas,2008.
3. KARDEC, Alan; NASCIF Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 3.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2009. 384 p.
4. MONCHY, François. **A Função Manutenção: Formação para a gerência da Manutenção Industrial**. 1.ed. São Paulo: Ed. Durban, 1987. 424 p.
5. NOVACANA. **Propriedades Físico-Químicas do Etanol**. 2013-2020. Disponível em : <https://www.novacana.com/etanol/propriedades-fisico-quimicas>. Acesso em: 13 nov. 2021.
6. ROSA, Eurycibiades Barra. **Indicadores de Desempenho e Sistema ABC: O uso de indicadores para uma gestão eficaz do custeio e das atividades de manutenção**. 2006. 530 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
7. XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade**. 1.ed. Rio de Janeiro: EDG, 1998. 302 p.