

PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO CORRETIVA EM UMA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA: PESQUISA-AÇÃO JUNTO À LINHA DE ENVASE

Ubiratan Jesus da Motta Filho¹

Christiane Bischof dos Santos²

RESUMO

O presente estudo propõe-se a avaliar como a implementação de melhorias no planejamento de manutenção em uma indústria pode gerar benefícios à produção e redução dos custos internos da Qualidade. Selecionou-se para tal, o caso de uma linha de envase em indústria farmacêutica situada em São José dos Pinhais, no estado do Paraná. Para se atingir o objetivo proposto, adotou-se como procedimento metodológico a pesquisa-ação, caracterizada como investigação social de base empírica que se apoia na experiência e na observação dos processos e acontecimentos no dia a dia dos atores sociais envolvidos. Os resultados obtidos mostram que é possível chegar a uma redução de tempo na manutenção corretiva de até 21 minutos, apenas com alterações no deslocamento de funcionários, com a introdução de algumas pequenas mudanças de layout e implementação de alguns equipamentos simples. Como consequência, foi possível observar o aumento da disponibilidade da linha para produção bem como maior confiabilidade das peças finais, sem deixar de lado a manutenibilidade das máquinas. Palavras-chave: Manutenção; Disponibilidade; Análise; *Layout*.

¹ Graduado em Engenharia Mecânica. Aluno do Curso de Engenharia Mecânica da FAE Centro Universitário. *E-mail*: mottaubiratan@gmail.com

² Professora da FAE Centro Universitário. Doutora em Adm. Estratégica pela PUCPR/ Unibo. Engenheira Química pela UFPR. *E-mail*: christiane.santos@fae.edu.

INTRODUÇÃO

Não é uma tarefa fácil lidar com falhas e quebras em processos produtivos. Implica descobrir a origem das falhas e fazer uma análise aprofundada para poder corrigir e evitar recorrências. Isso exige muito conhecimento e experiência por parte da equipe de manutenção. Todo esse processo requer tempo e frequentemente traz como consequência a parada de produção enquanto tais questões estão sendo corrigidas e testadas pelo time de manutenção. Com isso produz-se menos, atrapalha o alcance das metas definidas e, conseqüentemente, afeta financeiramente a fábrica. Estudar o histórico de falhas e quebras bem como as reincidências, permite criar um plano de manutenção a fim de diminuir o tempo de máquina parada. Como consequência, a organização ganha ao obter como resultado uma produção mais dinâmica e com menos perdas.

1. APRESENTAÇÃO DO TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA

A gestão de manutenção, para Kardec e Nascif (2012) é um processo de condução simultânea de duas ações, uma é estabilização da rotina a outra trata da implementação de melhorias. Sabendo trabalhar ambas, o objetivo é a melhoria mantendo um padrão de conduta do time de manutenção. Estabelecendo metas e objetivos a serem cumpridos conforme os ciclos estabelecidos.

No ano de 2017, em uma empresa do setor farmacêutico, constatou-se como a falta ou desleixo nas análises das falhas e quebras influência na tomada de decisões da gerência de manutenção. A partir da realidade atual, não há uma investigação profunda que especifique o porquê dessas falhas e quebras. Com isso, passa-se a delimitar o objeto desse estudo:

Gestão da manutenção com foco no processo de envase de cosméticos em empresa do setor farmacêutico situada na Região Metropolitana de Curitiba-PR. Este processo é constituído por: Máquina de envase, unidade tampadora, unidade de recrave, unidade de impressão, esteiras e afins. O estudo foi realizado entre o período de janeiro de 2017 e maio de 2018.

Decorre daí que a questão de pesquisa é:

- Como a revisão e implementação de melhorias no planejamento de manutenção em máquinas da linha de envase de uma indústria farmacêutica no Paraná pode gerar benefícios e conseqüente redução dos custos internos da Qualidade?

As hipóteses que orientam o estudo são:

- H1: A introdução do módulo PM do SAP para auxílio do planejamento da manutenção influencia positivamente na redução dos custos da Qualidade da indústria.
- H2: A atualização do Planejamento de Manutenção contribui para melhor organização, eliminação de manutenções e gastos desnecessários.
- H3: A escolha do tipo de manutenção a ser feito em uma linha, conforme a Criticidade, auxilia no alcance de índices de quebras menores.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar como a revisão e a implementação de melhorias no planejamento de manutenção em uma linha de envase em indústria farmacêutica no Paraná, pode gerar benefícios e redução dos custos internos da Qualidade.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a eficiência atual na realização das Manutenções;
- Mapear processo atual de informações e ações durante o pedido e a realização da manutenção.
- Verificar se a desperdícios de tempo na realização da manutenção corretiva diminuindo a Disponibilidade;
- Avaliar como o módulo PM do SAP® pode ser aplicado na manutenção;
- Elaborar novo plano de manutenção corretiva com base na nova meta estabelecida.

3. JUSTIFICATIVA

O trabalho da equipe de manutenção tem uma importância grande na linha de produção, pois é responsável pela continuidade do processo independente das

adversidades que podem surgir na máquina. Porém, o tipo de manutenção que mais tem impacto na linha, quando existe a necessidade de um trabalho de emergência e urgência, é a manutenção corretiva não planejada e esta precisa ser executada o quanto antes para que a linha volte a rodar.

Falhas e quebras são comuns de acontecerem nas indústrias, quando se quebra, por exemplo um parafuso de tração, ou há alguma falha mecânica ou elétrica em componentes da máquina é possível, se trabalhadas e estudadas devidamente, em especial aquela que apresentam recorrência, pode-se pensar em modos de preveni-las de maneira mais efetiva.

A manutenção preventiva planejada (que ocorre quando a linha está parada) deve possuir um plano de manutenção “vivo”, ou seja, deve ser sempre trabalhado e revisto, periodicamente para evitar gastos desnecessários, prevenir falhas, quebras e retrabalhos por erros da máquina. A manutenção, quando bem aplicada, gera ganhos para a indústria evitando perdas. Justifica-se assim a necessidade de pesquisa, com estudo de caso, no setor de produção farmacêutica que tem em seus insumos características que devem ser respeitadas, podendo ser exemplificada: a exposição a alta luminosidade sem o devido envasamento em frasco que proteja o insumo, a correta porcentagem de álcool, evitar a parada da linha por tempo demasiado para que os toneis não sofram corrosões e a aderência do insumo as paredes dos toneis.

4. REVISÃO DA LITERATURA

4.1 Definição de manutenção e suas divisões de trabalho

Viana (2009) nos traz a definição de manutenção como um conjunto de esforços para manter o bom funcionamento de máquinas, equipamentos, ferramentas, construções, objetos que sofram desgaste e tudo que precise de reparo ou substituição de parte. Almeida (2014) complementa ao mencionar que a manutenção industrial tem seu foco voltado à manutenção de equipamentos e máquinas que constituem uma linha de produção. É possível encontrar uma vasta gama de definições e classificações para a manutenção. De qualquer forma há uma concordância de que estas diversas classificações derivam de 7 principais da Manutenção Industrial, são elas (KARDEC E NASCIF, 2009; ALMEIDA, 2015):

- Manutenção Corretiva Não Planejada;
- Manutenção Corretiva Planejada;
- Manutenção Preventiva;
- Manutenção Preditiva;
- Manutenção Detectiva;
- Manutenção Produtiva Total (TPM); e

Engenharia da Manutenção - Viana classifica como tipo de manutenção, porém por outros autores como Almeida (2016) e Kardec e Nascif (2009) classificam como estratégia de manutenção.

4.1.1 Manutenção Corretiva Não Planejada

A manutenção corretiva tem como finalidade corrigir o problema o mais rápido possível (Almeida 2015). O processo tem como requisito cumprir prazos de entrega dos seus produtos conforme prazos determinados. Falhas e quebras em geral levam a atraso e utilização de recursos (tempo, homem máquina, recursos financeiros, retrabalhos, entre outras possíveis perdas). De acordo com a NBR 5462/1994, “manutenção corretiva é aquela efetuada após a ocorrência de uma pane e é destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida”.

4.1.2 Manutenção Corretiva Planejada

Para Kardec e Nascif (2012) quando se tem um trabalho que foi feito com um planejamento adequado ele gera menos custos, é executado de forma mais rápida e conseqüentemente mais seguro do que um trabalho executado sem planejamento prévio. Isto posto, quando planejado, é sempre com qualidade superior.

Almeida (2016) diz que a principal natureza da manutenção Corretiva Planejada tem sua realização possível pela informação que chega através do acompanhamento da condição atual da máquina.

4.1.3 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva tem em sua essência prevenir possíveis paradas de linha, devido a defeitos, que possam ocorrer caso algum sistema mecânico ou elétrico entre em colapso (ALMEIDA 2014). Conforme apontam de Kardec e Nascif (2009) quando existe um estudo da frequência das falhas que tem atendimento pela equipe de manutenção na área corretiva, tem-se as informações necessárias sobre a vida útil das peças do equipamento que são fornecidos pelo fabricante (quando fora da taxa de mortalidade infantil) e é feito um diagnóstico das máquinas fica então viável a construção de um cronograma que permite programar as paradas para que possa ser possível realizar alguns procedimentos, tais como:

- Reparos;
- Reaperto;
- Troca de Peças;
- Limpeza; e
- Lubrificação;

4.1.4 Manutenção Preditiva

Através da manutenção preditiva é possível apontar as atuais condições de trabalho do equipamento de conformidade com os dados obtidos a partir de um histórico de tempo de vida útil da peça, componente ou equipamento ou quando são necessárias regulagens (ALMEIDA 2016). Em acordo com o que Almeida (2016) aponta, Kardec e Nascif (2009) já traziam as afirmativas dizendo que tal parte da manutenção tem sua base em inspeções periódicas que não param a produção para serem realizadas, que analisam alguns fenômenos que podem ocorrer nos equipamentos, como: temperatura acima ou a baixo do aceitável, vibração dos componentes fora das especificações, ruídos fora da normalidade, dentre outros aspectos. Por meio de equipamentos específicos são realizadas tais medições nos componentes necessários.

4.1.5 Manutenção Detectiva

Define-se:

Manutenção Detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção, comando e controle, buscando detectar FALHAS OCULTAS ou não perceptíveis ao pessoal de operações e manutenção. (KARDEC E NASCIF, 2012).

Para Kardec e Nascif (2012) desse modo, toda e qualquer tarefa executada para averiguar se um sistema de proteção está sob condições corretas de funcionamento, representam a Manutenção Detectiva. Almeida (2016) ressalta ainda a necessidade de se encontrar falhas ocultas para garantir a Confiabilidade.

4.1.7 Manutenção Produtiva Total

Almeida (2016) menciona que as guerras tiveram uma grande influência para evolução da manutenção. Após o término da segunda guerra mundial algumas empresas japonesas, tais como a Toyota, criaram ferramentas administrativas com a finalidade de organizar sua infraestrutura, a parte financeira e com a maior preocupação de gerar empregos para o povo. A partir desse momento surge um novo campo na área de manutenção que era baseada em manutenções preditivas e preventivas e seu grande diferencial foi a forte capacitação dos operadores de máquinas, dessa forma participaram de modo ativo dos procedimentos de manutenção, concordando com Viana (2002), essa afirmativa de Almeida (2016) completa que a manutenção produtiva total visa o aproveitamento máximo da mão de obra.

4.1.8 Engenharia de Manutenção

Kardec e Nascif (2012) falam que quando se traz a Engenharia de Manutenção para dentro de uma indústria existe uma mudança cultural na forma de como é realizada a manutenção. Se trata de um apoio técnico, embasado cientificamente, que tem os esforços voltados a:

- Consolidar a rotina;
- Implantar a melhoria.

4.2 INDICADORES DE MANUTENÇÃO

Viana (2002) determina que quando se pretende começar a trabalhar com indicadores o primeiro passo a ser tomado é definir o estado real atual, feito isso deve-se então propor metas para alcançar, para cumprimento das metas estabelecidas também faz necessário se traçar um plano de ação para tornar possível alcança-las. Esses indicadores não servem apenas para acompanhar os desafios que surgem para o time de manutenção, mas também no que diz respeito ao seu cotidiano.

Para este trabalho, será utilizado apenas 3 indicadores, que são os utilizados pela empresa que vai ser estudada. MTBF, MTTR, MTTF e ainda uma contagem de quebras mensal para controle de efetividade na manutenção.

- I. MTBF – *Mean Time Between Failures* (Tempo Médio Entre Falhas);
- II. MTTR – *Mean Time To Repair* (Tempo Médio Para Reparo);II.
- III. MTTF – *Mean Time To Failure* (Tempo Médio Para Falha);

4.2.1 Indicador MTBF

O tempo médio entre as falhas é definido como a divisão da soma das horas disponíveis do equipamento para a operação (HD), pelo número de intervenções corretivas neste equipamento o período (NC) Viana (2002). O Tempo médio entre as falhas é dado pela seguinte fórmula:

$$MTBF = \frac{HD}{NC} \quad (1.1)$$

4.2.2 Indicador MTTR

O indicador MTTR é usado para fazer análises das médias do tempo que se demora para realizar um reparo em uma máquina ou equipamento. Sendo assim, Viana (2002) define o MTTR como sendo a média de tempo para o reparo é dada pela as horas totais indisponíveis devido a manutenção (HIM) pela quantidade de intervenções corretivas no dado período (NC). O Tempo médio entre reparos é dado pela seguinte fórmula:

$$MTTR = \frac{HIM}{NC} \quad (1.2)$$

Indicador MTTF

O indicador MTTF (tempo médio para falha) é usado com mais frequência para componente que quando falham ou quebram não podem ser reparados. O Tempo médio para falha é dado pela seguinte fórmula:

$$MTTF = \frac{HD}{N^{\circ}de\ falhas} \quad (1.3)$$

4.3 DISPONIBILIDADE, CONFIABILIDADE E MANUTENABILIDADE

Esses 3 conceitos são de essencial entendimento para que seja possível seguir com esse estudo. Levando em consideração que a manutenção se baseia nesses 3 pilares deve-se tomar um cuidado especial para não os confundis e, na pior das hipóteses, usar tais conceitos de forma equivocada (Lafraia 2001). Cada conceito traz consigo a sua parte teórica.

4.3.1 Disponibilidade

Conforme aponta a NBR 5462:

A disponibilidade é a capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados. O termo “disponibilidade” é usado como uma medida do desempenho de disponibilidade. (NBR 5462, 1994)

4.3.2 Confiabilidade

O termo Confiabilidade teve origem na análise de falhas de equipamentos eletrônicos de uso das forças armadas dos Estados Unidos da América, os anos 50 (Almeida, 2014) “Em 1960, foi criado pela *Federal Aviation Administration* um grupo para estudo e desenvolvimento de um programa de confiabilidade para a indústria aeronáutica” (*FAA – Federal Aviation Administration*). Conforme aponta a NBR 5462-1994

Confiabilidade é a capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições específicas, durante um intervalo de tempo. O termo confiabilidade $R(t)$ é usado como uma medida de desempenho de confiabilidade. (NBR 5462, 1994).

4.3.3 Manutenibilidade

Lafraia (2001) define a manutenibilidade como o maior ou menor grau de facilidade na para executar os serviços necessários da manutenção.

Monchy (1989) apresenta a definição probabilística a Manutenibilidade como as formas de realizar a manutenção para restaurar o funcionamento, dentro dos limites estipulados, respeitando sequências de trabalhos a serem executados já prescritos anteriormente. De forma mais simples, é a probabilidade de que um equipamento com falha seja preparado dentro de um tempo t.

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo foi realizado em uma empresa na região metropolitana de Curitiba e adotou como o procedimento metodológico a pesquisa-ação. Em relação à finalidade, trata-se de uma pesquisa de caráter descritivo e aplicado.

A pesquisa-ação caracteriza-se como investigação social de base empírica, ou seja, que se apoia na experiência e na observação dos processos e acontecimentos no dia a dia dos atores sociais. Ela geralmente é associada a “[...] uma ação com a realização de um problema coletivo no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo” (THIOLLENT, 2007). Sendo assim, os participantes não são tratados como objetos, mas como sujeitos inseridos no acontecimento.

5.1 DELINEAMENTO DE PESQUISA

A estrutura utilizada na metodologia da pesquisa-ação se baseia num ciclo contínuo de cinco fases, sendo elas: planejamento; coleta de dados; análise dos dados e planejamento das ações; implementação das ações e avaliação dos resultados (THIOLLENT, 2007). O monitoramento se faz necessário em todas as fases do projeto. Além disso, Thiollent salienta que é imprescindível a implementação da ação por parte do grupo envolvido no problema em observação. O quadro 01 a seguir representa as atividades que foram realizadas para desenvolvimento deste estudo, com base nas etapas elencadas por Thiollent para a realização da pesquisa-ação.

QUADRO 01 - Estrutura com as etapas da pesquisa-ação.

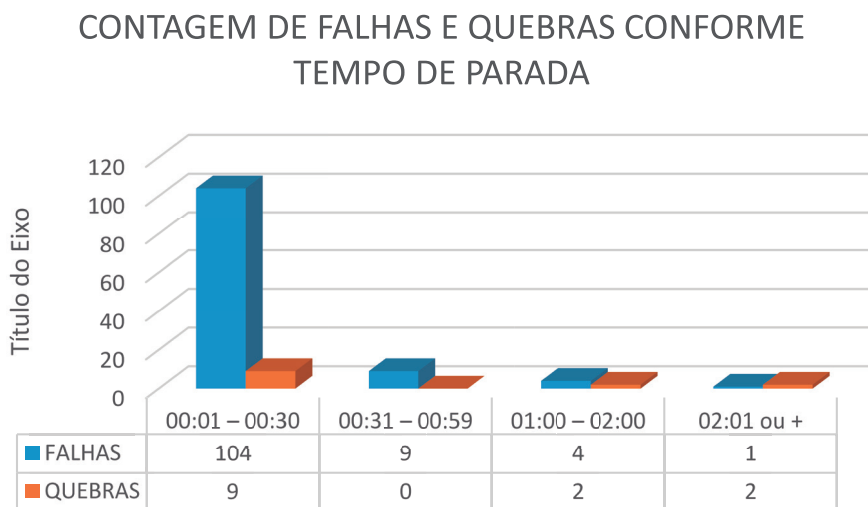
ESTRUTURAÇÃO DA PESQUISA-AÇÃO		
ETAPAS DA PESQUISA-AÇÃO	CONDUÇÃO DA PESQUISA-AÇÃO	
PLANEJAMENTO DA PESQUISA-AÇÃO	DEFINIR CONTEXTO E PROPÓSITO	Os tempos atuais gastos para realizar o reparo ou troca de alguma peça ou componente da LINHA 1 são altos e podem ser melhorados com algumas pequenas mudanças sugeridas com base nos dados coletados. Melhorar o tempo gasto para reparo na LINHA 1 é essencial para que se diminua o indicador MTTR.
	DEFINIR ESTRUTURA CONCEITUAL-TEÓRICA	Buscou-se na literatura os conceitos de manutenção e aplicação, conceitos de Disponibilidade, Manutenibilidade e Confiabilidade.
	SELECIONAR UNIDADE DE ANÁLISE E TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS	Processo de envase de uma indústria farmacêutica. Para chegar ao produto final passa pela fabricação, processo de limpeza de frascos, envolve esteiras de apoio, esteiras de tampa e esteiras de acabamento, unidades de envasamento, todas controladas por componentes elétricos. A coleta de dados foi feita por acompanhamento da linha e relatórios do antigo software utilizado pela manutenção.
COLETAR DADOS	A coleta de dados foi feita por meio de relatórios contidos nas bases da empresa, definindo o prazo de análise de dados de janeiro a setembro de 2017. Levando a pesquisa e estudo até o ano de 2018, quando foi concluído este trabalho.	
ANALISAR DADOS E PLANEJAR AÇÕES	Com os dados em mãos deu-se início a análise dos mesmos, onde começou a ser definidas algumas sugestões para melhora que visa diminuir o MTTR. Usado para tal o software Bizagi e figuras do processo do fluxo de manutenção atual confrontados com a proposta de mudanças.	
IMPLEMENTAR AÇÕES	A implementação das ações deve ser aprovada pela gestão de manutenção, produção e pelos gerentes do parque fabril, projeto encaminhado a eles e que aguarda a resposta.	
AVALIAR RESULTADOS E GERAR RELATÓRIO	Os resultados estão dispostos no capítulo 4 deste trabalho e ainda são propostas ações para os próximos estudos (vide capítulo 5).	

FONTE: o autor (2018)

6. DESENVOLVIMENTO: DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para o presente trabalho definiu-se a data de início e fim da coleta de dados em 01/01/2017 à 30/09/2017. Todo o histórico de falhas e quebras foi coletado e separados na figura 01 a seguir:

Figura 01 – Duração em horas das Falhas e Quebras na LINHA 1

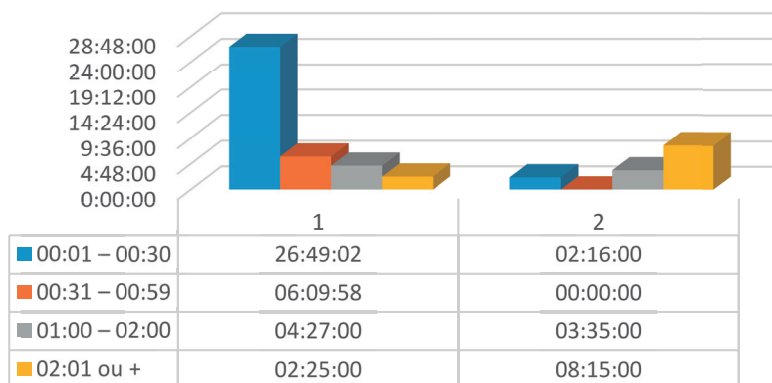


Fonte: O Autor (2018).

Contando em horas temos o seguinte quadro:

FIGURA 02 – Paradas em horas x número de contagem de paradas

PARADAS EM HORAS



Fonte: O autor (2018).

Discutindo sobre as falhas temos que:

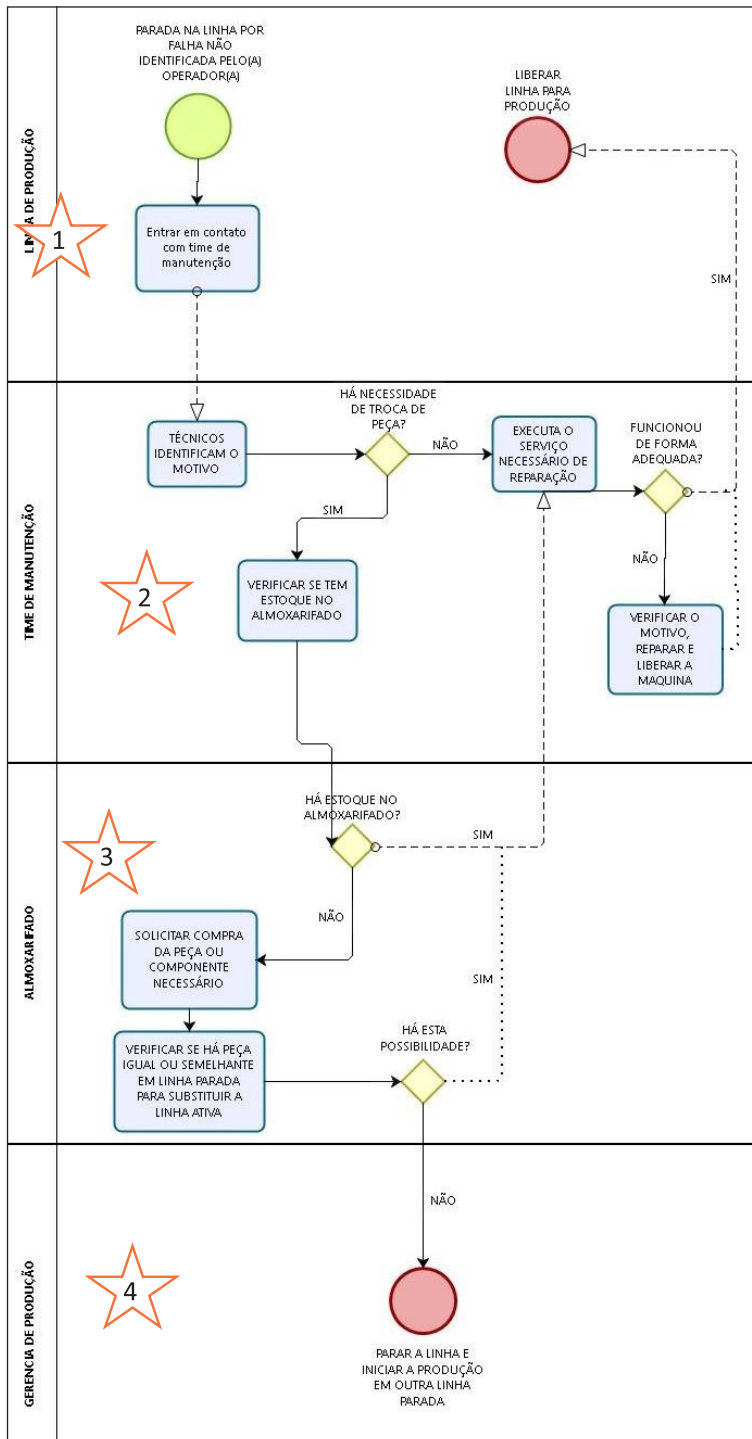
- Paradas de 00:01 a 00:30: somam mais de 26 horas de parada, confrontados com o grande número de falhas (104), faz se necessária atenção então a tomada de possíveis medidas de precaução a essas falhas curtas e tornar a análise das mesmas conforme o nível de criticidade delas ou se houve diminuição na Confiabilidade do produto.
- A uma diminuição no número de horas paradas conforme avançamos nas classificações de paradas diminuem a soma total dos tempos, isso se deve ao **número de paradas x horas paradas**.

Para quebras os índices soam dispersos pois não a um padrão de crescimento ou decrescimento conforme o **número de paradas x horas paradas**. Porém, fica claro que as quebras causam são as que tem menos ocorrências, mas quando acontecem custam mais horas do time de manutenção.

Mapeamento e potenciais de melhoria detectados

Após construção do fluxo de atividades de manutenção no referido processo (Figura 3) quatro potenciais de melhoria foram levantados, conforme detalhamento a seguir:

FIGURA 03 – Fluxograma do Processo de manutenção corretiva.



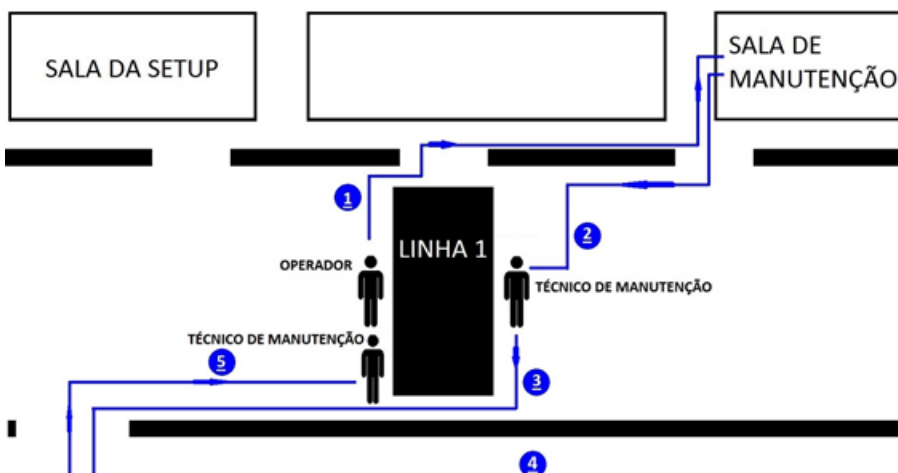
FONTE: O autor (2018).

1. Atualmente quando há uma parada na linha o operador tem que se deslocar até a sala de manutenção para que possa chamar um técnico mecânico ou elétrico para que averiguem a ocorrência da parada da linha. Com rádios de comunicação direto com o time de manutenção esse deslocamento não será mais necessário diminuindo assim o tempo do primeiro deslocamento.
2. O espaço físico do almoxarifado é fora da fábrica e o tempo médio de deslocamento de um técnico ou aprendiz de manutenção até o lá é de 10 minutos. Juntamente com uma análise de falhas e quebras pode se mapear as peças e componentes que mais tem ocorrências de falha. De tal forma que seja possível de se criar um almoxarifado de forma reduzida dentro da fábrica, utilizando um pequeno espaço da sala de *setup* das linhas de produção. Por conseguinte, reduzindo o tempo de deslocamento médio em no mínimo em 17 minutos. O presente estudo tem maior ênfase nesse ponto, uma vez que é onde vai se ter a maior redução de tempo por deslocamento levando em conta a necessidade da correta prática das análises de falhas e quebras que não soam prioritárias para os técnicos.
3. A solicitação da compra de peça é feita somente pelo planejador de manutenção da fábrica que, devido a demanda, faz a solicitação do item necessário em 1 ou 2 dias. Para aprovação da compra pode levar até 5 dias uteis. A solução para este ponto pode ser a contratação de mais um profissional da área, mas como foge ao tema deste estudo não será tratado a fundo.
4. A decisão da gerência de parada da linha para deslocar o pessoal para outra linha e reiniciar a produção de um novo produto varia conforme é dado as outras etapas. Se todas as etapas forem demoradas mais tardio será a decisão da gerência da troca de linha. Tal aspecto é de fato importante, porém por se tratar de gestão da produção aliada a gestão de manutenção não será tratada neste trabalho.

6.1 ESTADO ATUAL E PROPOSTA DE ESTADO FUTURO

Após ter sido definido quais partes serão propostas as melhorias necessárias, foram analisadas várias possibilidades de melhorias. Como no item 4 deste capítulo é prontamente apresentado sugestão de melhoria para este ponto, porem também tem ressalva nas figuras 04 e 05. O Ponto 2 será o que tem mais foco neste trabalho.

FIGURA 04 – Estado atual de deslocamento quando há necessidade de ida ao almoxarifado



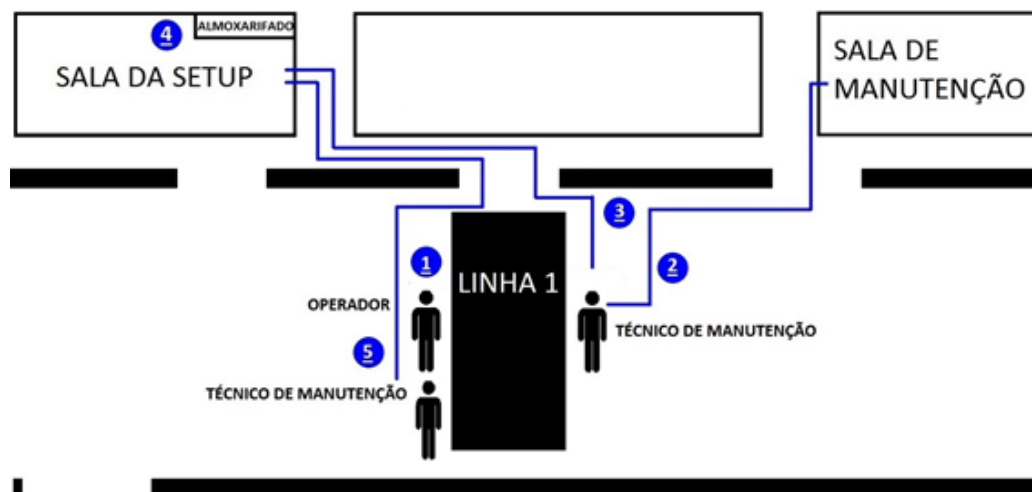
Fonte: O autor (2018)

Onde:

- 1 – Deslocamento do operador até a sala de manutenção para chamar os técnicos;
- 2 – Deslocamento do técnico até a linha para verificar o motivo da parada;
- 3 – Técnico se desloca até o almoxarifado para buscar a peça ou componente necessário para realizar a troca/reparo;
- 4 – Almoxarife abre requisição e procura pelo elemento pedido pelo técnico;
- 5 – Técnico retorna a linha para realizar a troca/reparo necessário.

Para o estado futuro é planejado a proposta de troca de *layout* da sala de *SETUP*, onde será usado um espaço que vazio para ser montado um pequeno almoxarifado que conterà apenas as peças que precisam ser trocadas com mais frequência nas manutenções corretivas, ou seja, peças ou componentes que necessitam de troca em paradas não previstas causadas por falhas ou quebras (emergências). Com isso é proposto o novo *layout* apresentado na figura 04, a seguir:

FIGURA 05 – Proposta de novo LAYOUT da sala de SETUP esboçando os deslocamentos.



Fonte: O Autor (2018).

Onde:

- 1 – Operador da linha utiliza o rádio para comunicar o time de manutenção sobre a parada;
- 2 – Deslocamento do técnico até a linha para verificar o motivo da parada;
- 3 – Técnico se desloca até a sala de *SETUP* no novo almoxarifado para buscar a peça ou componente necessário para realizar a troca/reparo;
- 4 – Almoxarife abre requisição e procura pelo elemento pedido pelo técnico;
- 5 – Técnico retorna a linha para realizar a troca/reparo necessário.

Para embasar a proposta foram realizados acompanhamentos e 20 medições de tempos dos deslocamentos realizados por todos os profissionais envolvidos no momento de parada da linha, salvo somente os que foram necessárias ida ao almoxarifado que fica externo a fábrica. Apresentando tais dados na tabela 03, a seguir:

TABELA 03 – Acompanhamento das medições dos deslocamentos

Nº DE ACOMPANHAMENTOS	ETAPAS DOS TEMPOS ATUAIS				
	1	2	3	4	5
MINIMO	00:02:20	00:02:30	00:11:00	00:04:00	00:10:27
MÁXIMO	00:07:00	00:07:40	00:15:00	00:10:20	00:15:00
MÉDIO	00:03:15	00:04:55	00:12:50	00:06:45	00:12:35

Onde:

1	OPERADOR – SALA DE MANUTENÇÃO
2	TÉCNICO MANUTENÇÃO ATÉ A LINHA
3	TÉCNICO SE DIRIGE ATÉ O ALMOXARIFADO
4	ALMOXARIFE PROCURA A PEÇA OU COMPONENTE NECESSÁRIO
5	TÉCNICO RETORNA A LINHA PARA REALIZAR A TROCA

Fonte: O autor (2018)

Fica claro que se for eliminado o ponto 1 (deslocamento do operador até a sala de manutenção) pela utilização de rádio e o ponto 3 substituído por um deslocamento estimado de 3 minutos, então tem-se o estado futuro planejado:

$$DO_{\text{médio}} + DTA_{\text{médio}} + DRTL_{\text{médio}} = DMT_{\text{médio}} \quad (2.1)$$

$$195 \text{ (segundos)} + 770 \text{ (segundos)} + 755 \text{ (segundos)} = DMT_{\text{médio}}$$

$$DMT_{\text{médio}} = 1\,720 \text{ (segundos)} \text{ ou } \approx 28:40 \text{ (minutos)}$$

Onde:

$DO_{\text{médio}}$ = Deslocamento do operador

$DTA_{\text{médio}}$ = Deslocamento técnico ao almoxarifado

$DRTL_{\text{médio}}$ = Deslocamento de retorno do técnico para a linha

$DMT_{\text{médio}}$ = Deslocamento médio total

Sendo assim, com as mudanças sugeridas e calculados os novos tempos de deslocamento médio, conforme tabela 03, com as alterações necessárias, apresentados a seguir na tabela 04:

TABELA 04 – Planejamento de cálculo de deslocamento

Nº DE ACOMPANHAMENTOS	ETAPAS DOS TEMPOS ATUAIS				
	1	2	3	4	5
MINIMO	00:01:00	00:02:30	00:03:00	00:04:00	00:03:00
MÁXIMO	00:01:00	00:07:40	00:03:00	00:10:20	00:03:00
MÉDIO	00:01:00	00:04:55	00:03:00	00:06:45	00:03:00

1	OPERADOR – SALA DE MANUTENÇÃO
2	TÉCNICO MANUTENÇÃO ATÉ A LINHA
3	TÉCNICO SE DIRIGE ATÉ O ALMOXARIFADO
4	ALMOXARIFE PROCURA A PEÇA OU COMPONENTE NECESSÁRIO
5	TÉCNICO RETORNA A LINHA PARA REALIZAR A TROCA

Fonte: O autor (2018).

$$CO_{\text{médio}} + DTAP_{\text{médio}} + DRTL_{\text{médio}} = DMTP_{\text{médio}} \quad (2.2)$$

$$60 \text{ (segundos)} + 180 \text{ (segundos)} + 180 \text{ (segundos)} = DMTP_{\text{médio}}$$

$$DMTP_{\text{médio}} = 420 \text{ (segundos)} \text{ ou } = 7 \text{ (minutos)}$$

Onde:

$CO_{\text{médio}}$ = Chamada do operador.

$DTA_{\text{médio}}$ = Deslocamento técnico ao almoxarifado na sala de SETUP pretendido.

$DRTL_{\text{médio}}$ = Deslocamento de retorno do técnico para a linha pretendido.

$DMTP_{\text{médio}}$ = Deslocamento médio total pretendido.

Logo, confrontando-se os valores de deslocamento atual com os valores de deslocamento pretendidos, temos o seguinte ponto:

$$IM = DMT_{\text{médio}} - DMTP_{\text{médio}} \quad (2.3)$$

$$IM = 1720 \text{ (segundos)} - 420 \text{ (segundos)}$$

$$IM = 1300 \text{ (segundos)} \text{ ou } \approx 21:40 \text{ (minutos)}$$

Onde:

IM = Índice de melhora

Se levado em consideração uma margem de erro de 10% para mais, pois os tempos podem variar consideravelmente, temos o resultado de:

$$IM_{Corrigido} = IM + (IM \times 10\%) \quad (2.4)$$

$$IM_{Corrigido} = 1\,300 - (1\,300 \times 10\%)$$

$$IM_{Corrigido} = 1\,170 \text{ (segundos) ou } \approx 19:30 \text{ (minutos)}$$

Estes dados foram organizados então a seguir na tabela 05:

TABELA 05 – Organização de cálculos de tempos

	TEMPOS	
	segundos	minutos
DMT	1 720	00:28:40
DMTP	420	00:07:00
IM	1 300	00:21:40
	1 170	00:19:30

FONTE: O Autor (2018)

Dessa forma pode ser comprovado que com essa implementação é possível alcançar uma redução de desperdício de tempo de no mínimo 19:30 minutos. Sabendo disso é habilitado dar o próximo passo deste trabalho. Avaliar quanto de produção se perde em algumas hipóteses de parada e qual a potencial ganho de produção de peças com o novo layout proposto.

6.2 ITENS DO NOVO ALMOXARIFADO COM BASE NAS ANÁLISES DE FALHAS E QUEBRAS

Com base nas análises realizadas pelos técnicos de manutenção, da empresa em estudo neste trabalho, é possível criar sugestões de peças e equipamento que devem estar no novo almoxarifado (interno a fábrica).

Surge então a proposta de que os seguintes itens sejam colocados inicialmente no novo almoxarifado:

- Selo mecânico: item caro, mas pelas corrosões que vem ocorrendo deve ser levado em consideração ter este item em no mínimo 2 unidades.
- Filtro de água: usado para fazer limpeza do frasco, troca deve ser feita na manutenção preventiva, porém não tem sido o suficiente para manter limpo. Causa raiz ainda não identificada pelos técnicos.
- Filtro de matéria prima: para a matéria prima ser envasada deve estar sem

objetos sólidos, porém a corrosão nos canos que levam a matéria prima até o reservatório traz consigo pequenos pedaços dessa corrosão.

- Rolamentos: de todos os tipos que são usados na linha, itens pequenos e médios que não ocupam muito espaço.
- Roscas: para segurar os tubos de envase que trabalham com alta pressão.
- Braçadeiras: auxiliar para contenção dos tubos de envase.
- Relés: mesmo sendo componentes elétricos devem ser tratados neste trabalho pois influência diretamente o funcionamento de itens mecânicos na LINHA 01.

Dessa forma pode se alcançar os objetivos de melhora no tempo de realização de uma manutenção corretiva, tanto quanto as mais duradouras quando as que são rápidas a serem realizadas. Aumentando a Disponibilidade da linha para produção, mantendo a Manutenibilidade das máquinas da linha e aumentando a Confiabilidade das peças finalizadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar como o planejamento de manutenção em uma linha de envase em indústria de farmacêutica no Paraná, pode gerar benefícios e redução dos custos internos da Qualidade. Com o término do trabalho prova que esta fase de estudo foi averiguada e constatou que um bom planejamento de manutenção tem impacto positivo na produção com qualidade.

A pergunta de pesquisa traz consigo três hipóteses: H1 - A introdução do módulo PM do SAP para auxílio do planejamento da manutenção influencia positivamente na redução dos custos da Qualidade da indústria. H2 - A atualização do Planejamento de Manutenção contribui para melhor organização, eliminação de manutenções e gastos desnecessários. H3 - A escolha do tipo de manutenção a ser feito em uma linha, conforme a Criticidade, auxilia no alcance de índices de quebras ainda menores.

- Análise H1: como a introdução do módulo PM do SAP ainda está acontecendo na indústria estudada não é possível coletar dados suficientes para verificar se houve melhora considerável com a implementação do novo software de manutenção.
- Análise H2: Verificou-se que com os planejamentos propostos é tangível alcançar uma redução em tempo de execução de manutenções corretivas em cerca de 19 a 21 minutos quando há necessidade de troca de peça se tem ela em estoque, o que aumenta o número de peças produzidas se a linha for liberada antes.

- Análise H3: Como o tempo para análises de todas as formas de manutenção conforme a necessidade é pouco este item não foi possível ser verificado em suas instâncias necessárias. Trazendo o trabalho apenas para o foco em manutenção corretiva.

Com os resultados obtidos é possível chegar a uma redução de tempo na manutenção corretiva de até 21 minutos, apenas com o deslocamento que será reduzido, introduzindo algumas pequenas mudanças de *layout* e com a requisição de alguns rádios, inicialmente, apenas para os chefes de operação das linhas de produção.

Entende-se também que quando houve o cumprimento do objetivo geral também foi possível atingir os objetivos específicos determinados.

Com o decorrer deste trabalho houveram várias dificuldades de execução e pesquisa, uma delas que foi a principal para a não conclusão de um dos objetivos específicos por falta de dados e tempo limitado. Verificar a possível inclusão da manutenção preditiva e detectiva, que por demandar maior tempo de pesquisa de dados e de mercado para a inclusão deste método, com essa barreira e mais a necessidade de provar a eficiência numericamente este objetivo, antes tão apreciado pelo autor, foi alterado.

A pesquisa-ação também apresenta algumas limitações inerentes, conforme já apresentado no capítulo 3 que consistem em dificuldades de validação e controle da interferência do pesquisador. Procurou-se minimizar estas dificuldades ao seguir e aplicar o procedimento de pesquisa conforme o rigor metodológico preconizado por Thiollent.

Para trabalhos futuros sugere-se a pesquisa de como o módulo PM do SAP trouxe melhorias para a gestão de manutenção e a melhora de comunicação com outros setores desta indústria (como a área de compras e de gestão de produção). Levando em conta o maior prazo para coleta de dados e análise comparativa com o software passado.

A possibilidade da introdução da manutenção preditiva e detectiva, baseada em pesquisa de mercado (preço dos equipamentos necessários) e confrontando esses valores com as possíveis diminuições de gastos da manutenção com o implemento destas práticas.

REFERÊNCIAS

- ABRAMAN. **Documento Nacional**: Resultado 2013. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/sidebar/documento-nacional/resultado-2013>>. Acesso em: 30 out. 2017.
- ALMEIDA, P. de. **Manutenção mecânica industrial**: conceitos básicos e tecnologia aplicada. São Paulo: Érica, 2015.
- _____. **Manutenção mecânica industrial**: princípios técnicos e operações. São Paulo: Érica, 2016.
- BARRINGER, P. **An overview of reliability engineering principles**. Houston: Oxford University, 1996.
- CAMEIRA, R. F.; BERNARDIR, J. S. B.; SANTOS, L. F. A. dos. Indústria 4.0 e manutenção preditiva. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 23., 2017, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SIMPOI, 2017.
- GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção**: função estratégica. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.
- _____.; _____. **Manutenção**: função estratégica. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.
- LAFRAIA, J. R. B. **Manual de confiabilidade, mantabilidade e disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.
- MONCHY, F. **A função manutenção**. Rio de Janeiro: Brasileira; Durban, 1989.
- NUNES, J. M.; INFANTE, M. **Pesquisa-ação**: uma metodologia de consultoria. Rio de Janeiro: Fiocruz. 1996
- OLSEN, R. G. Federal Aviation Administration (FAA): historical chronology. **Berkeley Technology Law Journal**, Berkeley, v. 32, n. 24, p. 131-144, Apr./June 2013. Disponível em: <https://www.faa.gov/about/history/chronolog_history/media/b-chron.pdf>. Acesso em: 30 out. 2017.
- ROMAN, D. J.; MARCHI, J. J.; ERDMANN, R. H. Abordagem qualitativa na pesquisa em administração da produção no Brasil. **Revista de Gestão**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 131-144, abr./jun. 2013.
- THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2007.
- VIANA, H. R. G. **PCP**: planejamento e controle da manutenção. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.