

Artigo

**Classificação de Criticidade de Equipamentos em uma Fábrica de Bebidas visando apoio ao
Planejamento de Manutenção**

Bárbara Nayane Oliveira de Sales^[1] e Prof. Dr. Rômulo Pierre Batista dos Reis^[2]

^[1] Universidade Federal Rural do Semiárido, Engenharia Mecânica; Bárbara Nayane Oliveira de Sales;
barbaranoos@hotmail.com

^[2] Universidade Federal Rural do Semiárido, Engenharia Mecânica; Prof. Dr. Rômulo Pierre Batista dos Reis;
romulopierre@ufersa.edu.br

Data da defesa: 15/06/2022;

Resumo: O setor que realiza o planejamento de manutenção de máquinas e equipamentos em uma unidade fabril a cada dia que passa ganha mais reconhecimento e importância, pois ele gera não somente retornos financeiros para a empresa, mas também proporciona uma maior segurança para operadores e assegura a funcionalidade dos equipamentos para o processo produtivo. Mas para que a equipe de manutenção consiga criar as estratégias de manutenção para os equipamentos é preciso primeiro realizar um trabalho dividido em várias etapas e mais conhecido como a determinação do nível de criticidade dos equipamentos. Este projeto visa ajudar o planejamento de manutenção de uma fábrica de bebidas, definindo a criticidade dos equipamentos que compõem o setor de clarificação da produção. Para realizar esse trabalho é preciso primeiro conhecer quais equipamentos compõem o setor e qual a sua importância para o processo de clarificação, desse modo é possível determinar a criticidade e também qual tipo de manutenção é a mais indicada para cada equipamento.

Palavras-chave: Criticidade de Equipamentos; Manutenção; Planejamento de Manutenção; Ultrafiltração.

1. INTRODUÇÃO

Uma indústria de bens de consumo consiste basicamente em ser um conjunto de atividades econômicas que têm como objetivo transformar matérias-primas e produtos semiacabados em bens de produção ou de consumo para os mais diversos tipos de mercados. No Brasil há inúmeras indústrias desta área, elas são tanto nacionais quanto estrangeiras e produzem os mais variados tipos de produtos, como bebidas, alimentos, roupas e tecnologias.

Essas fábricas tendem a ser subdivididas em vários setores de produção, como na de bebidas não alcoólicas, por exemplo, nela podemos encontrar o setor de extração do fruto, de clarificação, de concentração, de envase etc. e cada setor desse é constituído por inúmeros equipamentos, com funções diferentes operando ao mesmo tempo.

O setor de manutenção tem um papel importante para que essas indústrias tenham sucesso no mercado, pois ele está diretamente ligado ao processo produtivo bem como a qualidade do produto final, pois garante o funcionamento bom de máquinas e equipamentos. Entretanto a manutenção não atua apenas em máquinas e equipamentos que estão em operação; atua também na concepção de um projeto, pois a disposição de peças, a acessibilidade dos conjuntos pelos mecânicos e até mesmo o dimensionamento das peças dos componentes devem obedecer a critérios para facilitar as operações de manutenções futuras [1].

Em uma fábrica de bebidas o setor de clarificação é responsável pela homogeneidade da bebida, ou seja, essa é uma parte fundamental do processo de fabricação de sucos, pois produtos que apresentam aspecto turvo ou com resquícios de polpa que tendem a se acumular no fundo da embalagem não são bem vistos pelos consumidores. Desse modo é importante que os equipamentos deste setor operem de modo funcional.

É responsabilidade da gestão da manutenção selecionar qual o tipo de manutenção usar em cada equipamento, basicamente existem três tipos principais de manutenção e são eles:

1. A manutenção corretiva é efetuada após a ocorrência de uma pane, quando o componente é usado até a sua exaustão. Essa manutenção tem o objetivo de recolocar um item em condições de executar a função requerida [2];
2. A manutenção preventiva é realizada de forma planejada, em intervalos pré-determinados ou de acordo com critérios específicos, em equipamentos que não estejam em falha [2];
3. A manutenção preditiva aplica, de forma planejada e sistemática, técnicas de análise com o objetivo de reduzir ao mínimo as manutenções preventiva e corretiva [2].

Existem algumas ações que podem ser tomadas de modo preventivo para ajudar a prevenir a ocorrência das falhas, são elas as inspeções técnicas, lubrificações, manutenções de rotinas. Há também as técnicas de preditivas, que ocorre através do monitoramento, com o auxílio de um equipamento próprio, de um ou mais parâmetros, como a verificação do nível de vibração ou aquecimento, os responsáveis por essas medições é a equipe de manutenção.

É importante saber que quanto maior o número de componentes, subsistemas e sistemas de um equipamento e quanto maior o número de interações e interdependências entre eles, mais complexas podem tornar-se as atividades de manutenção [3].

A análise de criticidade tem como função principal determinar a importância de cada um dos componentes de um equipamento ou sistema, para que assim a manutenção tome as ações mais assertivas para cada componente. De modo que cumpra o seu objetivo de eliminar as falhas reais e potenciais.

Desse modo, o objetivo deste trabalho é definir qual manutenção mais indicada para ser usada em cada um dos componentes que compõem a unidade de clarificação de uma fábrica de bebidas, através da definição do nível de criticidade dos equipamentos desse setor.

2. DESENVOLVIMENTO

Uma empresa é composta por uma cadeia de ativos. Esses ativos têm a função de gerar retorno financeiro para empresa, transformando matéria prima em produto final ou servindo de suporte para que isso aconteça [4]. E para uma indústria de bebidas o processo de clarificação é fator determinante na qualidade do produto final que será vendido aos clientes.

Desse modo para criar uma matriz de criticidade é preciso primeiro entender o que é o processo de clarificação e quais são os equipamentos que o compõe. Na fábrica onde foi realizado esse estudo a clarificação ocorre em uma unidade de ultrafiltração como mostra a Figura 1.

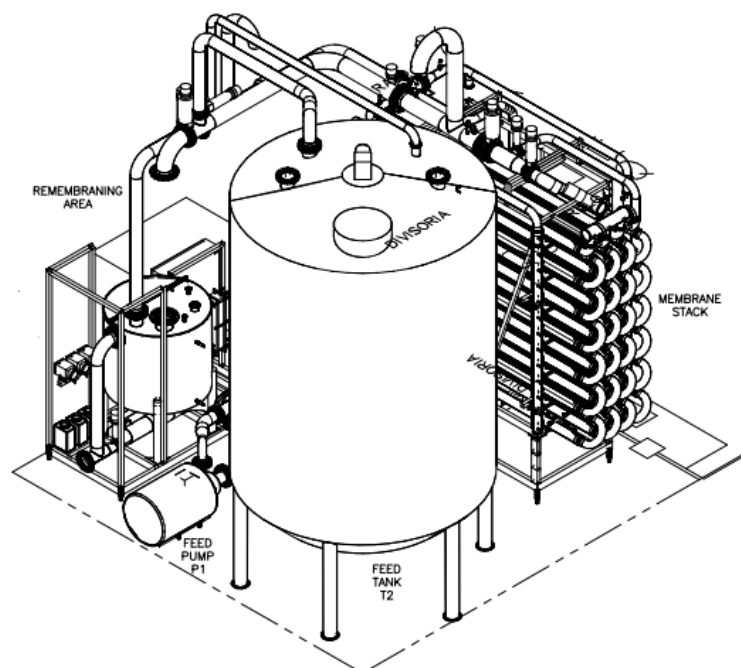


Figura 1. Esquema de uma Unidade de Ultra Filtração

Nesta unidade ocorre a filtração por membrana, uma técnica que utiliza de uma barreira física, a membrana porosa ou filtro, para separar as partículas, com base no seu tamanho e forma, do fluído. Este processo garante clarificação, dessalinização e purificação de uma série de bebidas, bem como é um excelente método para melhorar a segurança alimentar dos produtos.

Embora o processo seja teoricamente simples, esse equipamento precisa que todos os seus componentes apresentem desempenho de acordo com o requerido em projeto para que o processo ocorra.

Esta unidade apresenta um total de 7 bombas, 9 motores elétricos, 21 atuadores pneumáticos, 6 redutores e um painel elétrico composto por 2 inversores de frequência 1 CLP e 1 IHM, como mostrado na Tabela 1 abaixo.

Lista de componentes que compõe o sistema				
Bomba	Inversor de	Motor Elétrico 7	Atuador	Atuador
Centrifuga 1	Frequência 1		Pneumático 2	Pneumático 12
Bomba	Inversor de Frequência	Motor Elétrico 8	Atuador	Atuador
Centrifuga 2	2		Pneumático 3	Pneumático 13
Bomba	Controlador lógico	Motor Elétrico 9	Atuador	Atuador
Centrifuga 3	programável - CLP		Pneumático 4	Pneumático 14
Bomba	Interface homem	Redutor 1	Atuador	Atuador
Dosadora 1	máquina – IHM		Pneumático 5	Pneumático 15
Bomba	Motor Elétrico 1	Redutor 2	Atuador	Atuador
Dosadora 2			Pneumático 6	Pneumático 16
Bomba	Motor Elétrico 2	Redutor 3	Atuador	Atuador
Dosadora 3			Pneumático 7	Pneumático 17

Bomba Helicoidal	Motor Elétrico 3	Redutor 4	Atuador Pneumático 8	Atuador Pneumático 18
Tanque 1	Motor Elétrico 4	Redutor 5	Atuador Pneumático 9	Atuador Pneumático 19
Tanque 2	Motor Elétrico 5	Redutor 6	Atuador Pneumático 10	Atuador Pneumático 20
Tanque 3	Motor Elétrico 6	Atuador Pneumático 1	Atuador Pneumático 11	Atuador Pneumático 21

Tabela 1

Não há um modo exato de para determinar o nível de criticidade dos equipamentos, o que existe são estudos, estratégias e práticas que já vem sendo usadas por inúmeras empresas e reconhecidas por estudiosos que se dedicam ao tema. O método aqui usado será o de avaliação de risco de falha para cada um desses componentes listados anteriormente, de modo que será analisado qual o impacto que se gera no processo produtivo ou no produto final caso ocorra uma falha em algum deles. Para isso foram escolhidos 5 critérios, que podem variar de acordo com o local onde o estudo está sendo feito, mostrados a seguir:

1. Qualidade;
2. Meio ambiente;
3. Segurança;
4. Impacto na produção;
5. Backup.

Então caso ocorra a falha de algum equipamento ele deve ser avaliado de modo específico para cada critério e deve ser escolhido qual impacto que sua falha gera caso ocorra, como está exemplificado na tabela 2:

Item	A	B	C
Qualidade	Impacta na qualidade do produto final que chega ao cliente	Pode causar rejeição interna do produto e retrabalho	Não causa problemas na qualidade do produto
Meio Ambiente	Causa impacto ambiental	Pode causar impacto ambiental	Não causa impacto ambiental
Segurança	Provoca acidente grave	Pode provocar algum acidente	Não causa risco de acidente
Impacto na Produção	Interrompe o processo de produção	Interrompe a produção de forma parcial	Não interrompe o processo de produção.
Backup	Não há backup	Há backup, mas não instalado em paralelo	Possui um backup instalado em paralelo

Tabela 2

A análise é feita dando uma nota para cada item, caso o impacto seja nível A a nota a ser dada é 1, se for B é 2 e se for C é nota 3. Assim, deve-se multiplicar a nota de cada item e o valor final indica o nível de criticidade de cada item. Como mostra a tabela 3 abaixo.

0 a 55	A
56 a 161	B
162 a 243	C

Tabela 3

De posse do nível de criticidade de equipamento é possível definir qual tipo de manutenção é melhor para ele.

- Criticidade A: preditiva, preventiva baseada no tempo, preventiva baseada na condição e corretiva planejada;
- Criticidade B: preventiva baseada no tempo, preventiva baseada na condição e corretiva planejada;
- Criticidade C: preventiva baseada na condição e corretiva planejada.

Entretanto também deve-se levar em consideração que nem tudo pode ser crítico demais, ou seja, não são todos os equipamentos que devem receber criticidade A. O recomendado é encaixar os equipamentos nas devidas proporções, sendo A no máximo 20%, B entre 30 e 40% e C entre 40 e 50%, como mostrado na Figura 2 a seguir:

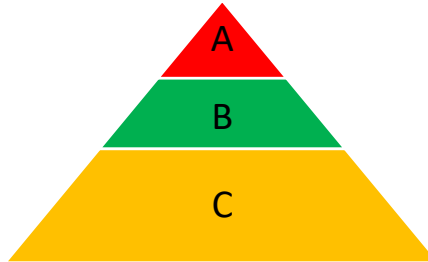


Figura 2. Proporção do nível de criticidade indicado

Se após a definição os resultados não se encontrarem dentro desses parâmetros e por exemplo o número de equipamentos com criticidade A supere os 20% é necessário tomar medidas para reduzir a quantidade de equipamentos com essa criticidade. Uma estratégia é traçar um plano de ação para encontrar e atacar o ponto que está ocasionando a elevação da criticidade, uma maneira de resolver esse problema pode ser com a instalação de um backup por exemplo.

Assim, temos uma manutenção que é centrada na confiabilidade, pois ela pode ser definida como um programa que reúne várias técnicas de engenharia para assegurar que os equipamentos de uma planta fabril continuarão realizando as funções especificadas. [5]

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A unidade fabril usada como base para esse projeto, não produz somente produtos para comércio nacional ela dedica-se a exportação de produtos que devem atender aos mais altos níveis de qualidade. Para que isso aconteça é necessário que a matéria prima passe por inúmeros processos até chegar ao produto acabado e pronto para consumo.

Primeiro o fruto chega na fábrica e segue diretamente a parte de extração, onde ocorre toda a limpeza, seleção e transformação do fruto em polpa, que passa para o processo de refino seguido da decantação, após isso ele chega à clarificação, que por meio da ultrafiltração, um equipamento que consiste em passar o produto por membranas até obter o resultado desejado, que é um produto limpo e livre de impurezas. Após isso ele segue pelos processos de concentração e entamboramento, daí ele pode ser envasado ou posto em uma câmara fria para ser envasado depois.

Como é possível observar o processo de ultrafiltração, dentre todos os outros, é um que possui fator determinante para a qualidade final do produto, sendo assim seus componentes precisam estar trabalhando de modo a conseguir o melhor desempenho possível sempre. E essa foi razão que para que ele tenha sido escolhido nesse projeto.

Não há uma norma ou regra definida que aborda como deve ser feita uma matriz de criticidade dos equipamentos, mas o que já existe são estudos e estratégias elaboradas por grandes empresas e aprovadas por estudiosos do assunto. É importante ressaltar que cada empresa realiza este estudo de acordo com suas necessidades e realidade. E que é função do PCM monitorar e avaliar as necessidades da planta para determinar quais índices serão medidos, pois um índice utilizado numa empresa pode não servir a outra [6].

Assim, a determinação da criticidade deste projeto foi feita baseada na avaliação de cinco cenários. Que consiste em simular os impactos causados por uma falha nos cenários, foram escolhidos os critérios que causariam mais prejuízos caso o equipamento falhasse, por exemplo, o critério de segurança, onde é imprescindível os operadores dos equipamentos trabalhem em um ambiente mais seguro possível sem riscos à sua vida; devemos sempre cuidar do nosso meio ambiente e por essa razão é preciso que não haja danos a ele caso algo aconteça; já os outros cenários foram escolhidos tendo como base o impacto para produção e

qualidade do produto final, pois uma empresa de bens de consumo precisa que seus produtos estejam todos dentro do mesmo padrão de qualidade sendo essa a importância que o equipamento tem para o processo já o cenário de backup do equipamento foi escolhido pois tempo é dinheiro e a compra de um componente novo pode durar de semanas até meses de espera, assim dependendo da importância do componente é necessário ter um backup instalado para que a produção não pare.

4. RESULTADOS

Uma tabela de criticidade foi criada, levando-se em consideração os impactos que cada critério (qualidade, meio ambiente, segurança etc.) gera caso ocorra a falha de cada equipamento, e o resultado está mostrado na Tabela 4 abaixo:

DEFINIÇÃO DA CRITICIDADE DOS EQUIPAMENTOS									
CLASSIFICAÇÃO ABC	A	34,00 %	QUALIDADE Q	AMBIENTE MA	SEGURANÇA S	IMPACTO NA PRODUÇÃO D	BACKUP BP	PONTUAÇÃO P	CRITICIDADE EQUIPAMENTOS
	B	28,00 %							
	C	38,00 %							
Localização	Componente								
			Q	MA	S	D	BP	P	
Ultra Filtração	Motor 1		2	3	3	1	1	18	A
Ultra Filtração	Bomba 1		3	3	3	2	2	108	B
Ultra Filtração	Motor 2		3	3	3	1	1	27	A
Ultra Filtração	Bomba 2		3	3	3	2	2	108	B
Ultra Filtração	Motor 3		3	3	3	3	1	81	B
Ultra Filtração	Bomba 3		3	3	3	3	2	162	C
Ultra Filtração	Motor 4		3	3	3	3	3	243	C
Ultra Filtração	Redutor 1		3	3	3	3	3	243	C
Ultra Filtração	Bomba 4		3	3	3	3	3	243	C
Ultra Filtração	Motor 5		3	3	3	3	3	243	C
Ultra Filtração	Redutor 2		3	3	3	3	3	243	C
Ultra Filtração	Bomba 5		3	3	3	3	3	243	C
Ultra Filtração	Motor 6		3	3	3	3	3	243	C
Ultra Filtração	Redutor 3		3	3	3	3	3	243	C
Ultra Filtração	Bomba 6		3	3	3	3	3	243	C
Ultra Filtração	Motor 7		3	3	3	3	2	162	C
Ultra Filtração	Redutor 4		3	3	3	3	2	162	C
Ultra Filtração	Bomba 7		3	3	3	3	2	162	C
Ultra Filtração	Tanque 1		3	3	3	3	1	81	B
Ultra Filtração	Motor 8		2	3	3	3	3	162	C
Ultra Filtração	Redutor 5		2	3	3	3	3	162	C
Ultra Filtração	Tanque 2		2	3	3	3	3	162	C
Ultra Filtração	Motor 9		2	3	3	3	3	162	C
Ultra Filtração	Redutor 6		2	3	3	3	3	162	C
Ultra Filtração	Tanque 3		2	3	3	3	3	162	C
Ultra Filtração	Inversor de Frequência 1		2	3	3	2	2	72	B

Ultra Filtração	Controlador lógico programável	3	3	3	2	2	108	B
Ultra Filtração	Inversor de Frequência 2	3	3	3	1	1	27	A
Ultra Filtração	Interface homem máquina	3	3	3	1	1	27	A
Ultra Filtração	Atuador Pneumático 1	3	3	3	1	2	54	A
Ultra Filtração	Atuador Pneumático 2	3	3	3	2	2	108	B
Ultra Filtração	Atuador Pneumático 3	3	3	3	1	2	54	A
Ultra Filtração	Atuador Pneumático 4	3	3	3	1	2	54	A
Ultra Filtração	Atuador Pneumático 5	3	3	3	2	2	108	B
Ultra Filtração	Atuador Pneumático 6	3	3	3	1	2	54	A
Ultra Filtração	Atuador Pneumático 7	3	3	3	2	2	108	B
Ultra Filtração	Atuador Pneumático 8	3	3	3	1	2	54	A
Ultra Filtração	Atuador Pneumático 9	3	3	3	2	2	108	B
Ultra Filtração	Atuador Pneumático 10	3	3	3	2	2	108	B
Ultra Filtração	Atuador Pneumático 11	3	3	3	2	2	108	B
Ultra Filtração	Atuador Pneumático 12	3	3	3	1	2	54	A
Ultra Filtração	Atuador Pneumático 13	3	3	3	1	2	54	A
Ultra Filtração	Atuador Pneumático 14	3	3	3	1	2	54	A
Ultra Filtração	Atuador Pneumático 15	3	3	3	1	2	54	A
Ultra Filtração	Atuador Pneumático 16	3	3	3	1	2	54	A
Ultra Filtração	Atuador Pneumático 17	3	3	3	2	2	108	B
Ultra Filtração	Atuador Pneumático 18	3	3	3	1	2	54	A
Ultra Filtração	Atuador Pneumático 19	3	3	3	1	2	54	A
Ultra Filtração	Atuador Pneumático 20	3	3	3	1	2	54	A
Ultra Filtração	Atuador Pneumático 21	3	3	3	2	2	108	B

Tabela 4. Definição da Criticidade

É possível perceber que porcentagem de equipamentos críticos não está de acordo com a citada anteriormente, mas isso se deve ao fato de ter sido escolhido para este projeto apenas os equipamentos de um setor de uma fábrica e não todos os equipamentos existentes nela. Por isso e também por esse setor ser um que gera impacto direto no produto final que vai para o cliente, é aceitável e até lógico que a maioria dos equipamentos apresente nível de importância elevado.

Para esses equipamentos que apresentam nível de criticidade A, é imprescindível que o setor de manutenção dê uma atenção especial, criando planos de manutenção preditiva, como por exemplo, com rotas para realizar a medição do nível de vibração e temperatura deles e uma rota de lubrificação.

Para os equipamentos que tiveram nível de criticidade B vale a manutenção preventiva baseada no tempo e na condição com as rotas de inspeção visual, que geram corretivas programadas, já para os equipamentos de nível C podem ser feitas apenas preventivas baseadas na condição e corretivas.

5. CONCLUSÃO

Uma manutenção centrada na confiabilidade mostra a cada dia que passa a sua importância para as empresas industriais que precisam se manter competitivas no mercado. Para isso elas precisam evitar ao máximo todos os tipos de perdas e a falha imprevista de um equipamento é causa de uma grande perda financeira para a empresa, pois não se trata apenas do componente, mas sim de uma produção que pode parar devido a essa falha, ou até mesmo do fruto que fica aguardando entrar no processo e acaba apodrecendo.

Este projeto mostrou a importância e também como elaborar uma matriz de criticidade e determinar quais componentes possuem mais importância para um equipamento e as diversas formas de realizar inspeções e manutenção neles de acordo com seu nível de criticidade. E com isso gerar uma estratégia de manutenção que garantirá a disponibilidade e preservação dos ativos com o menor custo possível.

No entanto é necessário que o estudo não pare apenas em um equipamento, é recomendado que o estudo continue e abranja todos os setores da fábrica. Para que a manutenção tenha domínio de todos os componentes e possa gerar o plano de manutenção com o melhor custo benefício.

6. REFERÊNCIAS

- [1] ALMEIDA, Paulo Samuel de. Manutenção Mecânica Industrial: Conceitos Básicos e Tecnologia Aplicada. 1. ed. São Paulo: Érica, 2014.
- [2] FONSECA PARREIRA GREGÓRIO, Gabriela. Manutenção Industrial. 1. ed. São Paulo: Sagah Educação S.A, 2018. 182 p.
- [3] FONSECA PARREIRA GREGÓRIO, Gabriela. Engenharia de Manutenção Industrial. 1. ed. São Paulo: Sagah Educação S.A, 2018. 196 p.
- [4] TELES, Jhonata. Planejamento e Controle da Manutenção: Uma metodologia passo a passo para implantação do PCM. 2. Ed. Brasília: Engeteles, 2019.
- [5] SANSON FOGLIATO, Flávio. Confiabilidade e Manutenção Industrial. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2009. 259 p
- [6] Viana, Herbert, 1973. PCM – Planejamento e Controle da Manutenção, Volume 1 / Herbert Viana - 1ª edição: Qualitymark Editora Ltda, 2002.