



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

EFEITOS DA IMPLANTAÇÃO DE MANUTENÇÕES
PREVENTIVAS NA PRODUTIVIDADE
- INDÚSTRIAS BECKER

ARTHUR OLIVEIRA GERMANO
NATAL- RN, 2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

EFEITOS DA IMPLANTAÇÃO DE MANUTENÇÕES
PREVENTIVAS NA PRODUTIVIDADE –
INDÚSTRIAS BECKER

ARTHUR OLIVEIRA GERMANO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Mecânico, orientado pelo Prof. Ms. Igor Lopes de Andrade.

NATAL - RN

2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

EFEITOS DA IMPLANTAÇÃO DE MANUTENÇÕES
PREVENTIVAS NA PRODUTIVIDADE –
INDÚSTRIAS BECKER

ARTHUR OLIVEIRA GERMANO

Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso

Prof. Ms. Igor Lopes de Andrade _____

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Orientador

Prof. Dr. Evans Paiva da Costa Ferreira _____

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Avaliador Interno

Prof. Dr^a. Juliana Ricardo de Souza _____

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Avaliador Interno

NATAL, 01 de junho de 2018.

Agradecimentos

Esse trabalho não poderia ser concluído sem a ajuda de diversas pessoas as quais presto minha homenagem:

Acima de tudo, à Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades e alcançar meus objetivos.

Agradeço a minha mãe Teresa, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Ao meu pai Waldenilson, por sempre me apoiar e me incentivar nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

À toda a minha família, principalmente meus avós Teresinha e Canindé, que correspondem a minha fortaleza.

À Mariane por ser minha companheira, dedicando seu tempo a me apoiar e estar ao meu lado sempre que necessitei. Sua presença foi de suma importância.

À todos os mestres que participaram da minha jornada acadêmica, em especial ao meu orientador, Igor Lopes, pelo acompanhamento deste trabalho, compartilhando seu conhecimento e dedicando seu tempo para sua execução.

Às Indústrias Becker por proporcionar todas as ferramentas e dados necessários para a realização deste trabalho. Aos amigos que conquistei na Becker, pelo apoio e contribuição neste trabalho, em especial Franceydson Silva, Patrick Herbert, Diego Cunha, Flávio Silva e Botelho. Aos mecânicos Felipe Silva, Ytabira Isaac e Jailson que foram responsáveis pela manutenção da máquina deste estudo. Sem eles nada disso seria possível.

Germano, A. O. **Efeitos da implantação de manutenções preventivas na produtividade - Indústrias Becker**. 2018. 59 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2018.

Resumo

Diante do desenvolvimento tecnológico, as empresas buscam medidas e estratégias para se manterem no mercado. O surgimento de máquinas cada vez mais rápidas, mais complexas e mais leves, levam a adoção de políticas, que buscam sempre um aumento na produtividade e redução nos custos da produção de um determinado produto. O papel da atividade de manutenção industrial na busca desses objetivos é um fator relevante no sucesso empresarial. A manutenção preventiva é uma delas, voltada para evitar que a falha ocorra através de manutenções em intervalos de tempo pré-definidos. Sendo assim, ela visa eliminar ou reduzir ao máximo o número de falhas por manutenção através da limpeza, lubrificação, substituição de peças e verificação das instalações dos equipamentos, que sofrem esse tipo de intervenção a partir de um planejamento prévio das ações tomadas. Este trabalho, visa analisar os efeitos que a implantação da manutenção preventiva causa sobre a produtividade de uma envasadora gravimétrica automática B108 presente nas Indústrias Becker, com base nos índices de confiabilidade, disponibilidade e taxa de falhas. Com relação a metodologia, a pesquisa se caracteriza como descritiva e quantitativa e com estratégia de estudo de caso, onde foi utilizado como instrumento um banco de dados para coleta de informações e cálculo de indicadores de desempenho da manutenção por meio de planilhas eletrônicas. Os resultados mostraram que o efeito da manutenção preventiva sobre a produtividade da máquina foi bom, pois houve um aumento de mais de 50% na produção. Quanto aos indicadores apresentaram uma melhora ao longo do tempo, a disponibilidade apresentou médias acima de 95% em todos os meses, enquanto a taxa de falha houve uma redução de 75,06% e aumento na confiabilidade de 46,72%, indicando desta forma uma melhoria do cenário da máquina quanto ao histórico de falhas.

Palavras-Chave: Manutenção preventiva, Disponibilidade, Confiabilidade

GERMANO, A. O. **Effects of preventive maintenance on productivity – Becker Industries**. 2017. 59 p. Conclusion work project (Graduate in Mechanical Engineering) - Federal University of Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2018.

Abstract

Faced with technological development, companies seek measures and strategies to stay in the market. The emergence of increasingly faster, more complex and lighter machines leads to policy adoption, which always seeks to increase productivity and reduce the costs of producing a given product. The role of industrial maintenance activity in the pursuit of these objectives is a relevant factor in business success. Preventive maintenance is one of them, aimed at preventing the fault from occurring through maintenance at predefined time intervals. Thus, it aims to eliminate or reduce to the maximum the number of maintenance failures through cleaning, lubrication, replacement of parts and verification of equipment installations, which undergo this type of intervention from a previous planning of the actions taken. This work aims to analyze the effects that the implementation of preventive maintenance causes on the productivity of a B108 automatic gravimetric filling machine present in the Becker Industries, based on reliability, availability and failure rate indices. Regarding the methodology, the research is characterized as descriptive and quantitative and with a case study strategy, where a database was used as a tool to collect information and to calculate maintenance performance indicators through electronic spreadsheets. The results showed that the effect of preventive maintenance on machine productivity was good, since there was an increase of more than 50% in production. As for the indicators showed an improvement over time, the availability presented means above 95% in all months, while the failure rate was a reduction of 75.06% and an increase in the reliability of 46.72%, indicating in this way improvement of the machine scenario for the failure history.

Keywords: Preventive maintenance, Availability, Reliability

Lista de Ilustrações

Figura 1 – Custo da manutenção no Brasil _____	7
Figura 2 – Indicadores de disponibilidade _____	8
Figura 3 – Organograma dos tipos de manutenção _____	8
Figura 4 – Curva da banheira _____	15
Figura 5 – Modelos de curva da banheira usados na manutenção centrada em confiabilidade _____	17
Figura 6 – Envasadora gravimétrica linear automática B108 _____	24
Figura 7 – Visão Interna da envasadora gravimétrica linear _____	25
Figura 8 – Bicos de envase da envasadora gravimétrica linear _____	25
Figura 9 – Adaptação com divisores para envase de frascos de 5.000ml _____	26
Figura 10 – Fábrica matriz das Indústrias Becker: São Jose do Mipibu/RN _____	28
Figura 11 – Vista aérea de toda a fábrica das Indústrias Becker _____	28
Figura 12 – Tagueamento estruturado da produção 2 _____	29
Figura 13 – Banco de dados utilizado _____	30
Figura 14 – Indicadores de desempenho da manutenção _____	31
Figura 15 – Horas trabalhadas por turno _____	32
Figura 16 – Quantidade de horas trabalhadas por dia _____	32
Figura 17 – Total de horas trabalhadas no mês _____	32
Figura 18 – Horas trabalhadas por turno _____	33
Figura 19 – Número de paradas e total de horas paradas _____	33
Figura 20 – Índices de desempenho da manutenção _____	34
Figura 21 – Índice de disponibilidade da envasadora _____	36

Figura 22 – Taxa de falha da envasadora_____	36
Figura 23 – Índice de confiabilidade da envasadora_____	37
Figura 24 – Disponibilidade no período de novembro 2016 a dezembro 2017_____	38
Figura 25 – Taxa de falha no período de novembro 2016 a dezembro 2017_____	38
Figura 26 – Confiabilidade no período de novembro 2016 a dezembro 2017_____	39
Figura 27 – Tempo médio de reparo durante os anos de 2016 e 2017_____	40
Figura 28 –Tempo médio entre falhas durante os anos de 2016 e 2017_____	41

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Políticas de manutenção.....	3
Tabela 2 – Evolução da manutenção industrial.....	5
Tabela 3 –Ações para os tipos de manutenção.....	9
Tabela 4 – Especificações da máquina.....	24
Tabela 5 – Produtividade da envasadora para amaciante.....	26
Tabela 6 – Produtividade da envasadora para demais fluidos.....	27
Tabela 7 –Produtividade da envadadora nos meses de novembro e dezembro.....	35
Tabela 8 – Produtividade da envasadora antes e após o plano preventivo.....	39

Sumário

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iii
Lista de Ilustrações	iv
Lista de Tabelas	vi
Sumário	vii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS	2
1.1.1 Objetivo geral	2
1.1.2 Objetivo Específico	2
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 DEFINIÇÕES	3
2.2 HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO	4
2.3 CUSTO DE MANUTENÇÃO	6
2.4 TIPOS DE MANUTENÇÃO	8
2.4.1 Manutenção Corretiva	9
2.4.2 Manutenção Preventiva	11
2.4.3 Manutenção Preditiva	12
2.5 CONCEITOS APLICADOS	12
2.5.1 Tagueamento	12
2.5.2 Banco de dados	13
2.5.3 Ordem de Serviço (O.S)	13
2.5.4 Falhas	14
2.5.4.1 Taxa de Falhas (λ)	15
2.5.4.2 Curvas de Falhas	15
2.6 ÍNDICES DA MANUTENÇÃO	18

2.6.1 MTBF.....	19
2.6.2 MTTR	20
2.6.3 MTTF.....	20
2.6.4 Disponibilidade Física (DF).....	21
2.6.5 Confiabilidade.....	22
3 METODOLOGIA.....	23
3.1 CARACTERÍSTICAS DA MÁQUINA ANALISADA	23
3.1.1 Envasadora Gravimétrica Linear Automática.....	23
3.1.2 Produtividade da Envasadora.....	26
4 ESTUDO DE CASO	27
4.1 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1 SITUAÇÃO DA MÁQUINA	29
5.2 PLANILHAS ELETRÔNICAS USADAS NA MANUTENÇÃO.....	29
5.3 CÁLCULO DE HORAS PRODUZIDAS	31
5.4 DISPONIBILIDADE DA MÁQUINA ANTES DA PREVENTIVA.....	33
5.5 DISPONIBILIDADE DA MÁQUINA APÓS A PREVENTIVA	35
6 CONCLUSÕES	42
7 REFERÊNCIAS	44
8 ANEXOS	48
ANEXO A – Dados do ano de 2017	48

1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento tecnológico, as máquinas foram se tornando cada vez mais rápidas, mais complexas e mais leves. A partir disso, houve necessidade de matéria prima com padrão de qualidade mais elevado, operadores melhores preparados, tornando assim, tais máquinas cada vez mais dependentes de uma manutenção eficiente e adequada (NEPOMUCENO, 1989).

Para que ocorra o suporte a estratégia de produção, a manutenção apresenta-se como fator relevante na busca da competitividade e do sucesso empresarial, uma vez que, segundo Pinto (1999, p.5) “a procura por novas ferramentas e técnicas de gestão dos seus ativos, que direcionem as empresas para uma maior competitividade nos quesitos de qualidade e produtividade, é o que as mantém num ciclo permanente de evolução”.

Nesse sentido, a manutenção industrial tem um importante papel na produtividade, embora seja lembrada somente quando ocorrem quebras ou falhas dos maquinários ou instalações, mais especificamente, quando uma máquina e/ou equipamento interrompe o processo produtivo (MOBLEY, 2014).

Partindo deste contexto, é preciso que a atividade de manutenção se integre de maneira eficaz ao processo produtivo, contribuindo para que a empresa caminhe rumo a excelência empresarial. Em outras palavras, a disponibilidade de máquina, o aumento da competitividade, aumento da lucratividade, satisfação do cliente, produtos com defeito zero, alta manutenibilidade, segurança do pessoal e ambiente, estão diretamente relacionadas com a qualidade da manutenção empregada (REZENDE, 2008).

Sendo assim: a atividade de manutenção precisa deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas, principalmente, é preciso manter a função do equipamento disponível para a operação, evitar a falha do equipamento e reduzir os riscos de uma parada de produção não planejada (KARDEC & NASCIF, 2009, p. 11).

Diante disso, o presente estudo analisa os efeitos que a implantação de manutenções preventivas causa sobre o aumento da produtividade em uma envasadora gravimétrica automática B108 das Indústrias Becker.

Essa pesquisa está estruturada em seis capítulos. Inicialmente é apresentado a parte introdutória, correspondendo as considerações iniciais do trabalho, com a

exposição da temática, contextualização e problemática da pesquisa, objetivos e justificativa do estudo. O segundo capítulo, corresponde a revisão da literatura acerca do tema. No terceiro capítulo, expõe-se a metodologia utilizada para alcançar os objetivos do trabalho, Em seguida, a caracterização da organização. Seguindo, tem-se análises e discussão dos resultados. Por fim, têm-se as considerações finais do trabalho, trazendo a importância da temática e as contribuições que o trabalho pode oferecer para as Indústrias Becker.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a implantação da manutenção preventiva no aumento da produtividade em uma envasadora gravimétrica automática B108 utilizada para envase de frascos, baseando-se nos índices de disponibilidade, confiabilidade e taxa de falhas e por fim, um comparativo entre os cenários: anterior e posterior a preventiva.

1.1.2 Objetivo Específico

Para atingir o objetivo geral, apresentam-se os seguintes objetivos específicos:

- Examinar a situação anterior a implantação da manutenção preventiva na envasadora em estudo;
- Calcular os índices de disponibilidade, confiabilidade e taxas de falhas, antes e após a preventiva;
- Comparar dois cenários, antes e após a preventiva, apresentando a produtividade da máquina.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo se propõe a desenvolver a estrutura teórica, fundamentada em uma revisão da literatura, baseada nas diversas publicações pertinentes a manutenção. Nele estão descritos, a conceituação e teoria da manutenção industrial, aspectos conceituais do estudo de caso e os índices da manutenção, objetivando dar consistência à construção do conhecimento e embasamento do presente estudo.

2.1 DEFINIÇÕES

De acordo com a NBR 5462/1994 (Confiabilidade e Mantenabilidade) manutenção é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.

Para Bertsche (2008), manutenção consiste de métodos para determinação e avaliação da situação atual, bem como para a preservação e o restabelecimento da condição nominal das instalações, máquinas e componentes. Já Waeyenbergh (2005), relata que a manutenção é a responsável em garantir a funcionalidade, conservação e controle da vida útil de todos os equipamentos e instalações.

Para desempenhar as suas funções, a manutenção utiliza-se de uma série de estratégias e ferramentas que podem ser resumidos nas políticas de manutenção. Essas políticas consistem de um conjunto de regras, técnicas e conceitos que são abordados para operacionalizar a manutenção de forma a atender os principais interesses da indústria.

A Tabela ,1 mostra as principais políticas de manutenção e as ações que devem ser tomadas em cada uma delas.

Tabela 1 – Políticas de manutenção

Políticas de Manutenção		
Grupo	Base da Política de Manutenção	Ação da Manutenção
Manutenção Corretiva	Manutenção Baseada na Falha	Reparar
Manutenção Preventiva	Manutenção Baseada no Uso	Inspeccionar
	Manutenção Baseada no Tempo	Reparar
	Manutenção Baseada no Projeto	Substituir
Manutenção Preditiva	Manutenção Baseada na Detecção	Inspeccionar
	Manutenção Baseada na Condição	Inspeccionar

Fonte: Adaptado de Waeyenbergh (2005)

Lafrai (2001, p.173) afirma que a manutenção preventiva afeta diretamente a confiabilidade de um equipamento, fazendo com que a taxa de falhas diminua ao longo das horas de operação. Desta forma, para aumentar a produtividade em termos anuais de uma indústria, busca-se que um equipamento seja mantido em operação e alcance a uma taxa de utilização sob demanda de 100% para uso imediato.

No entanto, de acordo com Fuentes (2006), no Brasil tem-se um parque industrial envelhecido (vida média 15 - 25 anos) cuja indisponibilidade de 12% a 15% é, em média, o dobro da operada nas empresas das nações economicamente desenvolvidas. Deste modo, deve ser dada prioridade ao aumento da disponibilidade e confiabilidade das máquinas, já que estes indicadores estão diretamente ligados ao faturamento de uma indústria (GRUPPI, 2006).

Com o objetivo de prever as possíveis falhas e garantir a disponibilidade dos processos, planos de manutenções preventivas são empregados nos equipamentos. Esses planos são fundamentados no tempo, a partir de histórico de falhas, recomendações dos fabricantes, inspeções de campo e projetos de melhorias com o objetivo de eliminar a causa-raiz (CORRÊA, 2012).

Em vista do exposto, Xenos (1998, p.24) e Contador (1998, p.405), destacam que trabalhando com a modalidade de manutenção preventiva, o período de tempo para execução de intervenções é programado por antecipação, ou seja, as intervenções não implicam interrupção inesperada da produção.

Assim sendo, essa modalidade de manutenção, vem sendo implantada a mais de uma década nas indústrias brasileiras, buscando melhores índices de manutenção das máquinas nas plantas produtivas. Por conseguinte, garantindo a qualidade planejada dos produtos e evitando quebras e/ou paradas da produção.

2.2 HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO

A manutenção está presente na história humana há eras, desde o momento em que começamos a manusear instrumentos de produção. Segundo Pascoli (1994 apud Silva, 2004), os primeiros registros de manutenção datam do século X, quando os *Vikings* dependiam fortemente da manutenção para manter seus navios em perfeitas condições para as batalhas. Já Arcuri Filho (2005) afirma que as primeiras referências à palavra manutenção datam do século XII, mostrando que a história da função acompanha o próprio desenvolvimento tecnológico-industrial da humanidade.

No entanto, foi apenas com a Revolução Industrial do século XVIII, aliada a um grande avanço tecnológico, que a função manutenção emergiu na indústria, como forma de garantir a continuidade do trabalho. Tavares (2000) assegura que em 1914 a manutenção era executada pelo próprio pessoal da operação, tendo uma importância secundária. Neste caso, o próprio operador da máquina era responsável pela sua manutenção, sendo treinado para realizar reparos (WYREBSK, 2007).

Esse cenário, com manutenção e produção realizadas pelo próprio operador, predominou até a I Guerra Mundial, onde as linhas de montagem introduzidas por Henry Ford iniciaram a demanda por sistemas de manutenção mais ágeis e eficazes, predominantemente direcionados para o que hoje se denomina manutenção corretiva (FILHO, 2011).

De modo que, os desenvolvimentos da manutenção acompanharam o desenvolvimento Industrial ao longo dos últimos 100 anos de história. Segundo Kardec e Nascif (2009), nos últimos 30 anos a manutenção tem passado por mais mudanças do que qualquer outra atividade, podendo essa evolução ser dividida a partir de 1930, em quatro gerações.

A Tabela 2 evidencia a evolução da manutenção industrial e descreve características referentes a cada uma das gerações.

Tabela 2 - Evolução da manutenção industrial

EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO	EXPECTATIVAS QUANTO AO DESEMPENHO DA FUNÇÃO	POLÍTICAS E FILOSOFIAS PREDOMINANTES	TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS
1º GERAÇÃO (até 1940-1950)	Reparo após avaria Estabilidade da capacidade de produção	Corretiva	Substituição de Itens Reparos de emergência Isolamento da falha
2º GERAÇÃO (até 1950-1980)	Maior Disponibilidade e produtividade dos ativos físicos Maior vida útil dos equipamentos e componentes Menores custos	Preventiva	Troca sistematizada de componentes Revisões gerais programadas Sistemas de Planejamento e controle
3º GERAÇÃO (até 1980-2000)	Maior Disponibilidade e confiabilidade dos ativos físicos Maior vida útil dos equipamentos e componentes Maior segurança operacional Maior produtividade, competitividade e lucratividade.	Preditiva TPM MCC (RCM)	Monitoramento de condições e parâmetros operacionais Inclusão da confiabilidade e manutenibilidade nos projetos Análise de riscos, modos de falhas, causas e efeitos.

4º GERAÇÃO (2000-...)	Alinhamento com os objetivos estratégicos corporativos Inserção nos sistemas integrados de gestão Eng. De Manutenção e melhoria da manutenibilidade	Pró-Ativa Asset Management (Gestão de Ativos Físicos)	Redes neurais Sistemas especialistas Interfaces "wireless" e "blue tooth" Multidisciplinaridade Multiespecialização
--------------------------	--	---	--

Fonte: Adaptado de MOUBRAY (2000)

2.3 CUSTO DE MANUTENÇÃO

O custo de manutenção é uma variável de grande importância na definição de uma periodicidade de manutenção. É a base para qualquer organização industrial cujo lucro é fundamental para a continuidade do negócio.

Para Fouladirad (2014), os custos de manutenção preventiva podem ser otimizados, a partir do controle do nível de degradação dos componentes, por meio da taxa de falha e conseqüentemente o ajuste da periodicidade das inspeções. Loganathan (2005) afirma que a indústria do mundo todo gasta uma grande quantidade de dinheiro em manutenção das instalações.

De acordo com Kirby (2002) nos Estados Unidos, há trinta anos, os custos de manutenção variavam em torno de 0,4% a 0,8% das vendas, e em 2001 este nível atingiu de 9% a 15% das vendas e de 8% a 12% dos custos dos itens produzidos.

A vista disso, existem dois indicadores que são comumente utilizados para analisar o custo da manutenção em nível empresarial KARDEC & NASCIF (2009). Sendo esses:

- Custo de manutenção em relação ao faturamento bruto da empresa (%);
- Custo da manutenção em relação ao patrimônio (ou valor estimado dos ativos (%));

O Congresso Brasileiro de Manutenção e Gestão de Ativos (2013), apresenta por meio do documento nacional, o custo de manutenção da indústria brasileira, que possui como média, 4,69 % do PIB para o ano da pesquisa, conforme apresenta a figura 1.

Figura 1 – Custo da manutenção no Brasil

CUSTO DA MANUTENÇÃO NO BRASIL				
Ano da Pesquisa	Ano Base	PIB (Milhões de R\$)	CTM/FB (%)	Custo (Milhões de R\$)
2013	2012	4.403.000	4,69	206.500,700
2011	2010	3.675.000	3,95	145.162,500
2009	2008	2.900.000	4,14	120.060,000
2007	2006	2.322.000	3,89	90.325,800
2005	2004	1.769.202	4,10	72.537,282
2003	2002	1.346.028	4,27	57.475,396
2001	2000	1.101.255	4,47	49.226,099
1999	1998	914.188	3,56	32.545,093
1997	1996	778.887	4,39	34.193,139
1995	1994	349.205	4,26	14.876,133

Fonte: Documento Nacional Abramam (2013)

Observa-se que entre os anos de 1995 até 2011 houve uma discreta tendência de redução, e a média está em 4,04%. Porém, a partir de 2011 devido a decisões governamentais que visavam apenas acelerar o crescimento do país, como protecionismo e estímulo do consumo, tiveram como resultado o início de uma crise político-econômica, gerando uma estagnação da economia, aumento de inflação e sumiço de investimento.

Diante desse cenário, houve um aumento significativo no percentual do custo da manutenção nas indústrias brasileiras, fazendo com que os dados começassem a subir muito.

Ainda dentro do contexto industrial, o custo de manutenção chega a representar, em média, 20% dos custos fixos dos produtos, consistindo em um fator decisivo na viabilidade operacional de um equipamento ou processo.

No Brasil, o indicador de disponibilidade, que conforme a NBR 5462 (1994), “consiste na capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo”, dos últimos 10 anos, das plantas em atividade, vem apresentando uma certa variação. A Figura 2 evidencia esse fato ABRAMAN (2013).

Figura 2 – Indicadores de disponibilidade

Indicadores de Disponibilidade (%)									
Tipo	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013
Disponibilidade Operacional	85,82	89,30	91,36	89,48	88,20	90,82	90,27	91,30	89,29
Indisponibilidade devido a Manutenção	4,74	5,63	5,15	5,82	5,80	5,30	5,43	5,44	6,15

Fonte: Documento Nacional Abramam (2013)

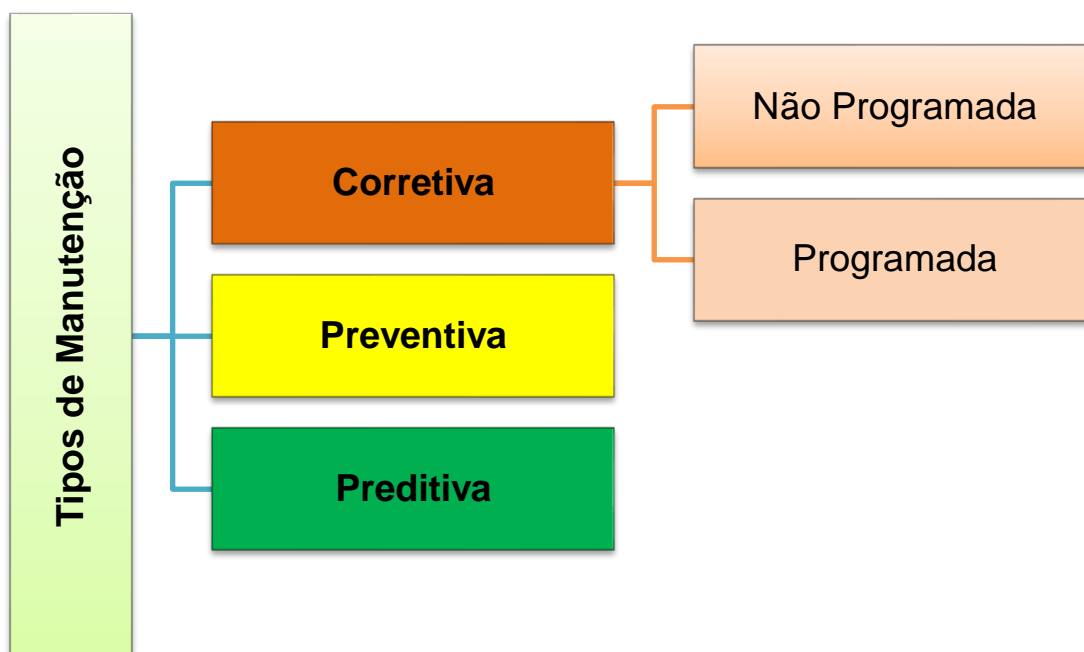
Constata-se pela Figura 2 que a média de disponibilidade operacional entre os anos de 1997 até 2013 é de 89,54%, enquanto a indisponibilidade devido a manutenção consiste de 5,49%. Com esses índices, nota-se que ainda é possível uma grande melhoria na gestão e planejamento da manutenção na indústria brasileira, com a finalidade da busca de uma maior excelência.

2.4 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Os tipos de manutenção existentes são caracterizados pela maneira como é feita a intervenção nos equipamentos, sistemas ou instalações. Existe um gama bem grande de denominações para se classificar os tipos de manutenção. Conseqüentemente, essa variedade provoca certa confusão na caracterização dos tipos de manutenção KARDEC & NASCIF (2009).

No presente trabalho, serão abordadas apenas quatro práticas básicas de manutenção, consideradas como principais por diversos autores. O organograma da figura 3, ilustra quais são essas.

Figura 3 – Organograma dos tipos de manutenção



Fonte – Elaborado pelo Autor

Antes das definições, características, vantagens e desvantagens de cada tipo de manutenção, representada nos próximos tópicos deste trabalho, tem-se a tabela 3. Esta tabela apresenta de forma objetiva e sucinta, a caracterização das ações tomadas nos diferentes tipos de manutenção pelo pessoal responsável em uma planta industrial.

Tabela 3 – Ações para os tipos de manutenção

Manutenção	Ação
Corretiva não programada	Após a ocorrência, sem planejamento
Corretiva planejada	Planejada, função de inspeção ou acompanhamentos preditivos
Preventiva	Planejada, com intervalos definidos em plano
Preditiva	Inspeção/ Acompanhamentos de Parâmetros Físicos

Fonte – Elaborado pelo Autor

2.4.1 Manutenção Corretiva

Conforme a NBR 5462(1994) manutenção corretiva é a “manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a colocar um item em condições de executar uma função requerida”, onde não há um planejamento prévio das ações.

Esse tipo de gerência de manutenção, apesar de simples, pode requerer custos altíssimos, associados a: estoque de peças sobressalentes, trabalho extra, custo de ociosidade de máquina e baixa disponibilidade de produção (ALMEIDA, 2000). Em adição a isso, os custos tendem a aumentar ainda mais, caso o tempo de reação se

prolongar, seja por falha da equipe de manutenção, seja por falta de peça de reposição.

Segundo Almeida (2000, p. 2) “O resultado líquido deste tipo reativo de gerência de manutenção é o maior custo de manutenção e menor disponibilidade de maquinaria de processo. A análise dos custos de manutenção indica que um reparo realizado no modo corretivo-reativo terá em média um custo cerca de 3 vezes maior que quando o mesmo reparo for feito dentro de um modo programado ou preventivo”.

Mirshawka (1991), mostra ainda outros aspectos negativos da manutenção corretiva:

- Redução da vida útil dos equipamentos;
- Paradas de equipamentos em momentos impróprios;
- Quando da quebra de um equipamento, pode gerar falhas em outros componentes ou máquinas devido a suas complexidades.

Para Viana (2014), pode-se dividir manutenção corretiva em duas, a não planejada, onde a ação da manutenção ocorre quando o equipamento parar de funcionar, e a outra se caracteriza como uma ação prevista, esta é chamada de corretiva planejada.

Sendo assim, pode-se dividir a manutenção corretiva em duas classes:

- **Não planejada** – corrige a falha de maneira aleatória, como uma quebra inesperada, sempre após a ocorrência do fato, sem acompanhamento ou planejamento anterior. Segundo Branco (2006, p.35) “[...] se a falha não puder ser adiada ou planejada, deve ser considerada como manutenção corretiva não planejada ou emergência, ou seja, aconteceu agora e é preciso fazer agora”. Rezende (2008) também afirma que esse tipo de manutenção se baseia na seguinte filosofia: “equipamento parou, manutenção conserta imediatamente”.
- **Planejada** - é uma correção de uma falha ou de um desempenho menor que o esperado, porém se baseia na modificação dos parâmetros de condição observados pela manutenção preditiva (KARDEC e NASCIF, 2009). Com isso, se diferencia da não planejada por ser uma decisão gerencial.

Desta forma, a utilização da manutenção corretiva planejada gera algumas vantagens à empresa, tais como: (KARDEC e NASCIF, 2009)

- Possibilita o agendamento da manutenção em comum acordo com a produção;

- Aumento da segurança. Já que a falha provoca riscos para o pessoal e instalação;
- Melhor planejamento dos serviços;
- Garante a existência de peças sobressalentes, equipamentos e ferramental;
- Facilita a organização da equipe de trabalho, aquisição de tecnologias e outros recursos se necessários, que podem inclusive, ser buscados externamente à organização.

2.4.2 Manutenção Preventiva

De acordo com Lafrai (2001, p.265) a manutenção preventiva é aquela em que as tarefas são efetuadas a intervalos predeterminados, conforme critérios prescritos e planejados, destinadas a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do desempenho de um item.

Segundo Xenos (1998, p.24), uma vez estabelecida, a manutenção preventiva deve ter caráter obrigatório, pois tem o caráter preventivo de interferir em equipamentos antes que ocorra uma falha inesperada.

Contador (1998, p.405) sustenta que trabalhando com esta modalidade de manutenção, o período para execução de intervenções é programado por antecipação, ou seja, as intervenções não implicam interrupção inesperada da produção.

Esse tipo de manutenção é bastante planejada e oferece uma série de vantagens. Conforme Monchy (1989, p.39), os pontos positivos da manutenção preventiva são:

- Aumenta a confiabilidade de um equipamento e assim reduz suas falhas em operação: reduz os custos de falha e melhora a disponibilidade;
- Aumenta a duração da vida eficaz de um equipamento;
- Melhora o planejamento dos trabalhos, e assim, as relações com a produção;
- Reduz e regulariza a carga de trabalho da manutenção;
- Facilita a gerência dos estoques (consumos previstos);
- Aumenta a segurança (menos improvisações perigosas);
- Reduz a "surpresa", melhorando o clima das relações humanas (uma pane sempre gera tensões).

Para que isso ocorra, a manutenção preventiva requer: um almoxarifado enxuto e melhor eficiente possível, ou seja, ter a noção mínima de materiais, de forma que se tenha apenas os itens necessários para manter-se a máquina em perfeitas condições e saber usa-los no momento correto.

2.4.3 Manutenção Preditiva

É a manutenção que realiza acompanhamento de variáveis e parâmetros de desempenho de máquinas e equipamentos, visando definir o instante correto da intervenção, com o máximo de aproveitamento do ativo (OTANI & MACHADO, 2008).

Na visão de Viana (2014), a manutenção preditiva são as tarefas que visam acompanhar a máquina ou as peças, por monitoramento, por medições ou por controle estatístico e tentam prever a proximidade da ocorrência da falha. Ainda este autor, afirma que o objetivo de tal tipo de manutenção é determinar o tempo correto da necessidade da intervenção mantenedora, deste modo utilizando o componente até o máximo de sua vida útil.

Existem quatro exemplos de técnicas preditivas, bastantes usadas nas indústrias nacionais, são elas: ensaio por ultrassom; análise de vibrações mecânicas, análise de óleos lubrificantes e termografia.

2.5 CONCEITOS APLICADOS

2.5.1 Tagueamento

A palavra inglesa tag significa etiqueta de identificação, e o termo “Tagueamento” nas indústrias, representa a identificação da localização das áreas operacionais e seus equipamentos (VIANA,2014). O objetivo do “tagueamento”, consiste no cadastro e rastreamento para cada tipo de máquina e equipamento, na sua exata localização especificada na planta industrial.

Quando a existência de um tagueamento estruturado, possibilita um controle mais apurado de todas as intervenções feitas, nos planejamentos dos serviços, geração de indicadores mais confiáveis para cada máquina e equipamento e a segurança do pessoal que está realizando um serviço, de modo a não confundir a máquina.

Com a implantação de tags, é possível criar um banco de dados com o histórico das máquinas e assim fazer a gestão de máquinas e equipamentos, sendo uma importante ferramenta para área do Planejamento e Controle de Manutenção(PCM).

2.5.2 Banco de dados

Banco de dados é uma estrutura bem organizada, composta de coleções de informações de dados, que se relacionam de forma que crie um sentido e permita a extração de informações. Ou seja, consiste de um conjunto informações referentes a manutenção, pessoal, serviços, eventos e ocorrências.

Neste caso, os dados a serem inseridos no banco de dados, são todas as ordens de serviço emitidas pelo PCM. Para este trabalho, analisou-se dados referente a uma envasadora gravimétrica automática B108 utilizada para envase de frascos.

2.5.3 Ordem de Serviço (O.S)

A Ordem de Serviço (O.S.) é uma instrução escrita enviada mediante documento eletrônico ou físico (papel) que define um trabalho a ser executado pela manutenção (VIANA,2014). É por meio desse documento, que o gestor ou gerente formaliza um trabalho a ser feito dentro da fábrica, seguido de uma comunicação interna para informar aos colaboradores responsáveis pela manutenção, sob a necessidade de executar a tarefa pertinente a Ordem de Serviço aberta.

O documento em tela ou físico contém várias informações, essas são dependentes das atividades exercidas na fábrica ou empresa. Contudo, os elementos essenciais de uma ordem de serviço, são: os dados do local do serviço, o número de processamento, a data em que foi emitida e a assinatura da pessoa que a emitiu, com a especificação do seu cargo, logo a seguir.

O número do documento, tem o objetivo de distinguir uma ordem de serviço das outras, de forma que o setor de manutenção tenha a capacidade de sustentar uma organização segura das tarefas que devem ser desempenhadas.

Além dos dados básicos, a ordem de serviço poderá trazer, ainda, a descrição dos serviços a serem feitos e a recomendação dos procedimentos e equipamentos a serem utilizados, facilitando e agilizando a execução da tarefa.

2.5.4 Falhas

Entende-se por falhas, a diminuição parcial ou total da eficácia, ou capacidade de desempenho, de um componente ou sistema. (NASCIF, 2009). De acordo com a NBR 5462-1994 (Confiabilidade e Manutenibilidade), falha consiste no “Término da capacidade de um item desempenhar a função requerida”.

Ao passo que, a falha se caracteriza quando algum equipamento ou produto não exerce sua função plenamente.

De acordo com Nascif (2009), em relação ao nível de diminuição da capacidade, pode se classificar as falhas, em:

- Falhas Totais
- Falhas Parciais

As falhas parciais, ocorrem em equipamentos os quais, ainda podem operar durante algum tempo, após a falha, como por exemplo um rolamento com defeito. Já as falhas totais, são aquelas em que o desempenho do item é nulo após a falha, um exemplo deste tipo é uma lâmpada fundida.

Ainda segundo esse mesmo autor, conforme o modo como a falha evolui no tempo, desde o seu início, pode-se considerar duas possibilidades de falhas:

- Falhas Catastróficas
- Falhas Graduais

Como falhas catastróficas, tem-se o exemplo de curto-circuito numa linha de transporte de energia elétrica ou um bloco motor de explosão quebrado. O desgaste na camisa de um cilindro de um motor diesel, constituem casos de falhas graduais.

Acrescenta-se também de acordo com Viana, 2014, que em alguns setores da indústria e de serviços, classifica-se falhas quanto à sua duração, como:

- Falhas Temporárias (curto-circuito linha terra ou entre fases, devido a uma causa passageira);
- Falhas Intermitentes (mau contato no borne de um relé);
- Falhas Permanentes (lâmpada fundida, bobina queimada).

Em adição, as falhas de vários componentes podem, ou não, estar ligadas causalmente entre si. Se uma falha em um elemento induz falhas em outros, diz-se que a falha é do tipo dependente. Se não houver inter-relação entre falhas, elas são do tipo independente.

2.5.4.1 Taxa de Falhas (λ)

Para Nascif & Kardec (2009) a taxa de falha consiste do número de falhas por unidade de tempo. Deste modo, a Equação 1 representa a taxa de falhas.

$$\lambda = \frac{\text{Número de falhas}}{\text{Número de horas de operação}} \quad (1)$$

2.5.4.2 Curvas de Falhas

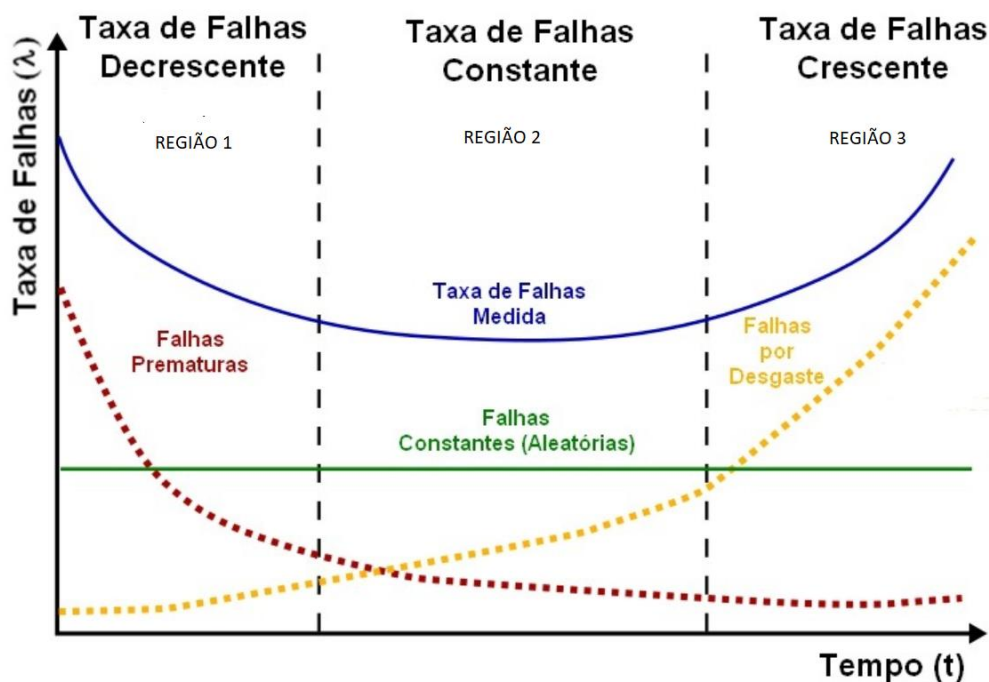
Para Xenos (1998), muitas das falhas não acontecem de repente, os sinais vão evoluindo com o tempo no equipamento até o momento que aparecem. De tal forma que, elas não são apenas originadas de máquinas velhas ou em mal estado de conservação.

Em vista disso, o comportamento típico de um produto, equipamento/componente ou sistema, com relação à taxa de falhas ao longo do tempo é representado por uma curva característica da vida destes (NASCIF & KARDEC, 2009). Durante muitos anos, e através do estudo de uma ampla variedade de componentes mecânicos e eletrônicos e os sistemas onde estes estão incluídos, têm sido calculadas as taxas de falha empíricas de populações de unidades ao longo do tempo e repetidamente obtido, um gráfico da taxa de falhas ao longo do tempo de vida (MOUBRAY, 2004).

Devido à forma da curva característica que representa a taxa de falha, está tornou-se vulgarmente conhecida como "Curva da Banheira (*Bathtub curve*), pelo seu formato. Esta curva é válida para uma série de componentes elétricos, mecânicos e sistemas, sendo determinada a partir de estudos estatísticos (KARDEC & NASCIF, 2009).

Na Figura 4, apresentam-se quatro curvas, sendo essas: a curva global (taxa de falhas medida), falhas prematuras, falhas por desgaste e falhas aleatórias, divididas em 3 regiões distintas

Figura 4 – Curva da banheira



Fonte – Adaptado de (Moubray, 2004)

Este gráfico apresenta no eixo vertical, a frequência de manutenção ou ajustes representados pela taxa de falhas, já o eixo horizontal corresponde ao período de uso da máquina.

A curva em azul é largamente utilizada na engenharia de confiabilidade como retrato de uma forma particular da função de risco de falha (SIQUEIRA, 2014). A mesma é dividida em três regiões, essas são:

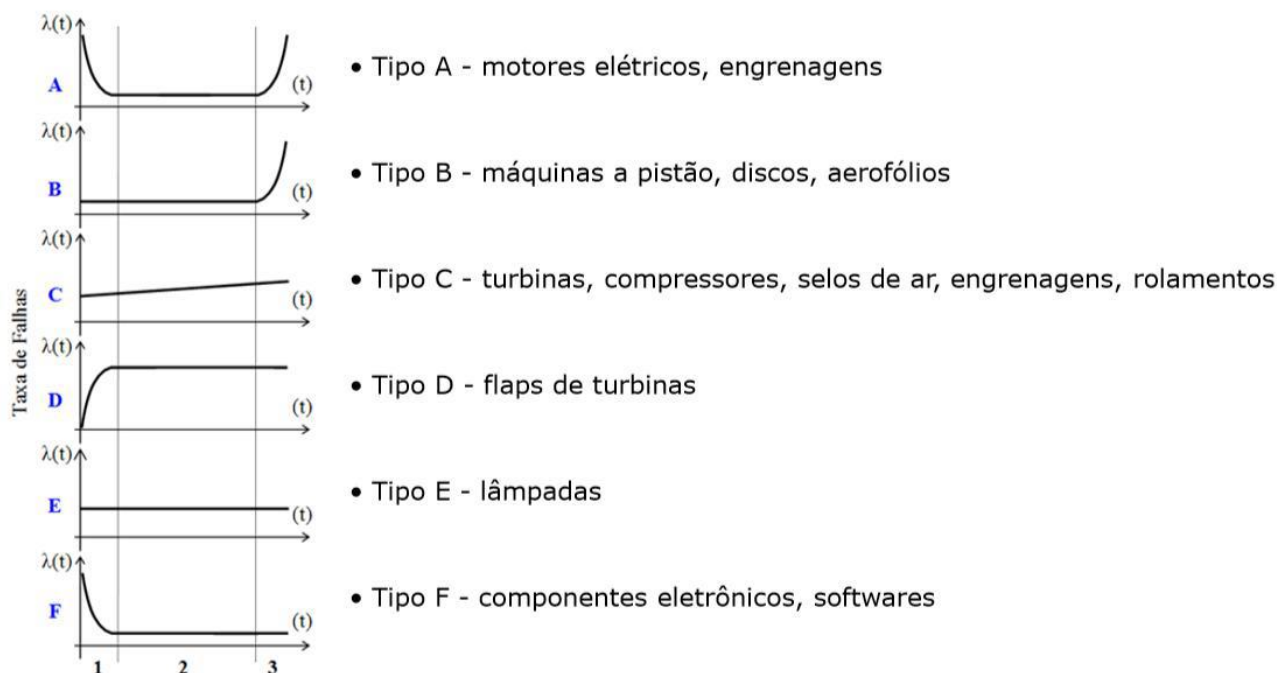
- Região 1 – Fase de adaptação e aprendizado ou mortalidade infantil: região na qual a taxa de falha é decrescente, caracterizada pela presença de falhas precoces ou prematuras, presentes em equipamentos recém montados ou saindo de uma manutenção. Na visão de Moraes (2005), o período em que as falhas têm frequência decrescente geralmente ocorrem no início da vida do equipamento e normalmente são causadas por problemas, tais como: de instalação, de fabricação, de projeto ou erro na operação por falta de experiência. Além disso, o autor relata que as falhas são decrescentes e prematuras. No início de operação de um equipamento têm-se muitos problemas por ser a fase de aprendizagem. Já que é nesse período que os operadores estão aprendendo sobre o novo aparelho, além disso, as peças estão se acomodando ao funcionamento.

- Região 2 – Fase de estabilidade ou vida normal: a curva da taxa de falha apresenta frequência constante ou aleatória de falhas, de modo que, essas não têm nenhuma inter-relação com o tempo ou com condição de uso, provocadas por situações não usuais ou por influências externas. Nessa fase da vida, o índice de falhas é menor que nas demais, pois estão associadas a erros de manutenção, operação e esforços acidentais, e não tendem a variar à medida que o maquinário envelhece.
- Região 3 – Fase de desgaste ou fim de vida útil: apresenta uma taxa de falha crescente, ocasionado por falhas devido ao desgaste. Nesse período, em que há falhas de frequência crescente, é normalmente associado ao fim da vida do equipamento, no qual entra em degeneração por fadiga e desgaste devido o equipamento apresentar muito tempo de uso.

Segundo Nascif (2009), durante muito tempo, utilizou-se a curva da banheira como um padrão para o comportamento de equipamentos e sistemas, mas a partir de estudos de confiabilidade elaborado pela United Airlines observou-se que nem sempre os equipamentos seguem este padrão. Moubray (2004), principal teórico da Manutenção Centrada na Confiabilidade, realizou um estudo estatístico, dentro da Indústria Aeronáutica Americana, e verificou existirem diferentes tipos de Curva da Banheira.

- A Figura 5 apresenta os diferentes tipos de curva da banheira e suas principais aplicações. Essas curvas foram descobertas em estudos efetuados no setor de aviação comercial Americana, no desenvolvimento do Boeing 747, Douglas DC10 e Lockheed L1011 (KARDEC & NASCIF, 2009).

Figura 5 – Modelos de curva da banheira usados na manutenção centrada em confiabilidade



Fonte – Adaptado de (MOUBRAY, 2004)

De acordo com os levantamentos feitos por Moubray (2004), apenas 11% (curvas do tipo, A, B e C) dos equipamentos possuem desgaste com o tempo. Nos demais casos (curvas D, E e F) os equipamentos não são afetados pelo desgaste ao longo do tempo.

2.6 ÍNDICES DA MANUTENÇÃO

Um índice de manutenção, consiste de um indicador de desempenho da manutenção (NASCIF, 2009). Esses indicadores são dados numéricos estabelecidos sobre processos que se deseja controlar. Portanto, são dadas chaves para a correta tomada de decisão.

Os objetivos de se utilizar os índices de manutenção, são:

- Otimizar o tempo de manutenção;
- Criar histórico das atividades de manutenção;
- Visualizar a frequência de quebra de um equipamento;
- Maior probabilidade que o equipamento esteja disponível;
- Redução de custos com manutenção;

Para algumas empresas, um determinado indicador se aplica satisfatoriamente, para outras não, e isto tudo é uma questão de análise. Deve-se avaliar a melhor forma

de monitoramento do seu processo. Viana (2014) afirma que a regra é simples: acompanhar aquilo que agrega valor, não se deve despender recursos para levantar e consolidar dados sem utilidade alguma.

Ainda segundo este autor, existem seis indicadores chamados de "Índices de Classe Mundial"; tal denominação encontra justificativa no fato de que a maioria dos países do ocidente os utiliza. São eles:

1. MTBF ou TMEF – Tempo Médio Entre Falhas;
2. MTTR ou TMR – Tempo Médio de reparo;
3. MTTF ou TMPF – Tempo Médio Para Falha;
4. Disponibilidades Física dos Equipamentos;
5. Custo de Manutenção por Faturamento;
6. Custo de Manutenção por Valor de Reposição.

Diante do exposto, nas próximas seções são descritos os indicadores utilizados para a elaboração deste trabalho de conclusão de curso, definindo-os conceitualmente, bem como: as fórmulas usadas para obtê-los.

Além dos Índices de Classe-Mundial, também pode-se citar outros indicadores, descritos em referências bibliográficas, como, Siqueira (2014), Viana (2014) e Nascif (2009), visto a sua importância, podendo os mesmos comporem os índices usados durante o planejamento e controle da manutenção. Estes são:

1. Backlog;
2. Retrabalho;
3. Índice de Corretiva;
4. Índice de Preventiva;
5. Alocação de HH em O'S.

2.6.1 MTBF

O MTBF, que em inglês se refere à: "Mean Time Between Failures", no Brasil foi adaptado pela sigla TMEF, como período médio entre falhas, esse consiste de um valor atribuído a um determinado dispositivo ou aparelho para descrever a sua confiabilidade (KARDEC & NASCIF 2009).

Segundo Viana (2014), "o tempo médio entre as falhas é definida pela divisão da soma das horas disponíveis do equipamento para operação (HD), pelo número de intervenções corretivas neste equipamento no período (NC)", conforme a equação 2.

$$MTBF = \frac{HD}{NC} \quad (2)$$

Nascif 2009 afirma que, o MTBF é uma medida básica de confiabilidade de itens reparáveis e, em geral se refere a vida média de uma população. Quanto maior for o MTBF, maior será a confiabilidade no equipamento.

Se o indicador obtido no cálculo do MTBF for aumentando ao longo do tempo, tem-se um sinal positivo de eficácia da manutenção implantada, pois indica que o número de intervenções corretiva na máquina está diminuindo, e, por conseguinte o total de horas disponíveis do mesmo para a produção está aumentando.

2.6.2 MTTR

O MTTR, que em inglês se refere à "*Mean Time To Repair*", no Brasil é dado pela sigla TMR, definido como: o tempo médio de reparação, consistindo em uma medida básica da manutenção de itens reparáveis.

Viana (2014), afirma que o “tempo médio de reparo é a divisão entre a soma de horas de indisponibilidade para a operação devido a manutenção (HIM), pelo número de intervenções corretivas no período (NC)”, a equação 3 mostra a fórmula para se calcular esse índice.

$$MTTR = \frac{HIM}{NC} \quad (3)$$

Quanto menor o MTTR nos intervalos de tempo medidos, melhor o andamento da manutenção, pois os reparos corretivos demonstram ser cada vez menos impactantes na produção e mais rápidos. Contudo, deve-se tomar cuidados, pois essa melhora, pode-se dar graças a um aumento do índice de quebras/falhas, fazendo com que o índice não apresente dados consistentes com o cenário.

2.6.3 MTTF

O MTTF, que em inglês se refere à "*Mean Time To Failures*", no Brasil é definido como TMPF, que significa: o tempo médio até falhas, considerado uma medida básica de confiabilidade para sistemas ou componentes não-reparáveis.

De acordo com Viana (2014), o “tempo médio para falha consiste na relação entre o total de horas disponíveis do equipamento para a operação (HD), dividido pelo

número de falhas detectadas em componentes não reparáveis”, a equação 4 descreve como é obtido este índice:

$$MTTF = \frac{HD}{\text{NÚMERO DE FALHAS}} \quad (4)$$

Este índice representa aqueles componentes os quais não existe a possibilidade de sofrerem reparos, ou seja, após falharem eles são descartados e substituídos por novos.

Tecnicamente, MTBF deve ser usado apenas em referência a um item reparável, enquanto MTTF deve ser usado para não-reparável. No entanto, MTBF é comumente usados tanto para os itens reparáveis como os não-reparáveis.

2.6.4 Disponibilidade Física (DF)

Disponibilidade é a capacidade de um item de estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado (KARDEC & NASCIF, 2009). Segundo a NBR 5462 (1994 –Confiabilidade e Manutenibilidade), o termo disponibilidade é usado como uma medida de desempenho da manutenção efetuada.

Segundo Viana (2014), a disponibilidade física (DF), representa o percentual de dedicação para operação de um equipamento, ou de uma planta, em relação às horas totais do período.

Deste modo, pode-se dizer que a disponibilidade física é a relação entre as horas trabalhadas (HT) e as horas totais no período (HG) (KARDEC & NASCIF, 2009). Viana (2014) apresenta a equação 5, como a forma de se obter esse índice.

$$DF = \frac{HT}{HG} \times 100\% \quad (5)$$

Outra forma de se calcular a disponibilidade , uma vez que se tem os valores de MTBF e MTTR , de acordo com Fogliatto (2009,) “ costuma-se supor que reparos devolvam a unidade à condição de nova e trabalha-se com valor médio de disponibilidade para unidade, onde o MTBF é o tempo médio entre falhas, e o MTTR é o tempo médio até conclusão de reparo feitos na unidade, deste modo a disponibilidade pode ser representada pela letra A (do inglês *availability*).

Essa forma de se calcular a disponibilidade, com base em outros índices de manutenção, é dada pela equação 7, como:

$$A = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \times 100\% \quad (6)$$

O conceito de disponibilidade muda conforme a capacidade de reparo. Em unidades não-reparáveis, os conceitos de disponibilidade e confiabilidade se equivalem, e os reparáveis analisam através do seu funcionamento ou em manutenção conforme o tempo de execução.

Nascif (2009), afirma que proporcionar um aumento na disponibilidade e confiabilidade dos ativos de uma planta industrial é o principal objetivo da manutenção.

2.6.5 Confiabilidade

A NBR 5462 (1994) defini confiabilidade como “a capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um intervalo de tempo.

Já segundo Blanchard & Fabrycky (1990), confiabilidade é uma característica inerente ao projeto e pode ser definida como a probabilidade na qual um sistema ou produto irá operar de modo satisfatório em um dado intervalo de tempo, quando utilizado restrito às condições de operação específicas.

Como a confiabilidade representa a probabilidade de um item desempenhar uma função requerida e por ser uma probabilidade, consiste de uma medida numérica que varia entre 0 e 1 (ou 0 e 100%). A probabilidade igual a 1 exprime a certeza de que um evento ocorrerá, enquanto igual a 0 exprime a certeza de que um evento não ocorrerá.

A melhoria da confiabilidade passa por uma série de ações que envolvem: o projeto, especificação, compra, manutenção, fornecedor ou fabricante e etc. No entanto, aborda-se somente as ações que, oriundas da manutenção, promovam a melhoria da confiabilidade de equipamentos e instalações.

Segundo Pinto e Xavier (2009) o cálculo da confiabilidade(R) pode ser feito pela equação 8, onde e (Base de logaritmos neperianos), λ (Taxa de Falha), e t (tempo previsto da operação), tem-se, que:

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (7)$$

3 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, adotou-se uma metodologia de pesquisa descritiva e quantitativa, objetivando descrever uma situação, por meio de resultados numéricos, relacionando diferentes variáveis. Para se atingir o resultado desejado, foi necessário a criação de um banco de dados em um software de planilha eletrônica, o qual era atualizado diariamente, com base em ordens de serviço físicas.

Em seguida, foram realizados reuniões e treinamentos no setor de manutenção com técnicos qualificados (mecânicos e eletricitas). Posteriormente, após os meses seguintes, iniciou-se uma análise dos dados coletados e fez-se o acompanhamento no campo para se constatar na prática, como a máquina se comportava.

Após esta etapa, partiu-se para recolher informações, em relação a produtividade da máquina e horas produzidas no Planejamento de Controle da Produção (PCP) das indústrias Becker, por meio de entrevistas com gerente, supervisores, analistas e operadores. Por fim, após todos os dados coletados e as avaliações concretizadas, levantou-se os indicadores de desempenho da manutenção da máquina em estudo e fez-se uma comparação da produtividade, após a aplicação das manutenções preventiva e antes.

3.1 CARACTERÍSTICAS DA MÁQUINA ANALISADA

3.1.1 Envasadora Gravimétrica Linear Automática

A envasadora gravimétrica linear automática fabricada pela Rotac, do modelo B108 foi desenvolvida objetivando suprir as necessidades de uma produção rápida e de qualidade, sendo construída em polipropileno, poli-cloreto de vinila, assim como os aços inox 304 e o SAE 1020, pintado e revestido com acabamento sanitário, que lhe garantem boa qualidade, durabilidade e limpeza.

O equipamento detém um processo de envase realizado através de válvulas de conceito gravimétrico, além de possuir um tanque reservatório com capacidade para até 200 litros. Tem aplicação para produtos líquidos a viscosos, em frascos de compostos plásticos, de vidro ou metálicos.

Este aparato, possui a capacidade para envasar frascos de até 5 litros, além da possibilidade de atender produções em outros tipos de frascos conforme a necessidade, por meio da adequação e customização de projetos. Dispõe de um controlador lógico programável, (CLP) de atuação elétrica de comandos que possuem

ação eletropneumática através de atuadores e válvulas solenoides para acionar: cilindros pneumáticos, sensores, bicos de envase, mesas de regulação de garrafas, esteira de entrada e saída do equipamento confeccionada em aço inox e corrente articulada reta em acetal.

A Figura 6, representa a envasadora gravimétrica linear do modelo B108, utilizado neste trabalho de conclusão de curso.

Figura 6 – Envasadora gravimétrica linear automática B108



Fonte: IMSB (ROTAC, 2017)

A Tabela 4, apresentada abaixo expõe algumas especificações importantes da máquina, retirada do catálogo do fabricante.

Tabela 4 – Especificações da máquina

Máquina	Modelo
Envasadora gravimétrica linear (inox)	B108
Quant./Unidade	Descrição
1 / unidade	Cabine de enclausuramento confeccionada em aço inox AISI 304 polida, placas em policarbonato e micros de segurança.
1,5 /Metros	Esteira de entrada do equipamento confeccionada em aço inox e corrente articulada reta em acetal.
1,5 /Metros	Esteira de saída do equipamento confeccionada em aço inox e corrente articulada reta em acetal.
1 / Kit	Conjunto de divisores para acomodar o frasco de 5.000ml modelo 02 (cera líquida, detergente e desinfetante)

Fonte – Adaptado da IMSB Rotac (2017)

A Figura 7, apresenta uma visão interna da envasadora, assim como a representação da mesa de regulagem.

Figura 7 – Visão interna da envasadora Gravimétrica Linear



Fonte: IMSB (ROTAC, 2017)

A Figura 8, mostra os componentes mais importantes da envasadora, que são: os bicos de envase, por onde o produto irá entrar em contato com a embalagem produzida para o mesmo.

Figura 8 – Bicos de Envase da envasadora gravimétrica linear



Fonte: IMSB (ROTAC, 2017)

A Figura 9, possui como finalidade mostrar a versatilidade desta máquina, pois exemplifica as adaptações feitas no projeto, para o envase de frascos de 5 litros.

Figura 9 – Adaptação com divisores para envase de frascos de 5.000 mL



Fonte: IMSB (ROTAC, 2017)

3.1.2 Produtividade da Envasadora

Conforme especificação pelo fabricante, e já mencionado anteriormente, esse tipo de envasadora pode trabalhar com dois tipos de recipientes, sendo eles: PET e PEAD (perolada) ambos de 2 e 5 litros. Os produtos a serem envasados considerados mais viscosos são os: amaciantes, detergentes e cera líquida, enquanto os menos viscosos são os desinfetantes.

A máquina tem a capacidade de produzir em média 22 FPM (frascos por minuto) em garrafas PEAD de 2 litros e 14 FPM nas de 5 litros, ambos envasando amaciantes, segundo o fabricante, como mostra a Tabela 5.

Tabela 5 – Produtividade da envasadora para amaciante

Máquina	Envasadora gravimétrica linear B108		
Características operacionais da máquina			
Descrição tipo de produto	Volume	Material	Nominal FPM
Amaciante	2.000 ml	PEAD	22 FPM
Amaciante	5.000 ml	PEAD	14 FPM

Fonte – Adaptado da Rotac (2012)

Já com cera líquida, ela tem a capacidade de fornecer 24 e 14 FPM, além de 20 e 14 FPM para envase de detergentes. Quando envasa desinfetantes tem a mesma

competência de fornece a capacidade de produção da cera líquida, apesar do desinfetante ser menos viscoso.

A Tabela 6 resume as especificações citadas anteriormente, segundo o fabricante:

Tabela 6 – Produtividade da envasadora demais fluidos

Máquina	Envasadora gravimétrica linear B108		
Características operacionais da máquina			
Descrição tipo de produto	Volume	Material	Nominal FPM
Cera líquida	2.000 ml	PEAD	24 FPM
Cera líquida	5.000 ml	PEAD	14 FPM
Detergente	2.000 ml	PEAD	20 FPM
Detergente	5.000 ml	PEAD	14 FPM
Desinfetante	2.000 ml	PEAD	24 FPM
Desinfetante	5.000 ml	PEAD	14 FPM

Fonte – Adaptado da Rotac (2012)

4 ESTUDO DE CASO

4.1 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

Desde 1983, a Becker atua no mercado oferecendo soluções inovadoras em limpeza para empresas e casas. Em parceria com indústrias químicas dos Estados Unidos e Europa, a Becker investe constantemente em pesquisa e no aperfeiçoamento de seus profissionais para desenvolver novas tecnologias e produtos de alta qualidade, rentabilidade e segurança, sempre com respeito ao meio ambiente.

Com uma vasta linha de produtos, oferece itens de limpeza da mais alta qualidade para ambientes domésticos e grandes ambientes como: hotéis, aeroportos, hospitais, supermercados, shoppings e indústrias.

Inicialmente, possuía a fábrica matriz locada na cidade de Recife, no estado de Pernambuco, ao qual atualmente serve apenas de escritório base para a equipe de gestão e administração da empresa. Mudou-se, com sua fábrica para o município de São Jose de Mipibu, na grande Natal a partir de 1999 e segue até os dias de hoje.

Figura 10 – Fábrica Matriz das Indústrias Becker: São José de Mipibu/RN



Fonte – Elaborado pelo Autor (2018)

Um outro ponto importante, consiste no fato de a indústria possuir cerca de 90% dos trabalhadores desta fábrica, serem de São José de Mipibu, gerando assim renda e crescimento para toda a região.

Figura 11 – Vista Aérea de toda a Fábrica das Indústrias Becker



Fonte – Google (2018)

Por fim, a Becker possui como visão ser reconhecida como o melhor fabricante de produtos químicos e soluções tecnológicas de Higiene e limpeza.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No estudo aqui proposto, avalia-se o resultado e desempenho da envasadora, sendo utilizado garrafas pets com capacidade de 500 ml, tendo como produto final os desinfetantes, com a utilização de um total de doze bicos de envase.

5.1 SITUAÇÃO DA MÁQUINA

Constatou-se inicialmente que devido ao uso constante da máquina e a falta de um planejamento e execução de manutenções preventivas, além das intempéries do ambiente, a densidade do fluido e a falta de treinamento operacional, a máquina apresentou falhas em seu funcionamento precisando de reparos.

Em consequência disso, seu rendimento produtivo foi diminuindo ao longo do tempo, tudo isso devido a dois fatores: o número excessivo de falhas e o intervalo de tempo entre elas ser muito curto.

5.2 PLANILHAS ELETRÔNICAS USADAS NA MANUTENÇÃO

Para se ter um controle mais apurado das intervenções feitas nas máquinas, como primeira etapa, fez-se o tombamento destas, por meio do tagueamento estruturado, ou seja, foi criado códigos para identificar cada equipamento, com o objetivo de facilitar no rastreamento, de modo a especificar a exata localização deste na planta industrial, unificando a forma de comunicação a favor da segurança.

A Figura 12, apresenta um exemplo de tagueamento. Deste modo, o TAG 62 representa a etiqueta, ou código da máquina analisada no presente estudo.

Figura 12 – Tagueamento estruturado da produção 2.

LISTA DE TOMBAMENTO	
PRODUÇÃO 2	
LINHA 1	
DESCRIÇÃO	TAG
Envasadora Gravimétrica Automática	62
Rotuladora P.E Latina	111
Tampadora Rotac	127
Videojet	136
Mesa de Acumulo	71
Seladora de Caixas 3M	151
LINHA 2	
DESCRIÇÃO	TAG
Envasadora Gravimétrica Automática	63
Rotuladora P.E Latina	112
Tampadora Rotac	128
Videojet	137
Mesa de Acumulo	72
Seladora de Caixas 3M	152

Fonte – Elaborado pelo Autor (2017)

Em seguida, para se iniciar a coleta de dados da máquina e armazenamento destes em um banco de dados, construiu-se uma planilha eletrônica, com a denominação de Controle das Ordens de Serviço (O's). Essa planilha eletrônica, destinou-se a arquivar digitalmente todo o histórico de falhas da máquina, com o intuito de se obter o desempenho dela, o número de quebras e a duração de cada uma. A importância desta etapa, consiste no fato de se planejar e programar as atividades de manutenção de maneira mais rápida e eficiente.

A figura 13 apresenta um exemplo dos dados coletados na planilha.

Figura 13 – Banco de dados utilizado

CONTROLE DAS ORDENS DE SERVIÇO (O'S)												
DATA	MÁQUINA	LINHA	TAG	FÁBRICA	Tipo de Serviço	MECÂNICO	Cód	DESCRIÇÃO DA OCORRÊNCIA	INÍCIO DO CONSERTO	FIM DO CONSERTO	DURAÇÃO	PEÇAS SUBSTITUÍDAS
08-mar	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	RODOLFO	AJ	Ajuste	11:00:00	11:30:00	00:30:00	
14-mar	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	RODOLFO	SU	Setup	8:25:00	10:10:00	01:45:00	
15-mar	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	RODOLFO	SU	Setup	11:10:00	11:50:00	00:40:00	
28-mar	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	TP	Troca de Peça	5:30:00	5:40:00	00:10:00	
01-abr	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	AJ	Ajuste	8:15:00	8:30:00	00:15:00	Abraçadeira de Nylon
03-abr	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	LP	Limpeza	6:15:00	7:45:00	01:30:00	
04-abr	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	SU	Setup	7:30:00	8:50:00	01:20:00	
10-abr	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	AJ	Ajuste	10:15:00	10:50:00	00:35:00	
21-abr	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	SU	Setup	7:30:00	8:30:00	01:00:00	
25-abr	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	AJ	Ajuste	5:20:00	5:35:00	00:15:00	
28-abr	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	TP	Troca de Peça	7:15:00	7:25:00	00:10:00	Mangueiras PU 8 mm
28-abr	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	AJ	Ajuste	5:05:00	5:40:00	00:35:00	
04-mai	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	AJ	Ajuste	8:40:00	10:00:00	01:20:00	
09-mai	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	AJ	Ajuste	5:30:00	6:10:00	00:40:00	
11-mai	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	AJ	Ajuste	9:20:00	10:40:00	01:20:00	
13-mai	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	AJ	Ajuste	6:40:00	8:00:00	01:20:00	
13-mai	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	TP	Troca de Peça	5:05:00	5:20:00	00:15:00	Mangueiras PU 8 mm
16-mai	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	AJ	Ajuste	8:45:00	10:00:00	01:15:00	
17-mai	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	AJ	Ajuste	9:25:00	9:50:00	00:25:00	
17-mai	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	AJ	Ajuste	6:00:00	7:20:00	01:20:00	
02-jun	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	TP	Troca de Peça	10:50:00	11:10:00	00:20:00	Abraçadeira de Nylon
03-jun	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	AJ	Ajuste	6:25:00	7:15:00	00:50:00	
07-jun	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	TP	Troca de Peça	11:40:00	12:20:00	00:40:00	Abraçadeira de Nylon
16-jun	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	RP	Reparo	5:05:00	7:00:00	01:55:00	
16-jun	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	RP	Reparo	8:15:00	8:30:00	00:15:00	
16-jun	ENVASADORA GRAVIMÉTRICA AUTOMÁTICA	1	62	FÁBRICA 02	MECÂNICO	FELIPE	TP	Troca de Peça	10:25:00	11:00:00	00:35:00	Anéis Oring's

Fonte – Elaborado pelo Autor (2017)

Analisando o banco de dados, percebe-se que com o seu preenchimento correto, tem-se inúmeros dados importantes. As principais informações a serem analisadas, são: a duração dos serviços executados, já que com esse dado, gera-se um quantitativo de horas de máquina parada, e o número de falhas, pois a partir dessas informações é realizado todo o levantamento de falhas da máquina em estudo e obtenção dos indicadores de desempenho da manutenção.

Deste modo, após um total de 90 dias, atualizando o banco de dados diariamente com as informações de intervenções, realizadas na máquina em estudo, utilizando-se do mesmo programa, criou-se uma outra planilha eletrônica intitulada Indicadores de desempenho da manutenção.

Figura 15 – Horas trabalhadas por turno

HORAS PRODUZIDAS		
Dias	Local	Horas por dia
Segunda à Sexta	Fábrica II	07:30:00
Sábado	Fábrica II	06:00:00

Fonte – Elaborado pelo Autor (2018)

Com o valor das horas trabalhadas por cada turno, para se obter o total de horas da máquina em funcionamento no dia, basta multiplicar pela quantidade de equipes e números de turnos trabalhados. Com os dados fornecidos pelo PCP, sabe-se que, será sempre 1 equipe e 2 turnos de trabalho por dia.

A figura 16, apresenta a quantidade de horas trabalhadas por dia.

Figura 16 – Quantidade de horas trabalhadas por dia

HORAS PRODUZIDAS					
Dias	Local	Horas por dia	Equipes	Nº de turnos	Horas por dia
Segunda à Sexta	Fábrica II	07:30:00	1	2	15:00:00
Sábado	Fábrica II	06:00:00	1	2	12:00:00

Fonte – Elaborado pelo Autor (2018)

Desta maneira, foi alcançado 15 horas entre segunda-feira à sexta-feira e 12 horas aos sábados, ou seja, a cada dia da semana, menos aos sábados que são 12 horas corridas, a máquina trabalha 15 horas.

Então, para se obter o total de horas que a máquina trabalha por mês, basta multiplicar o total de horas por dia pela quantidade de dias trabalhados no mês. De maneira que, de segunda a sexta é multiplicada pelos dias úteis, e as dos fins de semana pelos sábados trabalhados.

Finalmente, é levantado a quantidade de horas trabalhadas no mês, através do somatório total de horas trabalhadas de segunda a sexta e as horas dos sábados trabalhados, ambos no mês que se pretende obter os indicadores.

Figura 17 – Total de horas trabalhadas no mês

HORAS PRODUZIDAS					
Dias	Local	Horas por dia	Dias úteis no mês	Sábados	Total de horas Mês
Segunda à Sexta	Fábrica II	15:00:00	22	4	378:00:00
Sábado	Fábrica II	12:00:00			

Fonte – Elaborado pelo Autor (2018)

5.4 DISPONIBILIDADE DA MÁQUINA ANTES DA PREVENTIVA

Com a finalidade de se desempenhar um levantamento e apresentar um cenário antes do início da implantação da manutenção preventiva na envasadora gravimétrica linear B108, analisou-se os meses de novembro e dezembro do ano de 2016, nos quais somente eram realizadas manutenções corretivas na máquina.

No mês de novembro, a máquina operou em um regime de vinte e três dias (20 dias úteis e 3 sábados), com uma quantidade de 5 operadores por linha de produção, tendo um operador por máquina, atingido um total de 336 horas trabalhadas. Já no mês de dezembro, foram vinte e cinco dias (21 dias úteis e 4 sábados), com uma quantidade de 5 operadores por linha de produção, tendo um operador por máquina, atingido um total de 363 horas trabalhadas.

Figura 18 – Horas trabalhadas por turno

HORAS PRODUZIDAS						
mês/ano	Dias	Local	Dias úteis no mês	Sábados	Total de horas	Total de horas Mês
nov/16	Segunda à Sexta	Fábrica II	20	3	300:00:00	336:00:00
	Sábado	Fábrica II			36:00:00	
dez/16	Segunda à Sexta	Fábrica II	21	4	315:00:00	363:00:00
	Sábado	Fábrica II			48:00:00	

Fonte – Elaborado pelo Autor (2018)

De acordo com os dados retirados do banco de dados, atualizados diariamente com o nome de Controle das ordens de Serviços, no mês de novembro a envasadora alcançou um total de 38 horas e 20 minutos de horas paradas distribuída em 34 paradas no mês. Por outro lado, no mês de dezembro alcançou um total de 33 horas e 42 minutos de horas paradas distribuída em 30 paradas.

Figura 19 – Número de paradas e total de horas paradas

CONTROLE DAS ORDENS DE SERVIÇO				
mês/ano	Máquina	TAG	Horas paradas	Nº de paradas
nov/16	Envasadora Gravimétrica Automática	62	38:20:00	34
dez/16	Envasadora Gravimétrica Automática	62	33:42:00	30

Fonte – Elaborado pelo Autor (2018)

A partir dos dados obtidos, por meio da planilha de indicadores de desempenho da manutenção, obtivemos os seguintes resultados, retratado na Figura 20:

Figura 20 – Índices de desempenho da manutenção

INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUTENÇÃO							
Tag	Mês/Ano	MTTF(hrs)	MTTR(hrs)	MTBF(hrs)	Tax. de falha (λ)	Disponibilidade(%)	Confiabilidade
62	nov/16	9,88	1,12	9,88	0,1012	89,79%	56,74%
62	dez/16	12,10	1,11	12,10	0,0826	91,57%	60,65%

Fonte – Elaborado pelo Autor (2018)

Fazendo uma análise dos dados presentes nas figuras 19 e 20, fica claro que apesar da envasadora apresentar um percentual razoável de disponibilidade no período analisado, constata-se que o número de quebras era muito grande e o período entre elas pequeno, além da demora em realizar o reparo.

A taxa de falhas, apresenta-se alta, pois deveria tender para mais próximo de zero, além do que a confiabilidade apresenta um percentual muito baixo, concluindo assim, que o equipamento está disponível, mas pouco confiável.

Ainda em relação aos indicadores, temos que, durante os dois meses analisado, a máquina possuía um MTBF médio de aproximadamente onze horas e trinta e nove minutos (11h e 39 min) para cada falha que ocorria, durando cerca de uma hora e onze minutos (1h e 11 min) para corrigir cada uma.

Em virtude disto, conclui-se que com tamanho número de falhas registradas, há uma queda brusca no rendimento da máquina, resultando em uma baixa produtividade, embora o fato da mesma ter sido adaptada para 12 bicos, portanto se esperava um melhor rendimento.

Além do mais, o tempo de reparo era longo e o intervalo entre eles muito curto, sem contar o elevado custo com paradas não planejadas.

Posto isto, foi feita uma pequena avaliação de produtividade realizada em campo, durante os meses de novembro e dezembro de 2016, e foi constatado uma produtividade da envasadora em torno de 12 frascos a cada 30s de garrafas pet de 500 ml com desinfetante, ou seja, uma média 24 FPM o equivalente a 120 caixas por hora, totalizando 1.440 frascos produzidos.

A Tabela 7, apresenta um resumo de todos os dados obtidos durante a medição.

Tabela 7 – Produtividade da Envasadora nos meses de novembro e dezembro de 2016

Tipo de frasco	Tempo médio (segundos, minutos e horas)	Produção de frascos (Unidades)	Número de caixas (Unidades)
Pet de 500 ml	30s	12	1
	1 min	24	2
	1 hora	1.440	120

Fonte – Elaborado pelo Autor (2017)

Após esse breve estudo, com o intuito de melhorar a produtividade da máquina, foi implantado um plano de manutenção preventiva baseado nas premissas do manual técnico da máquina, assim como em itens práticos constatados no dia-a-dia e ações tomadas no passado por técnicos mais experientes para resolver paradas inesperadas.

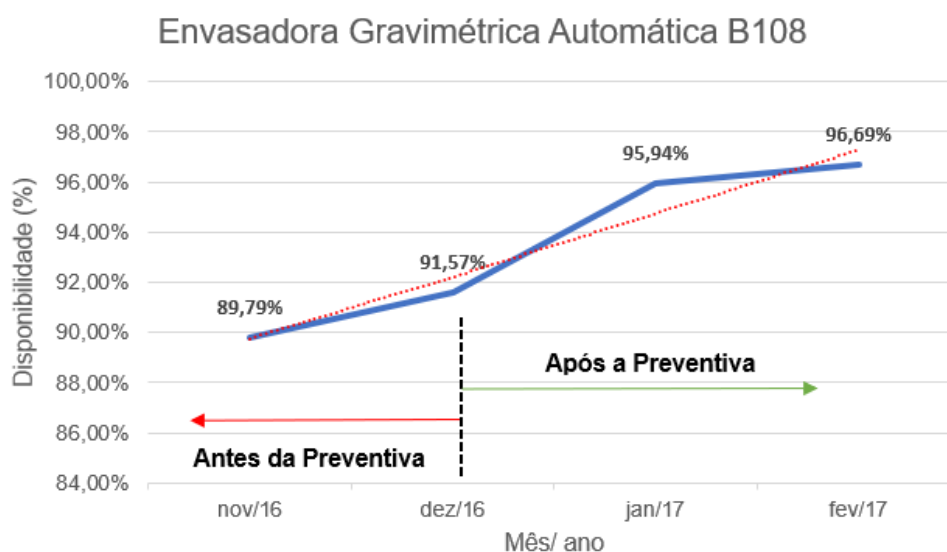
De forma que, esse plano tinha como principal propósito o de aumentar o rendimento produtivo da máquina, a sua disponibilidade e a confiabilidade, afim de diminuir a taxa de falhas e os custos com correções não programadas para que dessa forma, quando submetida a operação de alta produtividade pudesse atender as necessidades exigidas.

5.5 DISPONIBILIDADE DA MÁQUINA APÓS A PREVENTIVA

Durante o mês de janeiro de 2017, foi feito a implantação do plano de manutenção preventiva na envasadora, referente a esse estudo. A partir daí, com o armazenamento diário de dados nas planilhas eletrônicas, referentes as ordens de serviço executadas pelo setor de manutenção, mantendo-se o processo de cálculo efetuado para o cenário antes da implantação da preventiva, foi possível o cálculo dos índices de manutenção da máquina, assim como uma comparação com os meses já computados.

Em função disso, baseado nos meses de janeiro e fevereiro de 2017, tem-se os resultados dos índices de confiabilidade, taxa de falha e disponibilidade, da máquina, representados nas Figuras 21,22 e 23.

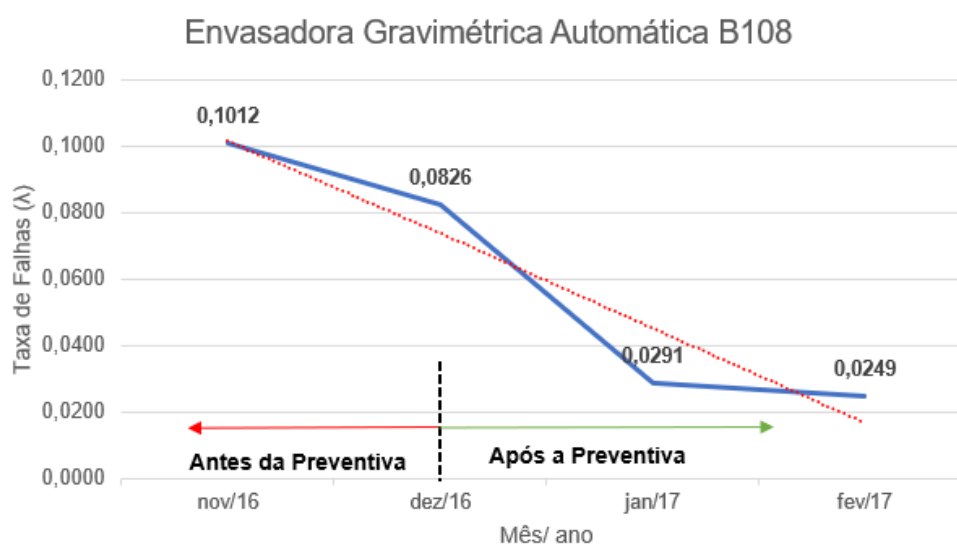
Figura 21 – Índice de disponibilidade da envasadora



Fonte – Elaborado pelo Autor (2018)

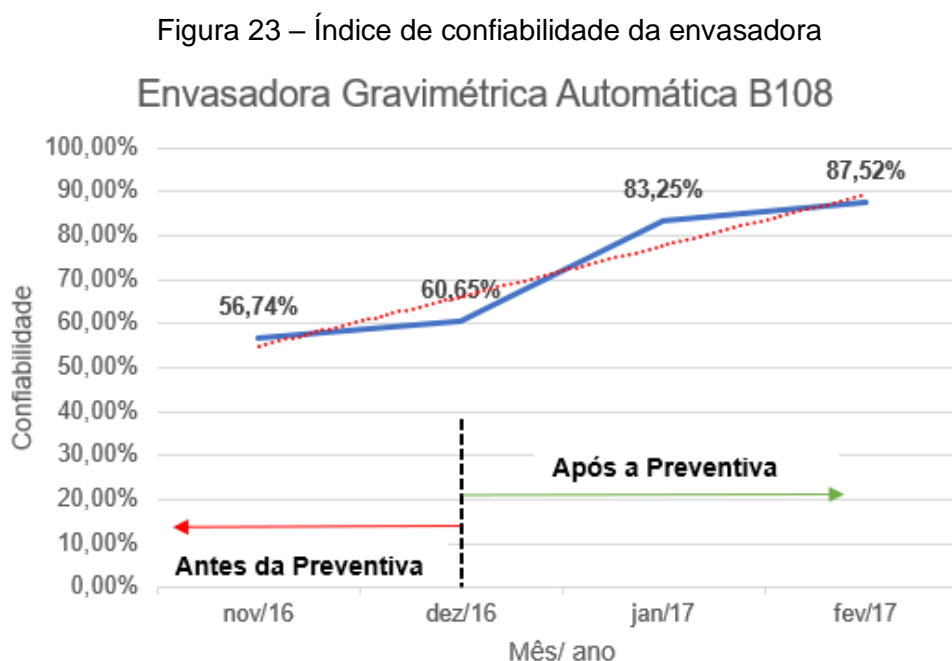
Com base na figura 21, percebe-se um considerável aumento na disponibilidade do equipamento. Sendo esse um dos índices fundamentais da manutenção, em pouco tempo, tem-se um resultado positivo. Além disso, pela figura 22, temos uma diminuição da taxa de falhas, pois houve um número bem menor de falhas após a implantação do plano de manutenção preventiva, em comparação aos outros meses.

Figura 22 – Taxa de falhas da envasadora



Fonte – Elaborado pelo Autor (2018)

Durante as inspeções realizadas na execução do plano preventivo foi verificado, que os resultados mostram um aumento na confiabilidade a medida que a taxa de falhas diminua, consequentemente aumentando assim um pouco a sua produtividade. Vale ressaltar, que durante todo o período avaliado sempre foi mantido o número de operadores na linha.



Fonte – Elaborado pelo Autor (2018)

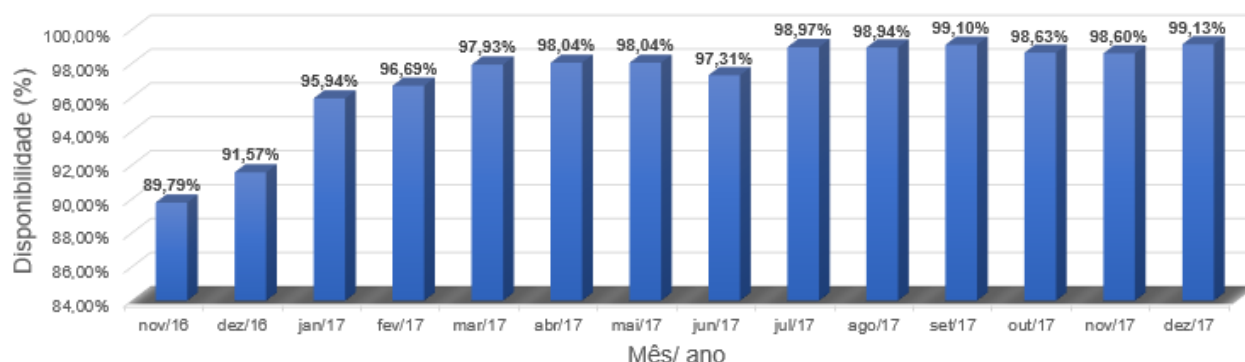
Mesmo com um excelente resultado nos primeiros meses da manutenção preventiva, sabe-se que esta tem maior impacto e melhor eficiência a longo prazo. Desta forma, continuou-se medindo os indicadores e executando inspeções periódicas durante todo o ano de 2017.

De modo que, durante este período, foi feito diversos serviços, tais como: limpeza, verificação e lubrificação, distribuídas em manutenções diárias, semanais e trimestrais, pré-estabelecidas em um cronograma de maneira programada pelo PCM.

Além disso, foi realizado treinamentos com os mecânicos responsáveis, na fase de adaptação da máquina e foi feito um levantamento de peças sobressalentes ao almoxarifado da manutenção.

Com tudo isso feito, foi possível obter todos os dados referentes ao ano de 2017, apresentados nas figuras 24, 25 e 26.

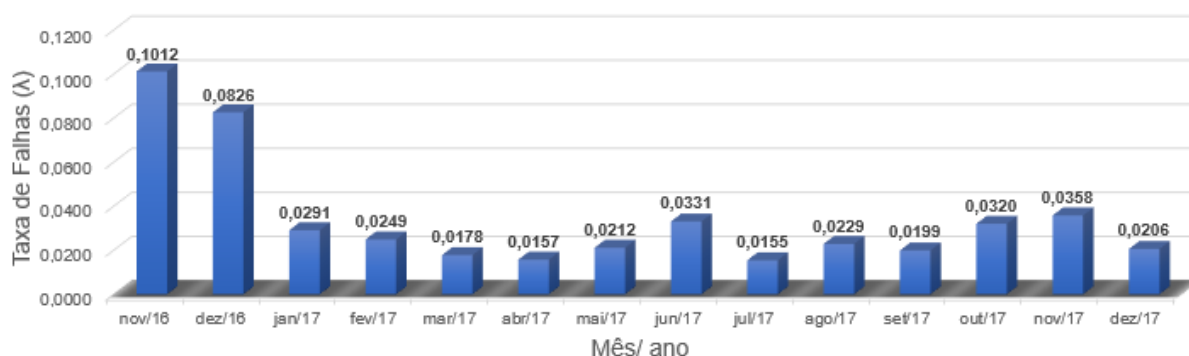
Figura 24 – Disponibilidade no período de novembro 2016 a dezembro 2017



Fonte – Elaborado pelo Autor (2018)

Nota-se que devido ao processo de adaptação na coleta de dados, através das ordens de serviço, treinamentos, readaptação da máquina e o levantamento de peças sobressalentes para os serviços e a quantidade de horas trabalhadas nos meses avaliados, a disponibilidade sofreu algumas oscilações, variando em torno de 3%, mas sempre se mantendo acima de 95%, chegando a alcançar 99% de disponibilidade no mês de setembro e dezembro de 2017. Tudo isso devido a constante manutenção do equipamento seguindo a risco o plano preventivo.

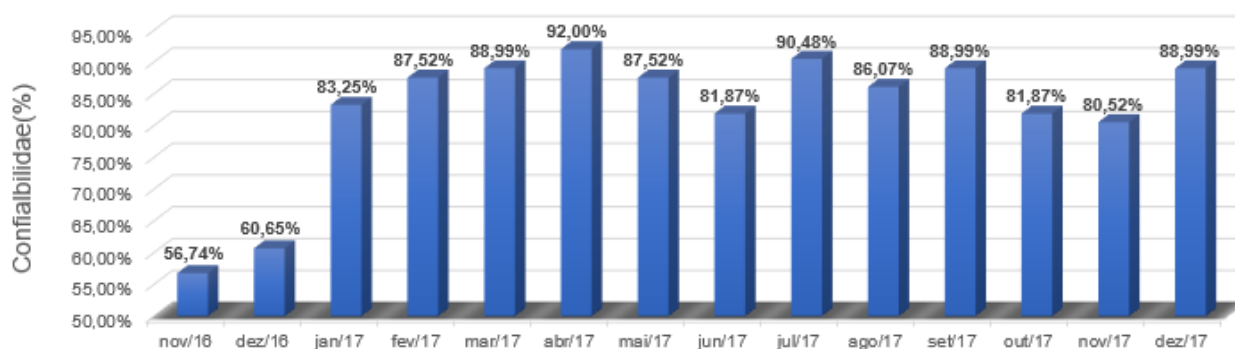
Figura 25 – Taxa de falha no período de novembro 2016 a dezembro 2017



Fonte – Elaborado pelo Autor (2018)

Conforme a Figura 25, verifica-se que houve uma redução na taxa de falha ao longo do tempo. Passou de 0,0826 no mês de dezembro 2016 para 0,0206 no mês de dezembro 2017, uma redução de 75,06 %.

Figura 26 – Confiabilidade no período de novembro 2016 a dezembro 2017



Fonte – Elaborado pelo Autor (2018)

Observa-se que ocorreu um aumento bastante significativo na confiabilidade da envasadora, passando de 60,65% no mês de dezembro para 88,99% em setembro, um aumento de 46,72%.

Sendo assim, depois de todo levantamento e avaliações práticas do envase da máquina produzindo a mesma garrafa pet de 500ml com desinfetante e mantendo o padrão de operacionalidade, verificou-se que ela teve um aumento de produtividade.

Com base nos dados obtidos em campo, a máquina passou a produzir 12 frascos a cada 22,5s, ou seja, o equivalente a 32 FPM, 184 caixas por hora dando um total de 2.208 frascos envasados.

A Tabela 8 a seguir ilustra a produtividade da máquina antes e depois do plano preventivo:

Tabela 8 – Produtividade da envasadora antes e após a preventiva

Média de novembro e dezembro de 2016 / Antes da Preventiva			
Tipo de frasco	Tempo médio (segundos, minutos e horas)	Produção de frascos (Unidades)	Número de caixas (Unidades)
Pet de 500 ml	30s	12	1
	1 min	24	2
	1 hora	1.440	120

Setembro de 2017 / Após a Preventiva

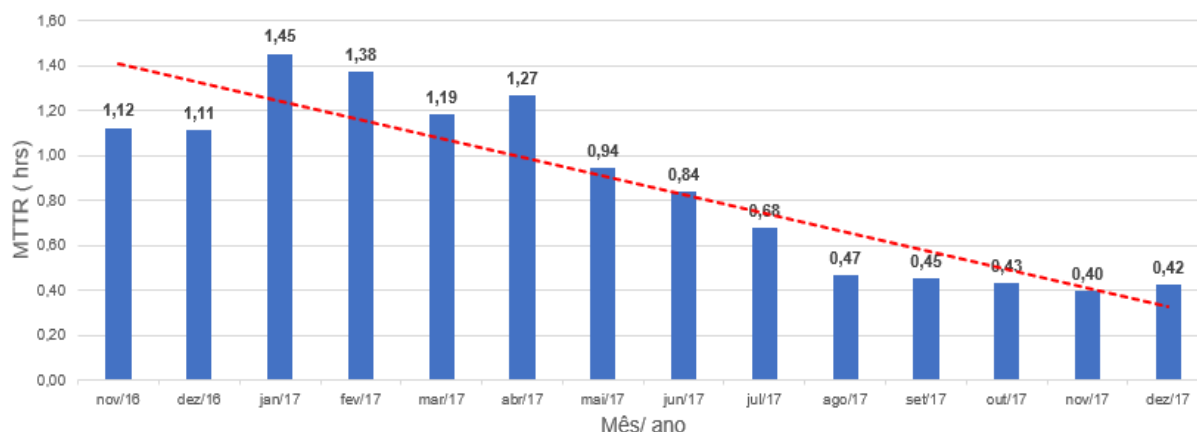
Tipo de frasco	Tempo médio (segundos, minutos e horas)	Produção de frascos (Unidades)	Número de caixas (Unidades)
	22,5s	12	1
Pet de 500 ml	1 min	32	2,5
	1 hora	2.208	184

Fonte – Elaborado pelo Autor (2018)

Em resumo, é perceptível que houve um melhor aproveitamento do tempo com o aumento da disponibilidade e confiabilidade do equipamento, além de uma diminuição na taxa de falhas surtindo assim, um aumento da produtividade, fazendo com que a produção tivesse um aumento de mais de 50% no envase dos desinfetantes em garrafas pets de 500ml.

Um outro fator observado no levantamento realizado, foi a diminuição do tempo médio de reparos, categorizado pelo índice MTTR. Pode-se observar na Figura 27, como esse índice se comportou.

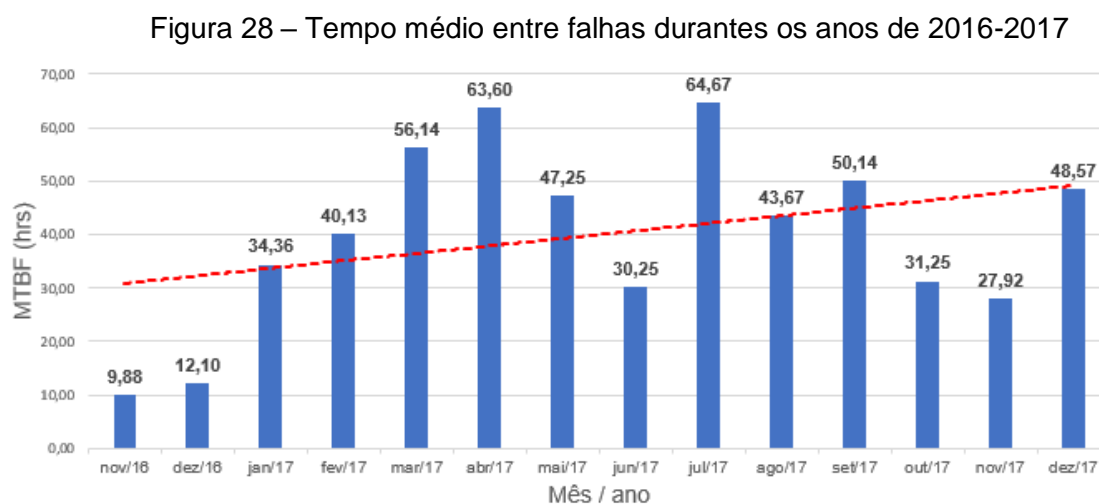
Figura 27 –Tempo médio de reparos durante os anos de 2016-2017



Fonte – Elaborado pelo Autor (2018)

Baseado na figura, do mês de dezembro 2016 até setembro no ano de 2017 houve uma queda de 59,46 %. Isso implica dizer que, ao passar do tempo a duração para cada conserto realizado na máquina tornava-se mais rápido, ou seja, um aumento na eficiência de reparos devido as manutenções diárias, semanais e trimestrais realizadas.

Além disso, foi feita uma análise do tempo médio entre as falhas, durante todo o intervalo da pesquisa. Obtendo deste modo, a figura 28, com os resultados do índice MTBF.



Fonte – Elaborado pelo Autor (2018)

Analisando o gráfico 8, tem-se que do mês de dezembro 2016 até setembro no ano de 2017 houve um aumento de mais de 400% no tempo médio entre falhas neste equipamento. O que demonstra mais uma vez, o efeito positivo da implantação e execução da manutenção preventiva na envasadora.

6 CONCLUSÕES

O presente trabalho buscou avaliar os efeitos da implantação de manutenções preventiva na produtividade, em uma envasadora gravimétrica linear automática B108, presente nas indústrias Becker. Para isso, o primeiro objetivo da pesquisa consistia em examinar o cenário da máquina, anterior a implantação desta estratégia de manutenção. Quanto a situação, devido ao seu uso constante, intempéries do ambiente, densidade do fluido e falta de treinamento operacional, a envasadora apresentou falhas em seu funcionamento. Quanto a sua produtividade, diminuía ao longo do tempo, devido a dois fatores: número excessivo de falhas e o intervalo de tempo entre elas ser muito curto.

O segundo objetivo procurou calcular os índices de disponibilidade, confiabilidade e taxa de falha da máquina, durante todo o período do levantamento do histórico de falhas. Conforme resultado obtido por meio dos gráficos, os meses de novembro e dezembro de 2016, retratam o período antes da preventiva, enquanto todos os meses do ano de 2017, o período após a implantação. Deste modo, concluiu-se que todos os índices apresentaram uma melhora ao longo do tempo.

Com base no terceiro objetivo, ao comparar os dois cenários, constatou-se que antes do plano de manutenção preventiva a máquina envasava 24 frascos por minuto e após essa, envasando 32 frascos no mesmo tempo, constatando-se assim, um acréscimo de mais de 50% na produtividade.

Por fim, investigou-se a variação de dois indicadores, o tempo médio de reparo (MTTR) e o tempo médio entre falhas (MTBF) durante os dois cenários estudados. Diante disso, o resultado apresentado foi bastante positivo. O primeiro, apresentou uma redução de 59,46% no tempo de reparo, enquanto o segundo um aumento de 400% no tempo médio entre uma falha e outra.

Diante disso, recomenda-se que as Industrias Becker reforcem seus esforços para implantar planos de manutenção preventiva para suas outras máquinas, das suas linhas de produção, a fim de melhorar a produção, diminuir o número de paradas na produção e redução nos custos nas manutenções corretivas emergenciais.

Recomenda-se também, que se invista em práticas de manutenção preditiva para que possa ser feito em conjunto com as manutenções preventiva e assim, melhore ainda mais os indicadores analisados.

Quanto às limitações da pesquisa, verificou-se que existem fatores que interferem no regime produtivo e nesse não é diferente. De acordo com estudo realizado em campo, os fatores que mais interferem são: densidade do fluido que é envasado, pois ele altera a produção de frascos e conseqüentemente a produtividade do equipamento pode vir a cair mesmo que haja uma boa manutenção preventiva, a falta de cuidado que o operador tem na hora de operar o equipamento, setups que são trocas de ferramentas, sanitização, chegada da quantidade ideal de ar comprimido no equipamento e etc.

Dessa forma, para os estudos futuros, recomenda-se utilizar outros índices de desempenho da manutenção que explorem o âmbito econômico, ou seja, o custo que a manutenção preventiva tem frente a manutenção corretiva, para que os resultados possam justificar o investimento inicial necessário para a implantação da manutenção preventiva.

7 REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas: **NBR 5462/1994** – Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro: Copyright, 1994. 37p.

ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção. Documento Nacional 2013. A situação da manutenção no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Manutenção, 20013, Bahia. **Anais...** Salvador, 2013.

ALMEIDA, M. T. **Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade**. 2000. Disponível em: <http://www.mtarv.com.br/download/mnt1.pdf>. Acesso em 06 fev. 2018.

ARCURI-FILHO, Rogério; CARVALHO, Nelson Cabral. **Medicina de Sistemas: o futuro conceito de Manutenção**. Revista de Ensino de Engenharia, Rio de Janeiro Brasil, n.12 p.11-17, julho/2005.

BERTSCHE, B. **Confiabilidade em Engenharia Automotiva e Mecânica: Determinação da Confiabilidade de Componentes e Sistemas**. Berlim: Springer, 2008.

BLANCHARD, BENJAMIN S. E W. J. FABRYCKY. **Engenharia e Análise de Sistemas**. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice Hall, 1990.

BRANCO FILHO, Gil. **Indicadores e Índices de Manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência moderna Ltda. 2006.

CONTADOR J. C et al. **Gestão de Operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 1998. 593 p.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração da produção e operações: Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

FILHO, R. A. **Introdução à Manutenção Centrada na Confiabilidade – MCC**. Programa de Atualização Técnica 2008 – Sistema FIRJAN - SESI/SENAI – Rio de Janeiro [online]. Disponível em <<http://manutencao.net/v2/uploads/article/file/Artigo24AGO2008.pdf>> Acesso em 11 fev. 2018.

FOGLIATTO, F.; RIBEIRO, J.L.D. **Confiabilidade e manutenção industrial**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FOULADIRAD M., GRALL A. **Detecção de mudanças on-line e manutenção baseada em condições para sistemas com parâmetros de deterioração desconhecidos**. IMA Journal of Management Mathematics. Oxford University Press, v. 25, p.139-158, 2014.

FUENTES, Fernando Félix Espinosa. **METODOLOGIA PARA INOVAÇÃO DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**. 2006. 208 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/88894/232836.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 12 fev. 2018.

GRUPPI, Glauco Fernandes. **ESTRUTURA DE MANUTENÇÃO NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DOS MODELOS ESPECIALISTA E GENERALISTA**. 2006. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Sistema de Gestão, Centro Tecnológico, Universidade Federal Fluminense, Niteroi, 2006. Disponível em: <http://www.btdtd.ndc.uff.br/tde_arquivos/14/TDE-2007-05-10T130549Z-770/Publico/Dissertacao - Glauco.pdf>. Acesso em: 21 fevereiro 2018.

IMSB, Rotac. **Manual Técnico: Instalações, operações, manutenção e instruções**. Rio Grande do Sul. 2017.50 p.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009. 384 p.

KIRBY, Kenneth E. 2002. **Há ouro nessas práticas de confiabilidade e manutenção** [Online]. Disponível na Internet. Acesso em: 16/02/2018.

LAFRAIA, J. R. B. **Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade**. Rio de Janeiro. Editora Qualitymark Ltda, 2001, 388p.

LOGANATHAN, K., FAISAL K., MAHMOUD H. **Desenvolvimento de uma estratégia de manutenção baseada em riscos (RBM) para uma usina de geração de energia**. Jornal de Prevenção de Perdas [Indústrias de Processos]. v. 18, p.69-81, 2005.

MIRSHAWKA, V. **Manutenção Preditiva: Caminho para zero defeitos.** Makron Books, São Paulo, 1991.

MOBLEY, R. K., HIGGINS, L. R., & WIKOFF, D. J. **Manual de Engenharia de Manutenção**, McGrawhill. 8 ed. Nova Iorque, Chicago, São Francisco, Lisboa, Londres, Madrid, Cidade do México, Milão, Nova Deli, San Juan, Seul, Singapura, Sydney e Toronto. Impresso pelos EUA, 2014.

MORAES, P.H.A. **Manutenção Produtiva Total: estudo de caso em uma empresa automobilística.** 2004. 90 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional) – Departamento de Economia, Contabilidade e Administração, Universidade de Taubaté, Taubaté. Disponível em: Acesso em 11.fev. 2018.

MOUBRAY, J. **Introdução à Manutenção Centrada na Confiabilidade.** São Paulo: Aladon,2004.

MOUBRAY, J. **Manutenção Centrada em Confiabilidade.** São Paulo: Ed. SPES Engenharia de Sistemas Ltda, 2000. Tradução de Kleber Siqueira. 426 p.

NEPOMUCENO, L. X. **Técnicas de Manutenção Preventiva.** São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 1989. 501 p.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial.** Revista Gestão Industrial. Vol.4, n.2, 2008.

PASCOLI, J.A.; SILVA, R.P. **Gerenciamento do setor de manutenção.** Trabalho de conclusão do curso para obtenção do certificado de especialização em gestão Industrial do departamento de economia, contabilidade, Administração da Universidade de Taubaté, 2004.

PINTO, A. K., NASCIF, J. **Manutenção: Função Estratégica.** Rio de Janeiro: Qualitymark,1999.

SIQUEIRA, I.P. **Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implementação.** ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2014.

TAVARES, L. A. **Administração Moderna e Manutenção**. 1 edição. Rio de Janeiro: Novo Pólo, 2000.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM, Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2014. 192 p.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Preventiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade**. Belo Horizonte. Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998. 302 p. ISBN 85-86948-04-7.

WAEYENBERGH, G. **CIBOCOF: Uma estrutura para o desenvolvimento do conceito de manutenção industrial**. Leuven, Belgica: Katholieke Universiteit Leuven, 2005.

WYREBSK, J. **Manutenção Produtiva Total. Um Modelo Adaptado**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997. Disponível em: . Acesso em: 12 fev. 2018.

8 ANEXOS

ANEXO A – Dados do ano de 2017

HORAS PRODUZIDAS								
Vigência	Dias	Local	Equipes	Nº de turnos	Dias úteis no mês	Horas por dia	Total de horas	Total de horas Mês
janeiro/2017	Segunda à Sexta	Fábrica II	1	2	22	07:30:00	330:00:00	378:00:00
	Sábado	Fábrica II	1	2	4	06:00:00	48:00:00	
fevereiro/2017	Segunda à Sexta	Fábrica II	1	2	19	07:30:00	285:00:00	321:00:00
	Sábado	Fábrica II	1	2	3	06:00:00	36:00:00	
março/2017	Segunda à Sexta	Fábrica II	1	2	23	07:30:00	345:00:00	393:00:00
	Sábado	Fábrica II	1	2	4	06:00:00	48:00:00	
abril/2017	Segunda à Sexta	Fábrica II	1	2	18	07:30:00	270:00:00	318:00:00
	Sábado	Fábrica II	1	2	4	06:00:00	48:00:00	
maio/2017	Segunda à Sexta	Fábrica II	1	2	22	07:30:00	330:00:00	378:00:00
	Sábado	FÁBRICA II	1	2	4	06:00:00	48:00:00	
junho/2017	Segunda à Sexta	Fábrica II	1	2	21	07:30:00	315:00:00	363:00:00
	Sábado	Fábrica II	1	2	4	06:00:00	48:00:00	
julho/2017	Segunda à Sexta	Fábrica II	1	2	21	07:30:00	315:00:00	388:00:00
	Sábado	Fábrica II	1	2	6	06:00:00	72:00:00	
agosto/2017	Segunda à Sexta	Fábrica II	1	2	23	07:30:00	345:00:00	393:00:00
	Sábado	Fábrica II	1	2	4	06:00:00	48:00:00	
setembro/2017	Segunda à Sexta	Fábrica II	1	2	21	07:30:00	315:00:00	351:00:00
	Sábado	Fábrica II	1	2	3	06:00:00	36:00:00	
outubro/2017	Segunda à Sexta	Fábrica II	1	2	21	07:30:00	315:00:00	375:00:00
	Sábado	Fábrica II	1	2	5	06:00:00	60:00:00	
novembro/2017	Segunda à Sexta	Fábrica II	1	2	21	07:30:00	315:00:00	363:00:00
	Sábado	Fábrica II	1	2	4	06:00:00	48:00:00	
dezembro/2017	Segunda à Sexta	Fábrica II	1	2	19	08:00:00	304:00:00	340:00:00
	Sábado	Fábrica II	1	2	3	06:00:00	36:00:00	

Registro dos meses do ano de 2017		
Mês/Ano	Nº de paradas	Total de Horas paradas
jan/17	11	16,00
fev/17	8	11,00
mar/17	7	8,30
abr/17	5	6,35
mai/17	8	7,55
jun/17	12	10,05
jul/17	6	4,05
ago/17	9	4,21
set/17	7	3,18
out/17	12	5,20
nov/17	13	5,17
dez/17	7	2,97

INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUTENÇÃO							
Tag	Mês/Ano	MTTF(hrs)	MTTR(hrs)	MTBF(hrs)	Tax. de falha (λ)	Disponibilidade(%)	Confiabilidade
62	nov/16	9,88	1,12	9,88	0,1012	89,79%	56,74%
62	dez/16	12,10	1,11	12,10	0,0826	91,57%	60,65%
62	jan/17	34,36	1,45	34,36	0,0291	95,94%	83,25%
62	fev/17	40,13	1,38	40,13	0,0249	96,69%	87,52%
62	mar/17	56,14	1,19	56,14	0,0178	97,93%	88,99%
62	abr/17	63,60	1,27	63,60	0,0157	98,04%	92,00%
62	mai/17	47,25	0,94	47,25	0,0212	98,04%	87,52%
62	jun/17	30,25	0,84	30,25	0,0331	97,31%	81,87%
62	jul/17	64,67	0,68	64,67	0,0155	98,97%	90,48%
62	ago/17	43,67	0,47	43,67	0,0229	98,94%	86,07%
62	set/17	50,14	0,45	50,14	0,0199	99,10%	88,99%
62	out/17	31,25	0,43	31,25	0,0320	98,63%	81,87%
62	nov/17	27,92	0,40	27,92	0,0358	98,60%	80,52%
62	dez/17	48,57	0,42	48,57	0,0206	99,13%	88,99%



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Natal, 01 de junho de 2018.

Ao(s) **primeiro** dia(s) do mês de **junho** do ano de **dois mil e dezoito**, às **nove horas**, neste Campus Universitário, instalou-se a banca examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso do(a) aluno(a) **ARTHUR OLIVEIRA GERMANO**, matrícula **20150145619**, do curso de Engenharia Mecânica. A banca examinadora foi composta pelos seguintes membros: **IGOR LOPES DE ANDRADE**, orientador; **EVANS PAIVA DA COSTA FERREIRA**, examinador interno; **JULIANA RICARDO DE SOUZA**, examinadora interna. Deu-se início à abertura dos trabalhos pelo Professor **IGOR LOPES DE ANDRADE**, que após apresentar os membros da banca examinadora, solicitou a (o) candidato (a) que iniciasse a apresentação do trabalho de conclusão de curso, intitulado **"EFEITOS DA IMPLANTAÇÃO DE MANUTENÇÕES PREVENTIVAS NA PRODUTIVIDADE - INDÚSTRIAS BECKER"**, marcando um tempo de trinta minutos para a apresentação. Concluída a exposição, o professor **IGOR LOPES DE ANDRADE**, orientador, passou a palavra aos examinadores para argüirem o(a) candidato(a), após o que fez suas considerações sobre o trabalho em julgamento, tendo sido APROVADO, o(a) candidato(a), conforme as normas vigentes na Universidade Federal do Rio Grande do Norte. A versão final do trabalho deverá ser entregue à Coordenação do Curso de Engenharia Mecânica, no prazo de 15 dias; contendo as modificações sugeridas pela banca examinadora e constante na folha de correção anexa. Conforme o que rege o Projeto Político Pedagógico do Curso de Engenharia Mecânica da UFRN, o(a) candidato(a) não será o aprovado(a) se não cumprir as exigências acima.



IGOR LOPES DE ANDRADE
 Orientador



EVANS PAIVA DA COSTA FERREIRA
 Examinador interno



JULIANA RICARDO DE SOUZA
 Examinadora interna



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
FOLHA DE CORREÇÕES

Autor: **ARTHUR OLIVEIRA GERMANO**
Título: "EFEITOS DA IMPLANTAÇÃO DE MANUTENÇÕES PREVENTIVAS NA PRODUTIVIDADE - INDÚSTRIAS BECKER".

IGOR LOPES DE ANDRADE
Orientador

Igor Lopes de Andrade

EVANS PAIVA DA COSTA FERREIRA
Examinador interno

Evans Paiva da Costa Ferreira

JULIANA RICARDO DE SOUZA

Juliana Ricardo de Souza

Os itens abaixo deverão ser modificados, conforme sugestão da banca examinadora.

1. [] INTRODUÇÃO
 2. [X] REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
 3. [X] METODOLOGIA
 4. [X] RESULTADOS OBTIDOS
 5. [] CONCLUSÕES
-

Declaro, para fins de homologação, que as modificações acima mencionadas, sugeridas pela banca examinadora, foram cumpridas integralmente.

Igor Lopes de Andrade

IGOR LOPES DE ANDRADE
Orientador

01/06/2018

Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas



DECLARAÇÃO

Declaramos que o Prof. IGOR LOPES DE ANDRADE, CPF 070.945.284-50, participou como Orientador(a) da Comissão Examinadora de Banca de Conclusão de Curso do(a) graduando(a) ARTHUR OLIVEIRA GERMANO, intitulada:

EFEITOS DA IMPLANTAÇÃO DE MANUTENÇÕES PREVENTIVAS NA PRODUTIVIDADE - INDÚSTRIAS BECKER

no CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA do CENTRO DE TECNOLOGIA da UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE, em sessão pública realizada no dia 01 de Junho de 2018.

Membros da Banca

EVANS PAIVA DA COSTA FERREIRA (Docente Interno)
 IGOR LOPES DE ANDRADE (Docente Interno - Orientador(a))
 JULIANA RICARDO DE SOUZA (Docente Interno)

Prof(a). Dr. THERCIO HENRIQUE DE CARVALHO COSTA
 Coordenador(a) do CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA- UFRN

Número do Documento: 989035
 Código de Verificação: f853e3956f

ATENÇÃO

Para verificar a autenticidade deste documento acesse <https://sigaa.ufrn.br/sigaa/documentos/> e utilize o link *Ensino >> Declaração de Participação como Membro de Banca de Graduação*, informando o número do documento, a data de emissão e o código de verificação.

SIGAA | Superintendência de Informática - (84) 3215-3148 | Copyright © 2006-2018 - UFRN - sigaa@producao.info.ufrn.br, sigaa@producao