

CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DA
CONFIABILIDADE

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE PLANO DE MANUTENÇÃO APLICANDO OS
MÉTODOS DA MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE NO SETOR
DE UTILIDADES

Carlos Augusto dos Santos Filho¹
Roberto Macedo de Souza²

RESUMO: Este artigo, apresenta um estudo de caso de um plano de manutenção que foi implementado na estação de tratamento de efluentes de uma indústria do segmento de cosméticos industriais na área de utilidades localizada em Camaçari – Ba, empregando a metodologia Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC). No estudo, foi utilizado o equipamento decanter centrífugo que apresentava baixa disponibilidade e alta frequência de intervenções corretivas. O objetivo do trabalho, foi implementar uma ferramenta que permitisse aumentar a disponibilidade e a confiabilidade do decanter, por meio de uma metodologia de manutenção, a fim de reduzir e controlar os riscos e as falhas do equipamento. Através dos resultados obtidos, com a implementação da ferramenta, ficou provado que a metodologia proposta foi eficiente para o processo e conseguiu aumentar a disponibilidade do decanter.

Palavras-chave: Decanter; Manutenção Centrada em Confiabilidade; Utilidades.

¹ Pós-Graduando em Engenharia da Confiabilidade. MBA em Gestão da Manutenção. Centro Universitário SENAI Cimatec. Engenheiro de Petróleo. Faculdade Estácio da Bahia, 2015. E-mail: carloss.filho@yahoo.com.br

² Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial, Professor assistente – Centro Universitário SENAI CIMATEC. E-mail: roberto.macedo@fieb.org.br

1 INTRODUÇÃO

A manutenção tem o propósito de evitar a indisponibilidade dos equipamentos e instalações, executar a gestão dos ativos e atender aos requisitos do processo e qualidade com baixos custos. Segundo Kardec e Nascif (2013), a manutenção deixou de ser uma simples atividade de reparo, para se tornar um meio essencial ao alcance dos objetivos e metas das organizações. Portanto, surge a necessidade de uma manutenção voltada para os resultados e busca das metas nas organizações indústrias.

As atuais políticas de gestão resultam em estoques cada vez menores, processo mais enxutos e sistemas dimensionados praticamente no limite de sua capacidade operacional, que fazem da manutenção uma ferramenta fundamental na garantia da disponibilidade e confiabilidade das empresas. Esses fatores refletem a necessidade de um planejamento de manutenção eficiente, que se adapte ao processo de produção, capaz de priorizar suas ações, atendendo a prazos e metas estabelecidas a um melhor custo-benefício. (BARAN, et al., p.01, 2012).

Ainda de acordo com Kardec e Nascif (2013), a Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) é uma metodologia que estuda um equipamento ou sistema em detalhes, analisa como ele pode falhar e define a melhor forma em prevenir a falha ou minimizar as perdas decorrentes das falhas. Desse modo, é uma ferramenta de suporte a decisão gerencial. Segundo Fogliatto e Ribeiro (2009), definem a MCC como uma metodologia que agrupa várias técnicas de engenharia, a fim de garantir que os equipamentos continuem realizando as funções especificadas. Conforme Lafraia (2014), a MCC é um processo contínuo e sua aplicação deve ser reavaliada à medida que a experiência operacional for acumulada.

No presente trabalho, trata-se da aplicação da metodologia MCC empregada na área de utilidades, em uma fábrica no seguimento de cosméticos industriais, localizada em Camaçari, no Estado da Bahia. A proposta é criar uma metodologia de manutenção para os equipamentos desta área, com foco no decanter centrífugo que é responsável pela separação dos efluentes orgânicos, um equipamento crítico para o processo e ao meio ambiente, apresentava baixa confiabilidade e disponibilidade, e necessitava de intervenções não programadas. Em função da baixa disponibilidade do equipamento e por ser crítico ao processo, decidiu-se aplicar a metodologia MCC com o objetivo de aumentar a confiabilidade e disponibilidade do equipamento.

O trabalho tem por objetivo, aumentar a disponibilidade do equipamento e implementar melhorias nos equipamentos da área de utilidades, tais como: realizar a identificação (tag); cadastrar os equipamentos no sistema de gestão integrado da manutenção da empresa; implementar a prática da manutenção preditiva e as rotas de inspeção.

o decanter centrífugo apresentava vários problemas de modo que impactava em seu funcionamento como: baixa produtividade devido as constantes falhas, tempos de parada para manutenção muito extensos, inexistência de manutenção preventiva, sendo, uma manutenção puramente corretiva não-programada. Com o objetivo de aumentar a confiabilidade e identificar a causa raiz da falha, será aplicada a ferramenta FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis* - Análise dos Modos e Efeitos das Falhas).

Segundo Lino (2010), aplicação da ferramenta FMEA, permite adquirir conhecimento técnico do processo e assim, conhecer as possíveis falhas, tornando possível a identificação e ação direta na causa raiz.

A FMEA é uma ferramenta que permite analisar possíveis falhas e o que sua ocorrência poderia causar dentro de uma indústria. Identifica, também, ações prioritárias de melhoria.

Dessa forma, ao aplicar a FMEA no decanter centrífugo, será possível avaliar as falhas funcionais, seus modos de falhas, causas e efeitos no equipamento. Portanto, espera-se após aplicar a ferramenta, prever as falhas que causam impacto na produção, aumentar a confiabilidade e melhorar a segurança do processo. Assim, com o suporte da FMEA e aplicação da metodologia MCC, busca-se associar a manutenção preventiva e preditiva no decanter centrífugo.

2 DESENVOLVIMENTO

O estudo de caso foi realizado no período de setembro/2019 a abril/2020, no subsistema da estação de tratamento de efluentes em uma indústria do segmento de cosméticos industriais, em Camaçari, no Estado da Bahia. O processo de tratamento é totalmente biológico, tratando o esgoto de nível secundário, removendo os sólidos em suspensão e a matéria orgânica de origem industrial. A Figura 1, apresenta à vista aérea da planta.

Figura 1 - Vista aérea da planta de utilidades



Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

O decanter centrífugo, proporciona a separação de fases sólidas e líquidas através do processo de desidratação mecânica, conforme Gratt (2021), o equipamento utiliza a força centrífuga no interior do tambor rotativo, provocada pela alta rotação para separar as fases sólida e líquida. Neste processo, o sólido, que apresenta a maior densidade, é forçado para a superfície interna do tambor e arrastado continuamente pelo caracol transportador até os bocais de descarga, passando pelo cone onde é desidratado, ou seja, tem sua umidade reduzida significativamente.

O líquido classificado, sendo menos denso, fica afastado da superfície do tambor e através dos bocais de descarga é direcionado ao coletor de líquido. Ainda segundo Gratt (2021), o decanter centrífugo é constituído por um conjunto rotativo e uma estrutura fixa. O conjunto rotativo é composto por um tambor cilindro / tronco-cônico, um caracol transportador e um redutor de engrenagens que proporciona o diferencial de rotação entre o tambor e o caracol. O conjunto rotativo está apoiado sobre mancais de rolamento. A estrutura fixa suporta o conjunto rotativo, o motor elétrico e as carcaças de coleta dos produtos separados, sendo a fase sólida em uma extremidade e a líquida em outra. A Figura 2, apresenta o conjunto acionado por motores elétricos, que transmite o movimento através de polias e correias.

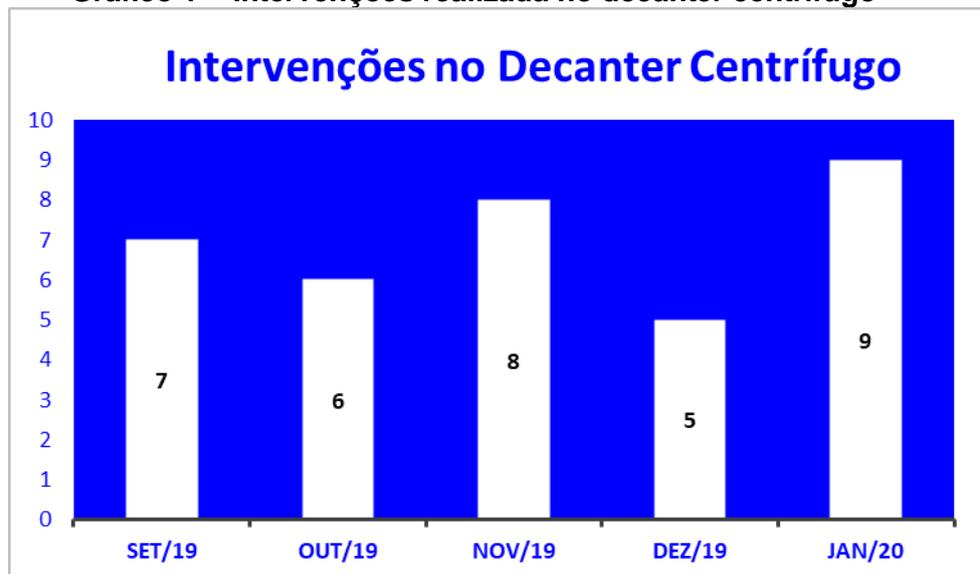
Figura 2 - Vista do decanter centrífugo na área de utilidades



Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Em função das constantes falhas funcionais, conforme gráfico 1, e várias intervenções realizada no equipamento que não permitia o seu contínuo funcionamento, foi realizado um estudo sistematizado abrangendo a área da manutenção e operação com o objetivo de identificar as falhas e propor melhorias.

Gráfico 1 - Intervenções realizada no decanter centrífugo



Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Após o levantamento da quantidade de intervenções, foram realizadas coleta de dados referente aos diagnósticos das falhas e possíveis causas. Desta forma, durante o estudo dos relatórios das manutenções corretivas não programadas, tabulação dos dados, e antes de aplicar a metodologia MCC, acreditou-se que o principal problema no decanter centrífugo era a falta de um plano de manutenção devidamente estruturado.

Após a tabulação dos registros de intervenções, evidenciou-se que os problemas de registros e que subsidiaria a gestão da manutenção eram:

- Não havia tagueamento no equipamento na área, dificultando a padronização do processo e uma manutenção adequada na máquina.
- Não havia cadastro do equipamento no sistema de gestão da empresa.
- Ausência de histórico da manutenção no equipamento.
- Ausência de ordens de serviço de manutenção.

O trabalho pretende aplicar a metodologia MCC e seus conceitos utilizando ferramentas relacionadas a estes métodos. Dessa forma, pretende-se reduzir as paradas indesejadas do equipamento, assim como garantir a confiabilidade e segurança do processo com menor custo.

Conforme Smith (1992), existem alguns fatores que definem e caracterizam a MCC que são: identificar os modos de falha que pode afetar as funções e selecionar apenas ações preventivas aplicáveis e efetivas. Dessa forma, conclui-se que a MCC envolve uma sistematização das funções do sistema e sugere que a realimentação da metodologia deve ser realizada periodicamente, analisando os planos de manutenção e as informações contidas nos relatórios de manutenção com o objetivo de identificar melhorias a serem implementadas.

Segundo Moubray (2000), a MCC pode ser definida como processo usado para determinar o que deve ser feito para assegurar que qualquer ativo físico continue a fazer o que foi projetado para o contexto operacional.

Nesse contexto, a estrutura da MCC, segue várias etapas para implantar a metodologia no sistema são elas.

- Adequação - trata-se basicamente do mapeamento das condições iniciais para iniciar o trabalho de implantação da MCC.
- Preparação – etapa de definição da equipe que participou da implantação.
- Seleção do sistema – tem como objetivo informar o sistema, a qual será implantado a metodologia MCC. Como já mencionado, o sistema selecionado foi à área de utilidade, e seu subsistema a planta de tratamento de efluentes.
- Análise dos modos de falha, seus efeitos e sua criticidade – será realizado o estudo e efeitos dos modos de falhas referente ao decanter centrífugo, sendo a FMEA, uma ferramenta de suporte da MCC.

- Classificação das consequências – tem como objetivo, classificar as categorias dos modos de falhas, quanto ao risco.
- Seleção das tarefas de manutenção no equipamento – são as tarefas propostas, através da classificação dos modos de falhas.
- Definição dos intervalos de manutenção – compõe a frequências das manutenções no decanter centrífugo. Visto que está, será uma manutenção baseada no tempo.
- Acompanhamento e realimentação – etapa que visa, realizar estudo de melhorias, análise da metodologia aplicada e verificar o desempenho da MCC ao longo do tempo.

Utilizada como uma metodologia de gestão da manutenção, a MCC tem como objetivo, garantir que os equipamentos exerçam sua função que possuem como ativo industrial.

A FMEA tem a finalidade de detectar os modos de falhas no sistema e nos componentes. Através da aplicação da FMEA é possível identificar ações que possam eliminar ou reduzir a possibilidade da ocorrência da falha potencial. Nesse contexto, a estrutura da FMEA é composta por várias etapas de forma a encontrar a causa raiz no equipamento a fim, de adotar ações e eliminá-la, priorizando a melhoria do sistema são elas: definição do sistema; definição dos componentes; análise de risco; avaliação de risco e minimização de risco.

- Definição do sistema - essa etapa, consta na escolha do sistema e conseqüentemente o subsistema onde será aplicada à ferramenta FMEA.
- Definição dos componentes – etapa que consta os componentes, que fazem parte do sistema.
- Análise de risco – etapas que é possível identificar as falhas do sistema.
- Avaliação de risco – etapa que será avaliada o nível de risco identificado pelo modo de falha são eles: severidade; ocorrência e detecção.
- Minimização do risco – etapa que são avaliada e calculada o RPN dos modos de falhas, dos quais, serão formulado o plano de ação para o sistema, a fim de eliminar ou reduzir as falhas no equipamento.

Durante a coleta das informações na área e em conversa com o pessoal da manutenção e operação, o trabalho utilizou a metodologia de pesquisa aplicada através dos seguintes tópicos:

- Levantamento quantitativo em banco de dados e manual do fabricante.
- Visita em campos.
- Análise do processo produtivo.
- Entrevistas com os técnicos envolvidos na manutenção.

Para implantar a metodologia MCC, com suporte da ferramenta FMEA, foi selecionado o sistema da área de utilidades, onde está situado o subsistema da estação de tratamento de efluentes. Sendo que esse sistema é composto por 14 equipamentos, dos quais o decanter centrífugo é equipamento mais crítico da área.

A coleta de informações, foi realizada através do sistema de gerenciamento de manutenção. planilhas eletrônicas, manuais técnicos e manuais técnicos do fabricante.

2.1 ANÁLISE DO MODO DE FALHAS DOS COMPONENTES

Segundo Siqueira (2005), o modo de falha indica como as falhas funcionais ocorrem de modo a permitir a identificação do mecanismo de falha. Ainda segundo Siqueira (2005), a falha é classificada em: Falha Funcional, quando o equipamento tem a incapacidade de desempenhar a função, e Falha Potencial, quando indica que a ocorrência de uma falha funcional poder ser identificável através de alguma condição.

Conforme Lafraia (2014), os modos de falhas podem ser classificados em 4 categorias: Segurança Ambiental, Econômico Operacional, Oculto Segurança Ambiental e Oculto Econômico Operacional.

Após utilizar a ferramenta FMEA ao equipamento, documentar e identificar todas as funções e seus modos de falha, assim como, os efeitos adversos produzidos por elas, foi possível constatar os principais modos de falhas críticos no decanter centrífugo.

Portanto, através dos modos de falhas, causa e efeitos definidos, e a partir da análise e aplicação da ferramenta, conforme Figura 4, abaixo, foi possível definir os tipos de manutenção no equipamento e aplicar ações ideais na máquina, com o objetivo de evitar novas falhas. As ações e estratégias de manutenção que foram

aplicadas e adotadas para cada modo de falha, serviu para formular o plano de manutenção no decanter centrífugo.

Figura 4 -Tabela dos modos de falhas, causa e efeito

FMEA- ANÁLISE DOS MODOS E EFEITOS DAS FALHAS													
SISTEMA:	UTILIDADES	RESPONSÁVEL PELA ANÁLISE: CARLOS SANTOS				SEVERIDADE	OCORRÊNCIA	DETECÇÃO	NPR	TIPO DE MANUTENÇÃO	TIPO DE AÇÃO		
SUBSISTEMA:	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES				TIPO 1						TIPO 2	AÇÃO	
EQUIPAMENTO: DECANTER CENTRÍFUGO	FUNÇÃO	MODO DE FALHA	EFEITO	CAUSA									
Motores Elétricos de Indução -01.	Acionar o decanter centrífugo na rotação nominal	Quebra dos rolamentos	Paralisação do sistema rotativo	Falha na lubrificação	6	2	4	48	Manutenção Preventiva Programada	Manutenção Detectiva	Inspeção Instrumentada	Realizar inspeção e limpeza	
Motores Elétricos de Indução -02.	Acionar o decanter centrífugo na rotação nominal	Temperatura elevada nos rolamentos	Contaminação do lubrificante	Falta de lubrificação	8	2	4	64	Manutenção Preventiva Programada	Lubrificação	Prevenção	Realizar troca/ substituição do óleo	
Reservatório de Óleo.	Manter a pressão do óleo no sistema de lubrificação	Vazamento de óleo	Contaminação do meio ambiente e perda de eficiência	Montagem inadequada das juntas de vedação entre os flanges	8	2	4	64	Manutenção Preventiva Programada	Inspeção Instrumentada	Prevenção	Realizar inspeção sensível	
Decanter Centrífugo.	Separar as fases sólidas e líquidas do sistema	Vibração excessiva	Paralisação do sistema rotativo	Desalinhamento do conjunto rotativo	2	6	6	72	Manutenção Corretiva Programada	Substituição/Troca	Prevenção	Realizar substituição/ troca/inspeção em todas as intervenções	
Decanter Centrífugo.	Separar as fases sólidas e líquidas do sistema	Correias danificadas aquecimento excessivo	Paralisação do sistema rotativo	Falha na montagem	6	2	4	48	Manutenção Preditiva Programada	Inspeção Instrumentada	Prevenção	Realizar inspeção sensível	
Decanter Centrífugo.	Separar as fases sólidas e líquidas do sistema	Equipamento não parte/ liga	Indisponibilidade do conjunto rotativo	Falha na boteira - Contaminação por água/partícula sólida	2	4	4	32	Manutenção Preventiva Programada	Manutenção Detectiva	Limpeza	Realizar inspeção e limpeza	

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

2.2 DIAGRAMA DE DECISÕES DA MCC

Conforme Fogliatto e Ribeiro (2009), o diagrama de decisão, pode ser utilizado para auxiliar na definição da metodologia de manutenção adequada a cada item e seu respectivo modo de falha. Ainda segundo o mesmo autor, a metodologia da MCC prioriza atividades proativas. Assim, a primeira questão é verificar se é possível antecipar falhas, e em caso positivo, encaminha para atividades preditivas ou preventivas.

Em função da análise do modo de falha, conforme item 2.1, e realizando adaptações no diagrama de decisões, foi realizado um levantamento na planta com o objetivo de identificar os tipos de manutenção mais adequados ao equipamento. A Figura 5, apresenta o diagrama de decisão em que corroborou para identificar os tipos de manutenção mais adequados ao equipamento.

Figura 5 - Detalhe do diagrama de decisão



Fonte: Adaptado de Lafraia (2014).

Para melhor entendimento e significado, na Tabela 1, abaixo, foram inseridas as letras representativas das consequências de modo de falhas, representadas na Figura 5, acima. As letras representam a possibilidade de afetar a saúde das pessoas e/ou atingir ao meio ambiente.

Tabela 1- Detalhe das consequências de modo de falhas

CONSEQUÊNCIA	LETRA
Modo de falha atinge a saúde das pessoas	B
Modo de falha atinge o meio ambiente	C

Fonte: Adaptado de Lafraia (2014).

Dessa forma, após aplicar a ferramenta FMEA, foram estabelecidas ações de manutenção e prevenção de acordo com o tipo de tarefa a ser realizada pela manutenção, conforme as causas apresentadas em função das falhas. Assim sendo, através do diagrama de decisão, foram selecionados os tipos de manutenção abaixo, mais apropriado para eliminar ou reduzir as causas e efeitos, considerando o contexto operacional e as consequências das falhas.

- Manutenção preditiva
- Manutenção preventiva de restauração programada
- Manutenção preventiva de substituição programada
- Manutenção corretiva programada

Além dos tipos de manutenções sugeridas pelo diagrama de decisão, conforme Figura 5, e de acordo o conhecimento aprofundado pelos especialistas de manutenção verificou-se a necessidade de implementar a manutenção detectiva.

Em função das análises realizadas previamente, as tarefas de manutenção foram divididas em tarefas preventivas e preditivas, tarefas corretivas programadas e manutenção detectiva.

As tarefas preventivas são divididas em três categorias: manutenção preditiva, para definir o melhor momento de intervenção no ativo, através do acompanhamento de vibração e termografia; manutenção de restauração; e manutenção de substituição.

As manutenções corretivas, são ações que devem ser realizadas caso nenhuma tarefa preventiva seja considerada tecnicamente viável e que as ações devem ser realizadas para qualquer modo de falha. As tarefas, foram divididas em: manutenção detectiva com objetivo de detectar falhas ocultas de operação e manutenção; manutenção corretiva programada, ela se baseia na correção de uma falha ou do desempenho. Esse tipo de manutenção é programado com antecedência entre a equipe de operação e manutenção.

2.3 ETAPAS DO PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO

Um plano de manutenção pode ser criado com o auxílio de várias ferramentas, com objetivo de elevar a confiabilidade dos equipamentos, conforme Engeteles (2021). Nesse contexto, exigiu um cuidadoso planejamento e sequenciamento das etapas para a criação do plano de manutenção para eliminar as falhas diagnosticadas através da ferramenta FMEA.

Esta seção, apresenta o detalhamento em 5 etapas.

A primeira etapa, contempla o levantamento de dados e classificação de cada equipamento na área de utilidades. A finalidade foi registrar todos os equipamentos e possibilitar rápido acesso a qualquer informação necessária através do sistema de gerenciamento da manutenção da empresa.

A segunda etapa, foi o momento do tagueamento dos equipamentos na área de utilidades, que teve a finalidade de organizar e agilizar as manutenções, melhorar a assertividade de localização, permitir informações precisas no sistema de gerenciamento, além de acompanhar os custos e o histórico de falhas de cada equipamento.

Na terceira etapa, foram cadastrados os equipamentos da área de utilidades no sistema de gerenciamento da manutenção.

Na quarta etapa, realizou-se a implementação da manutenção preditiva para os equipamentos da área de utilidades com foco no decanter centrífugo.

Na quinta etapa, foi criada uma ordem de inspeção semanal programada no sistema de gerenciamento da manutenção. Através da ordem é possível ter o histórico dos equipamentos, acompanhar e observar a evolução das manutenções.

Antes da implementação da estratégia de manutenção, só havia manutenção corretiva não-programada no decanter centrífugo. Após a implementação da estratégia de manutenção, foi possível programar as manutenções preventivas, preditiva e corretiva.

2.4 ELABORAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO E CRIAÇÃO DAS ORDENS DE MANUTENÇÃO NO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO

De acordo com Viana (2012), os planos de manutenção são os conjuntos de informações necessárias para a orientação das atividades de manutenção preventiva.

Através da aplicação da ferramenta FMEA, foi possível criar o plano de manutenção baseado no tempo e na condição. Assim, o equipamento deve ser mantido em condições operacionais para atender a necessidade do processo. Outro ponto que merece destaque antes da implementação do plano de manutenção e aplicação da MCC, com suporte da ferramenta FMEA, é que não existia uma metodologia definida com foco na prevenção e na disponibilidade do equipamento.

A Figura 6 apresenta a criação da estrutura do cadastro, códigos no sistema e os planos de manutenção no sistema de gerenciamento da manutenção para área de utilidades. Essa estrutura foi utilizada também para a criação do plano de manutenção do decanter centrífugo, após a aplicação da metodologia MCC e da ferramenta FMEA.

Figura 6- Detalhe do cadastro dos equipamentos da área de utilidades no sistema SAP

▼	📄	BOT-BB01-UTLD-ETE1-ARP	SALA DE COMANDO	📄	☰
		▪	ARP-04001	AR-CONDICIONADO DA SALA PAINEL ELET ETE	
		▪	PNL-04001	PAINEL ELETRICO DA ETE	
▼	📄	BOT-BB01-UTLD-ETE1-CLAR	TANQUE CLARIFICADO	📄	☰
		▪	BOM04128	MOTOBOMBA CENTRIF TANQ CLARIFICADO 01	
		▪	BOM04129	MOTOBOMBA CENTRIF TANQ CLARIFICADO 02	
		▪	CHU04001	CHUVEIRO LAVA OLHOS DO TANQ CLARIFICADO	
		▪	MOT04071	MOTOR DO TANQUE CLARIFICADO 01	
		▪	MOT04072	MOTOR DO TANQUE CLARIFICADO 02	
		▪	PHM-04003	PHMETRO DO TANQUE CLARIFICADO 01	
		▪	PHM-04004	PHMETRO DO TANQUE CLARIFICADO 02	
▼	📄	BOT-BB01-UTLD-ETE1-COAG	TANQUE DE COAGULANTE	📄	☰
		▪	BOM04137	BOMBA DOSADORA COAGULANTE 01	
		▪	BOM04138	BOMBA DOSADORA COAGULANTE 02	
		▪	TNQ04078	TANQUE DE COAGULANTE	
▼	📄	BOT-BB01-UTLD-ETE1-CPAN	CIRCUITO POLIMERO ANIONICO	📄	☰
		▪	BDE04133	BOMBA DE FUSO DE CARGA ANIONICO 01	
		▪	BDE04134	BOMBA DE FUSO DE CARGA ANIONICO 02	
		▪	MOT04079	MOTOR DO CIRCUITO POLIMERO ANIONICO 01	
		▪	MOT04080	MOTOR DO CIRCUITO POLIMERO ANIONICO 02	
		▪	MRD04010	MOTOREDUTOR DO CIRC POLIMERO ANIONICO 01	
		▪	MRD04011	MOTOREDUTOR DO CIRC POLIMERO ANIONICO 02	
		▪	TNQ04070	TANQUE POLIMERO ANIONICO	
▼	📄	BOT-BB01-UTLD-ETE1-CPCA	CIRCUITO POLIMERO CATIONICO	📄	☰
		▪	BDE04131	BOMBA DE FUSO DE CARGA CATIONICO 01	
		▪	BDE04132	BOMBA DE FUSO DE CARGA CATIONICO 02	
		▪	MOT04077	MOTOR DO CIRCUITO POLIMERO CATIONICO 01	
		▪	MOT04078	MOTOR DO CIRCUITO POLIMERO CATIONICO 02	
		▪	MRD04008	MOTOREDUTOR DO CIRC POLIMER CATIONICO 01	
		▪	MRD04009	MOTOREDUTOR DO CIRC POLIMER CATIONICO 02	
		▪	TNQ04069	TANQUE POLIMERO CATIONICO	
▼	📄	BOT-BB01-UTLD-ETE1-DECN	DECANTER	📄	☰
		▪	DCT04001	DECANTER CENTRIFUGO	
		▪	MOT04075	MOTOR DECANTER	

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

3 CONCLUSÃO

Devido os altos índices de paradas inesperadas, pode-se concluir que o objetivo do estudo foi alcançado pois, ao criar os planos de manutenção para o decanter centrífugo, utilizando a metodologia MCC e a ferramenta FMEA, aumentou a disponibilidade, produtividade e a confiabilidade do equipamento.

O estudo permitiu solucionar uma grande lacuna nas manutenções do equipamento através da implementação dos planos de manutenção preventivas, preditivas e manutenção corretivas programadas no decanter centrífugo.

Outra grande contribuição desse estudo foi a redução da quantidade de horas de manutenção no decanter centrífugo o que permitiu um melhor acompanhamento dos equipamentos em outras áreas da fábrica.

Ao criar o plano de manutenção, diminuiu também as seguidas agressões ao meio ambiente através de vazamentos que ocorriam na área, mitigou paradas indesejáveis no equipamento, assim como reduziu os custos de manutenções.

Nesse contexto, o modelo de manutenção apresentado, teve por objetivo estabelecer um controle e uma periodicidade das manutenções bem como, preservar o bom funcionamento do equipamento. Assim como, na melhoria da qualidade dos serviços de manutenção. Portanto, os equipamentos e instalações estão em condições de funcionar, atendendo as exigências da programação e da área de planejamento.

Outra ação adotada, após o estudo, foi a implementação da ordem de manutenção corretiva programada de inspeção semanal no sistema de gerenciamento da manutenção, conforme ANEXO A. As ordens corretivas programadas têm no seu histórico, os serviços que serão analisados pelos líderes de manutenção e pelo núcleo de planejamento, com o objetivo de corrigir as ocorrências para que sejam tomadas as melhores ações de prevenção.

Em função dos resultados obtidos, conclui-se que a metodologia aplicada permitiu um gerenciamento eficaz das falhas que afetava a segurança, saúde e meio ambiente do sistema, adotando o modelo de manutenção preventivas eficiente, baseado no tempo. Outro ponto a ser destacado foi a criação da rota de inspeção semanal no equipamento, visto que ficou comprovada a eficácia das ações de melhorias implementadas na área de utilidades.

A solução apresentada, foi replicada para os demais equipamentos na fábrica com intuito de melhorar a qualidade e a confiabilidade dos equipamentos na unidade. Foram revisados os planos de manutenção existente e criados 62 planos de manutenção para outras áreas. Todos cadastrados no sistema de gerenciamento da manutenção.

Em resumo, um ponto importante que merece destaque no estudo, foi a importância do trabalho em equipe na qual, participaram do estudo: gerente, coordenador, engenheiro, supervisores e técnicos de manutenção. A união e a sinergia de todos nas etapas do trabalho, contribuíram de forma significativa para a obtenção dos resultados.

REFERÊNCIAS

BARAN, L. R.; KOVALESKI, J. L.; PIECHNICKI, A.; PIECHNICKI, F. **Desenvolvimento e análise de um modelo FMECA aplicado como ferramenta de confiabilidade na manutenção de sistemas industriais** I Congresso brasileiro de engenharia de produção, Ponta Grossa, Paraná, 2012.

DECANTER, **Produto** [2021], disponível em <https://gratt.com.br/produto/41/decanter>. Acesso em 15/05/2021.

ENGETELES, **Plano de Manutenção** [2021], disponível em <https://engeteles.com.br/plano-de-manutencao-preventiva>. Acesso em 07/10/2021.

FOGLIATTO, F. S. RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e manutenção industrial**. Rio de Janeiro. Elsevier. 2009.

GRATT, **Catálogo de Produtos Gratt**, [2021], disponível em <https://vdocuments.mx/catalogo-de-produtos-gratt.html>. Acesso em 16/05/2021.

LAFRAIA, João Ricardo Barusso. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. Qualitymark, 2014.

LINO, H.S. **Análise do indicador de eficiência global de equipamentos para elevação de restrições físicas em ambientes de manufatura enxuta**. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá. 2009.

MOUBRAY, John. **Manutenção Centrada em Confiabilidade**, 2 ed. Lutterworth, Inglaterra: Aladon Ltd, 2000.

KARDEC A. P.; NASCIF, J. A. X. **Manutenção: função estratégica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

SMITH, A.M. **Reliability-Centered Maintenance**. Ed. Mcgraw Hill Ltda. São Paulo, 1992.

SIQUEIRA, Iony Patriota de.; **Manutenção Centrada na Confiabilidade –Manual de Implementação**, 1 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

SOUZA, Fábio Januário de. **Otimização do pilar “manutenção planejada” da TPM através da utilização do RCM para nortear as estratégias de manutenção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

VIANA, Hebert Ricardo Garcia. **PCM, planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, 2012.

XENOS, H. G. P. **Gerenciando a manutenção produtiva**. 2. ed.- Nova Lima: Editora Falconi, 2014.

ANEXO A – ORDEM DE MANUTENÇÃO CORRETIVA PROGRAMADA DE INSPEÇÃO SEMANAL

Ordem de Manutenção

Local de Instalação: UTLD-ETE1 - ESTACAO DE TRATAMENTO EFLUENTES	
Equipamento: -	
Tipo de Manutenção: OMC1 - Ordem de Manutenção Corretiva	Data Programação: 23.11.2019
Centro de Trabalho: MECT_01 - MECÂNICA TERCEIRO	Hora Programação: 10:09:00
Tipo de Atividade: 105 - Corretiva Programada	Nota:
Área Operacional: UTL - Coordenação	Última Ordem:
Código do Plano:	Data Última Ordem:
Status de Usuário:	Condição Instalação:

Descrição da Ordem:
LUB- REALIZAR LUBRIFICACAO DOS MANCAIS

Serviços a Serem Executados(Operações):

0010	PM01 - ()OK ()NOK SEGUIR AS ORIENTAÇÕES DE SEGURANÇA ANTES DO INICIO DAS ATIVIDADES E VERIFICAR O FUNCIONAMENTO DOS COMPONENTES DE SEGURANÇA ANTES DA LIBERAÇÃO DO EQUIPAMENTO	Duração: 0 MIN	Periodicidade:
Previsto: 10:09:00 até 10:09:00			
0020	PM01 - ()OK ()NOK: REALIZAR LUBRIFICACAO NOS ROLAMENTOS DOS MANCAIS DO DECANter (AREA DA ETE).	Duração: 2,0 HRS	Periodicidade:
Previsto: 10:09:00 até 12:26:09			
0030	PM01 - ()OK ()NOK: REALIZAR 5S.	Duração: 0 MIN	Periodicidade:
Previsto: 12:26:09 até 12:26:09			

Componentes:

Operação	Código	Descrição Breve	Qtde.	Unid.	Reserva	Aprovador
----------	--------	-----------------	-------	-------	---------	-----------

Histórico da Ordem de Manutenção:
≡ EXCLUSÃO DOUUB A GRAXO