



**Cristiano Luis Becker**

**IMPLEMENTAÇÃO DA TPM EM UMA PROPRIEDADE AGRÍCOLA COM  
APLICABILIDADE EM UMA COLHEDORA AUTOPROPELIDA**

Horizontina - RS

2019

**Cristiano Luis Becker**

**IMPLEMENTAÇÃO DA TPM EM UMA PROPRIEDADE AGRÍCOLA COM  
APLICABILIDADE EM UMA COLHEDORA AUTOPROPELIDA**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em engenharia de Produção na Faculdade Horizontina, sob a orientação da professora Eliane Garlet, Ma.

Horizontina - RS

2019

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

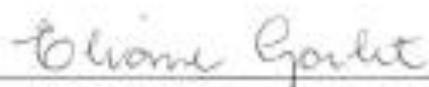
A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso:

**"IMPLEMENTAÇÃO DA TPM EM UMA PROPRIEDADE AGRÍCOLA COM  
APLICABILIDADE EM UMA COLHEDORA AUTOPROPELIDA"**

Elaborado por:  
Cristiano Luis Becker

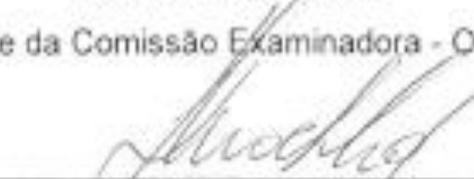
Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia de Produção

Aprovado em: 29/11/2019  
Pela Comissão Examinadora



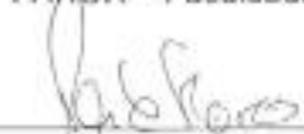
---

Mestre. Eliane Garlet  
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador



---

Mestre. Luis Carlos Wachholz  
FAHOR – Faculdade Horizontina



---

Mestre. Paulo Marcos Flores  
FAHOR – Faculdade Horizontina

Dedico este trabalho a toda minha família, amigos, principalmente ao meu filho Guilherme e esposa Débora pelo suporte e compreensão nos momentos de ausência.

Ao agradecer é difícil ser justo com as palavras e com todos os familiares, professores, colegas e amigos que contribuíram direta e indiretamente para o alcance dos objetivos. Em especial a minha orientadora Mestra Eliane Garlet, pela sua dedicação e conhecimento transmitido.

“Que todos os nossos esforços estejam sempre focados no desafio à impossibilidade. Todas as grandes conquistas humanas vieram daquilo que parecia impossível”.

(Charles Chaplin)

## RESUMO

A ininterrupta busca por aumento da disponibilidade e eliminação de falhas por máquina, exigem cada vez mais a busca e implementação de ferramentas de controle, bem como, definições para aperfeiçoamento destes conceitos. As reduções das falhas por equipamento são objetivos destacados pelas atividades de prestação de serviços no meio agrícola, e, neste contexto, demandam por metodologias e ferramentas para garantir o máximo do desempenho dos equipamentos. Uma das filosofias de referência satisfatória para estas definições é a Manutenção Produtiva Total (TPM) que promove gestão dos processos de manutenção. Portanto, para a propriedade rural, no contexto em que atua, o uso da filosofia TPM se torna uma importante ferramenta para definições de desempenho e lucratividade. A presente pesquisa teve como objetivo a implementação da TPM em uma propriedade do agronegócio do RS, identificando e promovendo a cultura de gestão da manutenção. A metodologia é definida como sendo pesquisa-ação devido ao envolvimento e atuação do pesquisador com as atividades de implementação da proposta descrita. Sendo definida como de caráter qualitativa, em que as atividades quando desenvolvidas adjunto aos colaboradores, proporcionam liberdade para questionamentos tanto do pesquisador como por parte dos entrevistados. Além disso, a pesquisa proporcionou para a propriedade rural uma mudança cultural para as definições tangentes a gestão e abordagens das atividades de manutenção. Destaca-se a importância do tema para com a área de Engenharia de Produção diante do desenvolvimento da pesquisa, onde que os propósitos e resultados confirmam a importância no que tange às definições para controles mais rigorosos da manutenção.

**Palavras-chave:** Agrícola. Filosofia. Manutenção Produtiva Total.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desenvolvimento da metodologia TPM no passar dos anos.....	18
Figura 2 – Oito pilares de sustentação da TPM .....	21
Figura 3 – Estrutura da melhoria específica.....	25
Figura 4 – Parâmetros utilizados na manutenção preditiva.....	31
Figura 5 – Tipos de manutenção.....	33
Figura 6 – Definições etapas pesquisa ação.....	39
Figura 7 – Etapas de implementação da TPM .....	43
Figura 8 – Base para a implementação da TPM .....	50
Figura 9 – Pilar de Educação & Treinamento.....	52
Figura 10 – Horímetro .....	53
Figura 11 – Exemplo de falhas constatadas na máquina.....	54
Figura 12 – Lubrificação e Serviços Periódicos .....	55
Figura 13 – Pontos de lubrificação lado esquerdo .....	57
Figura 14 – Pontos de lubrificação lado direito .....	58
Figura 15 – Atividades de manutenção após as inspeções descritas .....	59
Figura 16 – Alocação do Checklist diário .....	60
Figura 17 – Atividades de inspeção diárias com uso do Checklist.....	63
Figura 18 – Análise de lubrificantes .....	64
Figura 19 – Posição dos termômetros.....	65
Figura 20 – Ferramentas para manutenção .....	66
Figura 21 – Tubulação de sucção de ar danificada.....	67
Figura 22 – Modelo de checklist.....	68
Figura 23 – Modelo de checklist atualizado .....	69
Figura 24 – Ciclos de colheita .....	70
Figura 25 – Sequência de implementação da TPM.....	73

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Definição de etapas para implementação da MA .....	22
Quadro 2 – Etapas de implementação da TPM .....	34
Quadro 3 – Fases e atividades de estruturação do método de pesquisa.....	40
Quadro 4 – Cronograma de implementação da TPM.....	42
Quadro 5 – Definições de atividades.....	56
Quadro 6 – Atividades de manutenção .....	72

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1	TEMA .....	12
1.2	DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	12
1.3	PROBLEMA DE PESQUISA .....	13
1.4	HIPÓTESES.....	13
1.5	JUSTIFICATIVA .....	14
1.6	OBJETIVOS .....	15
<b>1.6.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>15</b>
<b>1.6.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>16</b>
2.1	MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL.....	16
2.2	A ORIGEM DA TPM.....	17
2.3	EVOLUÇÃO DA TPM.....	18
2.4	PROPÓSITO DA TPM.....	19
2.5	PILARES DA METODOLOGIA TPM .....	20
<b>2.5.1</b>	<b>PILAR 1 – Manutenção Autônoma (MA).....</b>	<b>21</b>
<b>2.5.2</b>	<b>PILAR 2 – Manutenção Planejada (MP) .....</b>	<b>23</b>
<b>2.5.3</b>	<b>PILAR 3 – Controle inicial.....</b>	<b>24</b>
<b>2.5.4</b>	<b>PILAR 4 – Melhoria Específica .....</b>	<b>24</b>
<b>2.5.5</b>	<b>PILAR 5 – Educação &amp; Treinamento.....</b>	<b>26</b>
<b>2.5.6</b>	<b>PILAR 6 – Segurança e Meio Ambiente.....</b>	<b>26</b>
<b>2.5.7</b>	<b>PILAR 7 – TPM Office - TPM em Área Administrativa .....</b>	<b>27</b>
<b>2.5.8</b>	<b>PILAR 8 – Qualidade .....</b>	<b>28</b>
2.6	TÉCNICAS DE MANUTENÇÃO .....	28
<b>2.6.1</b>	<b>Manutenção Corretiva.....</b>	<b>29</b>
<b>2.6.2</b>	<b>Manutenção Preventiva .....</b>	<b>29</b>
<b>2.6.3</b>	<b>Manutenção Preditiva .....</b>	<b>30</b>
<b>2.6.4</b>	<b>Manutenção Detectiva .....</b>	<b>32</b>
<b>2.6.5</b>	<b>Engenharia de Manutenção.....</b>	<b>33</b>
2.7	ETAPAS DE IMPLEMENTAÇÃO DA TPM.....	34
2.8	METODOLOGIA 5S .....	36
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>38</b>
3.1	MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	38
<b>3.1.1</b>	<b>Pesquisa-Ação .....</b>	<b>38</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Quanto à abordagem .....</b>	<b>40</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Quanto aos objetivos.....</b>	<b>41</b>
3.2	CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES .....	42
3.3	ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES.....	42
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>47</b>
4.1	HISTÓRICO E DEFINIÇÕES DA PROPRIEDADE .....	47
4.2	ANÁLISE DA PROPRIEDADE .....	47
<b>4.2.1</b>	<b>Ciclos da manutenção .....</b>	<b>48</b>
4.3	IMPLEMENTAÇÃO DA TPM.....	48
<b>4.3.1</b>	<b>Etapas de realização das atividades .....</b>	<b>49</b>
4.4	ABORDAGEM DE 5S .....	71
4.5	DISCUSSÃO FINAL DOS RESULTADOS.....	72
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>76</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>79</b>

<b>APÊNDICE A – PRIMEIRO MODELO DE CHECKLIST.....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICE B - MODELO DE CHECKLIST ATUALIZADO .....</b>	<b>82</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com as constantes evoluções do mercado em relação à prestação de serviços e a terceirização de máquinas e equipamentos agrícolas, têm proporcionado um grande destaque nesta participação de mercado, inseridas em um cenário cada vez mais competitivo e com um nicho de clientes com mesmo objetivo comum e preocupações que assolam a gestão destas empresas.

A inserção de novos produtos ou emprego de novas tecnologias está dentre as atividades que se correlacionam com as atividades de manutenções diárias. Mas para este feito é imprescindível que se tenha um planejamento e atenção para com os cuidados necessários para cada equipamento, os quais garantem resultados de suma importância para a empresa se manter competitiva.

Neste contexto de atuação, além dos processos de manutenções diárias, é preciso estar atento para as atividades de manutenção que, até então, são definidas como pós-safra ou antecedentes a atuação de colheita. Para este feito nem sempre o gerente ou proprietário possui um planejamento ou conhecimento para desenvolver tal definição, situação que proporciona o desenvolvimento e aplicação da Manutenção Produtiva Total (TPM) definição esta que foi foco deste Trabalho Final de Curso (TFC).

As definições da TPM tratam com grande relevância o processo de controle da manutenção, a aplicação correta da filosofia irá proporcionar ao gestor e colaboradores, da propriedade rural, uma melhora significativa de suas perspectivas e controle do planejamento, principalmente a redução de custos e confiabilidade dos equipamentos.

Dentre outros fatores que podem ser descritos, destacam-se as melhorias que podem oferecer para a propriedade um aumento em relação às atribuições durante as atividades de trabalho. Propósitos que estão diretamente correlacionados com todo o processo produtivo destes equipamentos.

Caracterizado pelo desenvolvimento e definições das práticas diárias proporcionando, orientações das atividades de manutenção através de normativas que foram verificadas e abordadas durante o contexto de pesquisa deste TFC. Para garantir o seguimento das necessidades, cabe a descrição e desenvolvimento de demandas e treinamentos para com as definições deste

contexto a fim de identificar melhorias durante o próprio desenvolvimento, garantindo assim o atingimento dos objetivos esperados.

Com base nestas definições, o presente trabalho desenvolveu-se através de um foco voltado a filosofia TPM ao processo de manutenção, com definições e esclarecimentos dos processos seguidos pela propriedade em foco. Fornecendo ao proprietário ferramentas analíticas com embasamento e informações gerenciais para desenvolvimento das melhorias propostas, aplicando métodos de análise direta.

As definições e objetivos diretos descrevem-se por estabelecer procedimentos e diretrizes que são necessárias para a implementação da filosofia em uma propriedade do agronegócio.

## 1.1 TEMA

O tema do presente trabalho descreve-se pela implementação da filosofia TPM aplicada a uma propriedade rural, com a finalidade de melhorar os processos de realização das manutenções dos equipamentos.

Com o avanço das terceirizações no ambiente do agronegócio os equipamentos devem ter um ótimo desempenho, tendo em vista as curtas janelas de colheita por cultura. Portanto, esta pesquisa apresenta a TPM com aplicabilidade direta na propriedade rural, levando em consideração uma colhedora autopropelida.

## 1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

A pesquisa foi implementada em uma propriedade rural atuante no agronegócio com atividade de terceirização de colheita e transporte de cereais. A mesma está localizada na região noroeste no estado do Rio Grande do Sul, onde foram realizadas as pesquisas e atividades relacionadas à gestão e procedimentos adotados com a manutenção dos equipamentos.

Diante da realidade da propriedade e por ser uma pesquisa pouco aplicada na área do agronegócio, esta pesquisa delimita-se na implementação dos seguintes pilares da filosofia TPM:

- Educação e Treinamento;
- Manutenção Autônoma;

- Manutenção Planejada;
- Controle Inicial.

As observações e análises proporcionaram o desenvolvimento da sistemática para atendimento aos fatores objetivos desta pesquisa e as melhorias para a propriedade rural.

### 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

O problema encontrado na propriedade rural é a falta total de registros e planejamento dos processos que contemplam desde a realização de qualquer tipo de manutenção em suas colhedoras até a organização das mais simples inspeções diárias. A propriedade é caracterizada pela terceirização dos processos de colheita que compreende retirada dos grãos quando maduros dos campos.

Porém, sendo fato que estes equipamentos não possuem qualquer tipo de registros e controle das atividades de manutenções, e estando os ciclos de colheitas cada vez menores. A quebra ou parada de um equipamento pelo menor tempo que seja, representa além de custos adicionais o descontentamento dos clientes devido à parada da colheita, parada esta que significa uma redução significativa da receita bruta diária. Sendo essa receita a principal fonte de renda nesta propriedade, portanto, tema proposto é de suma importância para eliminação ou redução das falhas de equipamento.

Com base nas definições do tema proposto, o problema de pesquisa caracteriza-se com a seguinte pergunta: Será eficiente a proposta de implementação da filosofia da TPM como a forma mais adequada para a propriedade rural, levando em consideração as especificações de uma colhedora para com o agronegócio?

### 1.4 HIPÓTESES

Pressupondo que as definições da TPM não foram especificamente desenvolvidas para esta aplicabilidade, diretamente para uma propriedade rural, quais seriam as formas mais adequadas para a definição de pesquisa:

- a. A propriedade, qual é do ramo agrícola, tende a não utilizar conceitos de manutenção;

- b. O proprietário deste equipamento desconhece conceitos da TPM;
- c. Na mensuração das receitas não são observadas as perdas devido às falhas/quebras durante o processo;
- d. Gestão e planejamento das atividades de manutenção não possuem organização de execução;
- e. O custo e satisfação do cliente não são observados de forma detalhada.

## 1.5 JUSTIFICATIVA

Esta pesquisa TFC aplicado a uma propriedade do agronegócio localizada na cidade de Três Passos - Rio Grande do Sul, RS, representa para o proprietário a facilidade de controle e tomada de decisão nas reais necessidades de manutenção do equipamento podendo controlar e planejar as manutenções, desta forma evitando as falhas.

Na propriedade rural percebe-se um aumento das atividades de terceirização, bem como, de aquisição de equipamentos e demanda de uma gestão pela manutenção produtiva total. Da forma que se definem as manutenções não é possível obter um controle específico das atividades de manutenção não tendo um sistema de gestão controlado. Desta forma este TFC contribuiu para a propriedade rural, pois é passível de aplicação para os outros equipamentos de mesma finalidade funcional, bem como com a perspectiva de aplicação para outras propriedades com mesmo aspecto de atividades.

Justifica-se pela necessidade de implementar a TPM devido a falta de gerenciamento, conhecimento e aos exagerados custos dentre os ciclos produtivos das atividades em que o equipamento de pesquisa está exposto.

Salienta-se que estas definições para o engenheiro de produção são de suma importância. A gestão dos conceitos e processos de manutenção com o uso da filosofia da TPM é indispensável neste nicho, pois contribui significativamente para o crescimento, desenvolvimento pessoal e profissional, exigindo conhecimentos específicos sobre o processo de manutenção produtiva total.

## 1.6 OBJETIVOS

Diante das descrições apresentadas, foram elencados os objetivos que conduziram a pesquisa.

### 1.6.1 Objetivo Geral

Implementar a TPM em uma propriedade agrícola com aplicabilidade em uma colhedora autopropelida.

### 1.6.2 Objetivos Específicos

Para que o objetivo geral fosse atingido foram listados os seguintes objetivos específicos:

- Realizar um levantamento de dados da estrutura do produto e processo, incluídos na base de documentação da gestão;
- Definir a aplicação do uso das ferramentas da Manutenção Produtiva Total;
- Elaborar a documentação necessária para os processos de manutenções;
- Definir treinamentos para aplicar ao proprietário e operadores.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo são apresentados os elementos que compõem a temática da Manutenção Produtiva Total, e demais elementos que constituem o embasamento teórico para a presente pesquisa.

### 2.1 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

Por longos anos as empresas atuaram de forma errônea baseando-se nas características de manutenção corretiva, trabalhando com grandes quantidades de desperdícios, altos custos e perdas de tempo para recolocar em atividade os equipamentos, considerando a manutenção como sendo um dos setores de perdas dentro da companhia (PEREIRA, 2009).

De acordo com Bormio (2000), as considerações do que é a TPM - *Total Productive Management* é definida pela busca da máxima eficiência em um sistema de produção na qual tem que ter envolvimento de todos os colaboradores.

Este aspecto também é abordado por Coelho (2008), que descreve a TPM como um melhoramento da metodologia da manutenção, que passa a ter o envolvimento de todos os operadores durante as suas atividades diárias, com objetivo de reduzir e eliminar as falhas, constatando-se que as práticas para atingimento do êxito desta ferramenta são baseadas no fator humano. Fatores estes que tendenciam a proporcionar um aumento significativo das manutenções autônomas que levam a empresa a ter um aumento da produtividade, maior disponibilidade dos equipamentos e melhorias no fator de qualidade dos itens produzidos.

De acordo com Silva (2013), a TPM é vista como uma parceria entre a manutenção e a produção de forma que os processos básicos da manutenção sejam efetuados pelos próprios colaboradores. Com as constantes definições da TPM e com as evoluções tecnológicas, os equipamentos foram sendo aperfeiçoados utilizando-se de sensores que proporcionaram aos operadores, além dos processos básicos, uma leitura mais detalhada dos equipamentos.

As necessidades e definições da TPM são também abordadas por Takahashi e Osada (2006) como *Total Productive Maintenance*, como um dos métodos e filosofias mais eficazes para de transformação da fábrica elevando o conceito de uma simples operação para um método orientado de gerenciamento

dos equipamentos. Para as definições e garantia de efetividade, é de extrema importância que todos na fábrica estejam envolvidos e engajados com as diretrizes e alterações dos conceitos atuais para com a filosofia da TPM.

## 2.2 A ORIGEM DA TPM

A TPM é originária do Japão, a qual foi introduzida em outros países como os Estados Unidos no ano de 1987, logo em seguida foram trazidos para o Brasil pelo Dr. Seiichi Nakajima (BORMIO, 2000).

Vale ressaltar a contribuição de Silveira (2018), no que diz respeito ao aparecimento do termo TPM sendo originário do *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM), sendo um dos métodos de gestão que tem por propósito identificar as perdas existentes na administração e também no processo produtivo, aumentando a utilização dos equipamentos das empresas melhorando a qualidade proporcionando produtos mais competitivos.

Cabe citar o trabalho de Kardec e Nascif (2002), em que define evoluções e aperfeiçoamentos da TPM ao longo dos tempos desde o seu surgimento. Considerando que as primeiras abordagens antecedem a segunda guerra mundial, onde empresas japonesas previram necessidades de melhora na produção e também em seus produtos, importaram ferramentas de gestão advinda dos Estados Unidos.

Ferramentas estas que foram otimizadas e adaptadas para a realidade das empresas Japonesas, onde em 1950 Seiichi Nakajima desenvolveu pesquisas baseadas em manutenção preventiva americana, mas somente em 1962 realizou a primeira visita aos Estados Unidos com objetivos específicos de estudar os processos produtivos desenvolvendo desta forma conhecimentos aprofundados ao tema (COELHO, 2008).

Com a introdução de equipamentos cada vez mais modernizados ao mercado as empresas japonesas se sentiram obrigadas a evoluir para uma abordagem de manutenção mais específica, foi aí que surgiu a Manutenção Produtiva (PM) que tinha o envolvimento apenas dos departamentos de manutenção (COELHO, 2008).

Em outro momento Coelho (2008) aborda que foi somente na década de 70, especificamente em 1971, que Seiichi Nakajima aperfeiçoou e combinou ideias

sobre as temáticas de manutenção, surgindo o *Total Quality Control* (TQC) e TPM com envolvimento direto de grande parte dos colaboradores das empresas, elevando a função manutenção a outro patamar de evolução adotado à nível mundial. Desenvolvendo desta forma um importante diferencial competitivo para as empresas que passaram a adotar a TPM, que envolvia apenas setores de produção para o envolvimento de todos os departamentos de uma companhia.

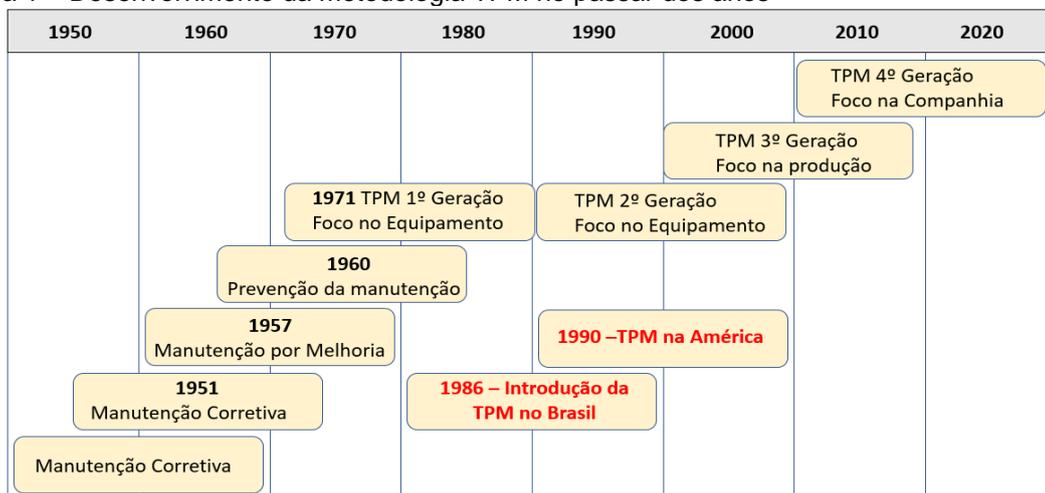
Considerando a importância dos estudos de Seiichi Nakajima com a evolução da TPM, é enfatizada por Kardec e Nascif (2002) enfatiza que o desenvolvimento e aperfeiçoamento dos conceitos trazidos dos Estados Unidos não teriam atingido tal patamar se não houvesse ocorrido alterações de algumas definições primárias, nas quais os operadores apenas produziam para com a participação de toda a companhia, a TPM não teria evoluído para os fatores que contribuíram para a grande diferenciação que se demonstrou no passar dos anos.

Coelho (2008) aborda que em Setembro de 1987, Seiichi Nakajima liderou uma missão de estudos sobre manutenção, nos EUA. A sua equipe fez apresentações sobre TPM a várias empresas industriais que revelaram interesse na implementação da TPM nas suas unidades fabris.

### 2.3 EVOLUÇÃO DA TPM

As etapas que compõem toda a história e evolução dos processos de melhoramentos que expressam a TPM são descritos por Silveira (2018) em forma gráfica com a representatividade da Figura 1.

Figura 1 – Desenvolvimento da metodologia TPM no passar dos anos



Fonte: Adaptado de SILVEIRA, 2018

Para Silveira (2018), em 1950 as definições da manutenção estavam baseadas em conserto somente após a quebra do equipamento. Já a partir de 1951 apareceram os primeiros indícios da manutenção preventiva no Japão, quais por sua vez já estavam sendo utilizadas nos Estados Unidos. Em 1957 ocorreu a introdução dos conceitos de manutenção voltados para com a melhoria, desta forma não esperando o equipamento falhar.

Comenta ainda Silveira (2018) que os conceitos para prevenção da manutenção surgiram em 1960, baseados em definições dos projetos para a realização facilitada se necessário intervenções de manutenção. A TPM chamada de 1º geração surgiu em 1971 definindo estratégias, garantindo a máxima eficiência dos equipamentos introduzindo conceitos como quebra zero. No início da década de 80 a TPM passa a ser chamada de 2º geração voltada diretamente para com a análise das perdas desenvolvendo o conceito de perda zero.

Outro aspecto descrito por Kardec e Nascif (2002) menciona que após a década de 70 deu-se o início da TPM da 3º geração, onde teve incremento de diversas ferramentas de suporte para com as suas definições se projetando para redução significativa dos custos aperfeiçoando o defeito zero. Mas foi somente a partir dos anos 2000 que a TPM evoluiu para a 4º geração tendo influência direta em setores como os administrativos até logísticos englobando desta forma a empresa como um todo.

Este aspecto também é comentado por Pereira (2009), em que o surgimento da manutenção preventiva se deu em 1951, com a prospecção de aumento de vida útil dos equipamentos tendo como medida de contenção o acompanhamento das condições operacionais. Já para o ano de 1957, o raciocínio de redução das falhas foi aperfeiçoado com a inserção de processos de melhorias forçadas nas correções dos defeitos ainda não previstos. Mas foi só em 1960 que as grandes empresas adotaram os projetos com foco em prevenção da manutenção corretiva, aumentando desta forma as preocupações em paradas de máquina e redução das manutenções dos ativos.

## 2.4 PROPÓSITO DA TPM

Ao referir-se a tal assunto Bormio (2000), argumenta que a TPM tem por propósito construir argumentos de prevenção para as diversas perdas

provenientes do sistema produtivo ao decorrer de todo seu ciclo de vida útil. Deve proporcionar o envolvimento de todos os departamentos das empresas desde finanças, contabilidade, engenharia, estoque até a própria manutenção.

De acordo com Pereira (2009), a TPM proporciona a criação de objetivos específicos para os ativos, garantindo a melhoria contínua tanto nos equipamentos bem como no quadro de colaboradores ou operadores dos equipamentos. Em se tratar de colaboradores garante desenvolvimento pessoal e profissional aguçando o conhecimento aumentando as aptidões técnicas dos colaboradores, desta forma proporcionando um aumento na rentabilidade das empresas.

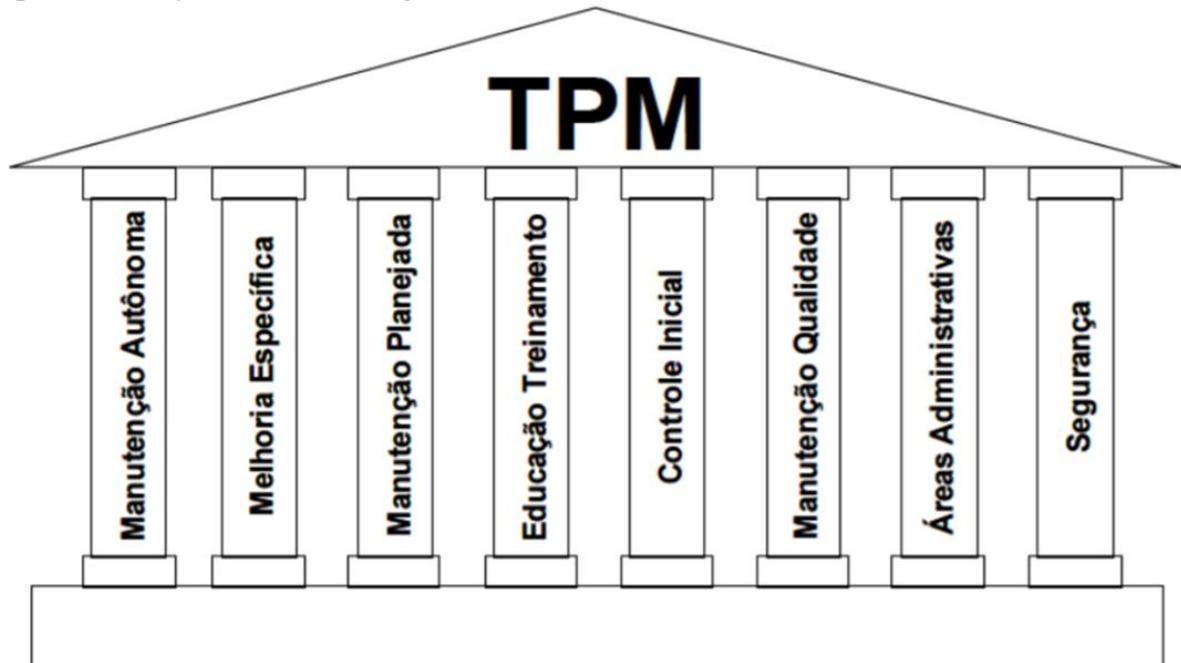
Neste mesmo contexto, Coelho (2008) aborda a TPM como uma grande precursora das melhorias e condições das manutenções e redução de falhas nos equipamentos, tendo além de controles de prevenção de falhas um aumento da produção diária e uma melhoria no que tange às características de qualidade dos produzidos.

## 2.5 PILARES DA METODOLOGIA TPM

Segundo Pereira (2009), a TPM é composta por oito pilares, conforme Figura 2, que representam e estruturam a base a qual a filosofia TPM é construída, garantem o envolvimento e comprometimento de todos os departamentos de uma empresa.

De acordo com Oliveira (2003), os oito pilares da TPM são formas de trabalho com o objetivo de redução e separação das perdas em cada uma de suas peculiaridades. Estas atividades são realizadas com interatividades entre elas, propiciam o atingimento das metas da filosofia da TPM.

Figura 2 – Oito pilares de sustentação da TPM



Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif. 2002, p.185

Os oito pilares são estruturados da seguinte forma segundo Pereira (2009):

- Manutenção Autônoma;
- Manutenção Planejada;
- Controle Inicial;
- Melhoria Específica;
- Educação e Treinamento;
- Segurança e Meio Ambiente;
- TPM Office - TPM em áreas administrativas;
- Qualidade.

### 2.5.1 PILAR 1 – Manutenção Autônoma (MA)

Aborda Bormio (2000) que o pilar da MA promove a melhoria e eficiência dos equipamentos através da capacitação dos operadores para atuarem diretamente na supervisão e manutenção do equipamento. Desta forma tendo os operadores condições e capacidades para a realização de pequenos reparos, ajustes e inspeções a fim de evitar quebra ou até a parada do equipamento, proporcionando a antecipação dos potenciais problemas.

Vale notar a contribuição de Pereira (2009) na qual descreve a Manutenção Autônoma como uma fase de definição primária para evitar falhas dos equipamentos, iniciando com a capacitação dos colaboradores, tornando-os capazes de verificar, ajustar e até realizar pequenos reparos. Tem como finalidade proporcionar mudanças no ambiente de trabalho a fim de proporcionar satisfação e aumento da produtividade em cada posto de trabalho.

Sendo assim, a Manutenção Autônoma significa mudar a mentalidade para: “Deste equipamento, cuido eu”, deixando de usar o antigo, que era: “Eu fabrico, você conserta.” (PEREIRA, 2009, p. 32).

Descreve ainda Bormio (2000) que as capacidades dos operadores tendem a descobrir anomalias primárias dos equipamentos, capacidade de recuperação, conhecimento para identificação e definição do modo de falha, capacidade de limpeza, lubrificação e identificação de falhas em potenciais. Mas que para tais medidas de conhecimento e atividades são listadas as etapas conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Definição de etapas para implementação da MA

<b>Etapas Implementação da Manutenção Autônoma</b>		
Fase 01	Fase de preparação	Treinamento operação e passos seguintes.
Fase 02	Limpeza e inspeção	Realização das atividades autônomas.
Fase 03	Medidas de controle de sujeidade	Ajustes ou alterações de contenção.
Fase 04	Definições de padrões	Elaboração de padrões e procedimentos de inspeção, limpeza e lubrificação.
Fase 05	Inspeção autônoma	Verificação.
Fase 06	Monitoração	Com base nos sentidos humanos: audição, olfato, visão e tato.
Fase 07	Ação	Realização de lubrificação e reparos.
Fase 08	Efetivação do controle autônomo	Atividade de autonomia.

Fonte: Adaptado de Bormio, 2000

Na concepção de Bormio (2000) as etapas que contemplam as fases de um a três, compreendem em início das atividades de implementação da MA, na qual o operador é capacitado e preparado para desenvolver as atividades que vão além da limpeza e contenção das sujidades. Garante uma melhora significativa dos operadores objetivando a redução das falhas ou quebras dos equipamentos

satisfazendo as condições de operação e melhorando as condições de uso e satisfação operacional.

Estas definições vêm de encontro ao citado por Pereira (2009) na qual a fase quatro é marcada pela característica de elaboração de padrões ou ciclos para procedimentos tanto de inspeção, limpeza, lubrificação, contenção de sujidades, como as definições de possíveis anomalias identificadas pelos operadores através dos sentidos. Nas fases de cinco a sete o operador já faz o uso da autonomia para a realização de lubrificação, conforme definição dos padrões estipulados nas fases anteriores, e realiza reparos evitando a intensificação da deterioração do equipamento pela falta de lubrificação ou excesso de sujeidade.

Na fase oito, conforme reforça Pereira (2009), é o momento em que o operador está apto para realização do trabalho autônomo, tendenciando a maturidade em relação às atividades e análises dos possíveis motivos de falhas ou que podem proporcionar uma falha.

### **2.5.2 PILAR 2 – Manutenção Planejada (MP)**

Ao referir-se ao assunto Coelho (2008) menciona que a Manutenção Planejada tem por objetivo evitar falhas dos equipamentos conforme a Manutenção Autônoma, porém com caracterizações proativas antecipando-se aos problemas.

Como faz notar Oliveira (2003) caracteriza a manutenção planejada como uma forma de integração entre a produção e a manutenção, para que os colaboradores da manutenção se desenvolvam a fim de instaurar um sistema mais efetivo eliminando desta forma as perdas por quebra do equipamento, retrabalho, paradas de máquina, aumentando a qualidade e produtividade do sistema fabril.

Outro aspecto levantado por Oliveira (2003) descreve o pilar da manutenção planejada como um fator contributivo para a manutenção autônoma. Permite promover um levantamento de dados do equipamento, realização de registro e controle das falhas fomentando um histórico dos equipamentos que por sua vez garante para a empresa identificar as oportunidades de planejamento e melhorias em cada equipamento.

### **2.5.3 PILAR 3 – Controle inicial**

As definições do pilar de Controle Inicial para Nuci (2015) são estabelecidos com a interatividade da engenharia de manutenção e engenharia de projetos, reduzindo assim a obrigação de manutenções nos equipamentos, apresentando também uma redução para as atividades iniciais entre a arrancada e a produção em grande escala.

Segundo Oliveira (2003), o controle inicial é também abordado como *Early Equipment Management* (EEM), (Gestão Antecipada de Equipamentos) que resulta em antecipar os conhecimentos identificando as possíveis situações problemas antes que as falhas aconteçam já nas fases iniciais de operações dos equipamentos. As atividades se caracterizam em estabelecer um mapeamento e divisão dos ciclos de implementação e atuação na fase inicial garantindo critérios que impeçam o avanço dos problemas quando identificados.

De acordo com Pereira (2009) este pilar é atrelado ao conceito prevenção da manutenção com estudos que garantem aquisições de ativos as quais apresentam alta confiabilidade com garantia de componentes de boa qualidade, facilidade de manutenção e acessos aumentando a disponibilidade e a confiabilidade nas fases iniciais de produção ou uso do equipamento.

### **2.5.4 PILAR 4 – Melhoria Específica**

Conforme Nuci (2015), o pilar da Melhoria específica objetiva redução das falhas ou perdas do sistema produtivo. Este pilar não possui uma definição de sequências exatas para as atividades, porém as atividades básicas são definidas em realização das definições das perdas específicas, esboçar estimativas de medições, fomentar metodologias de eliminação das perdas.

Contraopondo isso Oliveira (2003) aborda o pilar de melhoria específica como pilar de melhoramento focado, o qual por sua vez apresenta estrutura organizada para melhoramento no rendimento e eliminação das perdas. O fluxo das atividades, representado na Figura 3, demonstra uma organização e uma linha de definições e abordagens quanto às definições para melhorias nos equipamentos.

Figura 3 – Estrutura da melhoria específica



**Fonte:** Adaptado de Oliveira, 2003

Como faz notar Oliveira (2003), as definições da estrutura do pilar descrevem um trabalho organizado, utilizando uma metodologia para redução e planejamento das atividades para controle de perdas, ciclo qual deve ser reiniciado caso em análise final seja identificado à necessidade de melhorias no atingimento do melhoramento estipulado.

O trabalho do Pilar de Melhoramento Focado segue, basicamente, a seguinte estrutura: partindo de uma seleção prévia do tema a ser abordado, é necessário criar a estrutura do projeto. Com base na avaliação da situação atual, são formulados os objetivos, diagnosticados os problemas e formulado um plano de ação. A implantação das melhorias dar-se-á a partir do plano de ação formulado e, após a avaliação dos resultados é verificada a necessidade de se repetir às fases anteriores para o melhoramento proposto. (OLIVEIRA, 2003, p. 22).

De acordo com Silva (2012), o pilar de melhoria específica como atividades que acarretam resultados significativos para o processo produtivo seja ele através

de pequenas intervenções ou definições de conhecimento aguçado dos equipamentos para resolução das falhas em curtos períodos de tempo.

### **2.5.5 PILAR 5 – Educação & Treinamento**

As considerações de Bormio (2000) para o pilar de Educação & Treinamento descrevem as vantagens de investimento em treinamento dos operadores, pois os resultados serão garantidos. Os objetivos deste pilar estão caracterizados em desenvolver a competência, erudição e habilidades dos colaboradores tanto da manufatura como da área de manutenção. A importância do preparo e qualificação dos colaboradores garantem que as manutenções ou intervenções de manutenção ocorram de forma voluntária, sem que o operador se sinta retraído em cometer erros.

Segundo Nuci (2015), este pilar define-se por promover a qualificação dos colaboradores estabelecendo um nível de conhecimento homogêneo e de fortes investimentos nos processos de treinamentos para elevar a capacidade e as competências dos operadores promovendo desta forma uma mudança cultural e organizacional.

Para Gazel, Salles e Feitosa (2014), o pilar de Educação & Treinamento objetiva-se por promover um crescimento da informação e capacitação dos colaboradores tanto da manutenção quanto das áreas de manufatura, amplia os conhecimentos e as técnicas de forma que estejam habilitados em resolver as situações críticas e os problemas de forma espontânea, ou seja, “sem pensar”.

### **2.5.6 PILAR 6 – Segurança e Meio Ambiente**

Segundo Pereira (2009), o pilar de Segurança e Meio Ambiente dentro da filosofia da TPM consiste em garantir a integridade das pessoas e também promover um ambiente de trabalho confortável nos quais os colaboradores se sintam bem. As empresas que descuidam de seus colaboradores e garantem ter lucratividade estão se auto contrariando, além de promover um descuido e poluição do meio ambiente descaracterizando a cultura de boas práticas.

Conforme Silva (2012), neste pilar os objetivos estão voltados para cuidados com as definições corretas e o correto uso do Equipamento de Proteção individual (EPI) para os colaboradores que interagem com processos de risco,

bem como com atribuições promovendo um maior cuidado com os equipamentos reduzindo os resíduos gerados pelas manutenções e também com os descartes corretos tendo maior zelo com o meio ambiente.

Descreve Coelho (2008) que este pilar tem como característica a prevenção e cuidados com o ambiente fabril proporcionando esferas livres e isentas de poluição, com ambientes ergonomicamente corretos que proporcionam ao colaborador uma satisfação em atuar neste local.

### **2.5.7 PILAR 7 – TPM *Office* - TPM em Área Administrativa**

De acordo com Gazel, Salles e Feitosa (2014), o pilar da TPM em áreas administrativas como uma abordagem de redução de custos e gerenciamentos dos estoques bem como as reduções de custos e as definições de interfaces com ganhos na aquisição de equipamentos mais confiáveis. Este pilar por sua vez não tem prioridades em participação somente com os outros pilares, mas garante que o conhecimento seja expandido auxiliando outras áreas tornando-as mais produtivas e auxiliando nas técnicas e resolução dos problemas, com maiores responsabilidades e também atuar em disseminar para o restante da fábrica os conhecimentos necessários para desenvolver consciência de planejamentos mais confiáveis sejam eles em produção ou estoques.

As considerações de Bormio (2000) atribuem a este pilar questionamentos de qual seriam as atribuições do setor administrativo em relação a TPM de forma que não se atuam em máquinas e equipamentos produtivos, explicando logo em sequência que as definições do administrativo não se embasam somente em redução dos desperdícios gerados nas atividades de escritório mas também em auxiliar outras áreas a alcançar os objetivos tornando-os mais produtivos e eficientes.

Segundo Oliveira (2012), a TPM nas definições administrativas promove uma melhor integração dos times além de proporcionar ambientes mais confortáveis, facilitando a limpeza e organização. Em termos de organização proporciona ambientes mais padronizados reduzindo o uso de materiais ou consumíveis de uso comum.

### **2.5.8 PILAR 8 – Qualidade**

Segundo Coelho (2008), o pilar da Qualidade prevê uma satisfação total seja ela do cliente externo como do cliente interno, adota as qualificações de sempre ultrapassa as expectativas produzindo peças ou produtos com isenção de falhas ou defeitos. O aspecto deste pilar é propiciar uma atitude proativa da organização antevendo as falhas, garantindo assim um melhoramento do controle da qualidade.

Como faz notar Nuci (2015), às objetividades deste pilar garantem a busca pela falha zero ou defeito zero, através da correção e prevenção das situações problemas dentro de quatro variáveis que influenciam diretamente no quesito qualidade da produção. Estas quatro variáveis são nomeadas como 4M's (Máquina, Matéria prima, Mão de obra e Método) estudados por este pilar.

Isto vem ao encontro dos temas abordados por Oliveira (2003), que cita as atividades deste pilar como uma atividade de estreitamento de produção com cliente reduzindo, desta forma, as reclamações e garantindo um atendimento das reais necessidades dos clientes. Reforçam-se as definições atuais identificando pontos de melhorias melhorando os conceitos dos padrões adotados pela empresa.

## **2.6 TÉCNICAS DE MANUTENÇÃO**

Conforme Pereira (2009), o tema como parte do processo de gestão da manutenção, os quais devem conhecer muito bem suas características e definições para garantir a eficiência e eficácia durante suas aplicabilidades. Tem como objetivo garantir o aumento da performance, qualidade e disponibilidade dos equipamentos, mas para situação é de extrema importância a qualificação dos mantenedores abordando para cada equipamento o nível de qualificação exigido.

As atividades e formas de intervenção, referindo-se a manutenção são abordadas de diferentes formas, na qual, na maioria das vezes proporciona dúvidas no momento da correta descrição ou utilização. Por este e outros motivos é de extrema importância à correta caracterização dos variados tipos e definições de manutenções (KARDEC e NASCIF, 2002).

### **2.6.1 Manutenção Corretiva**

De acordo com Silva (2012), a atividade da Manutenção Corretiva é considerada a ação de conserto ou correção de um determinado equipamento após ocorrido a falha, é caracterizado por reparo de forma emergencial.

Conforme Oliveira (2003), a Manutenção Corretiva é citada como a reação da manutenção após ocorrido os erros ou falhas no equipamento ou dispositivo. O tema é considerado inconveniente para grande maioria das empresas, mas que devido as negligências, as manutenções realizadas de forma incorreta e a falta de investimento em capacitação tanto dos colaboradores quanto dos operadores de manutenção as empresas não têm conseguido transcender as atividades corretivas.

Este aspecto também é comentado por Pereira (2009), onde o termo Manutenção Corretiva é largamente utilizado pelas empresas, pois é a forma utilizada para correção das falhas dos equipamentos após as ocorrências das mesmas. Caracteriza-se por falta de planejamento e qualificação dos colaboradores.

A definição de Manutenção Corretiva é considerada, como emergencial ou programada, sendo a emergencial realizada depois de ocorrido a falha de forma a conter rapidamente a falha, já a manutenção corretiva programada é realizada antevendo as falhas utilizando-se de dados estatísticos e ocorrências rotineiras da falha. Os motivos para esta especificidade estão atrelados aos altos custos da manutenção preventiva, portanto não se descarta totalmente as atividades realizadas de forma corretiva, mas preventivamente (PEREIRA, 2009).

### **2.6.2 Manutenção Preventiva**

Conforme Bormio (2000) as máquinas e equipamentos possuem componentes que por sua vez apresentam desgastes distintos de acordo com tipo de uso ou tempo de operação, desgastes estes que devem acarretar substituição das peças ou componentes evitando desta forma sucessivas falhas em outros componentes. Para tanto, surgiu a Manutenção Preventiva, que é fundamentada em dados históricos e estatísticos das falhas dos equipamentos ou em atividades de manutenções recomendadas pelo fornecedor do equipamento, portanto é definida como atividade que evita a degradação antecipada do equipamento.

Vale notar a contribuição de Oliveira (2003), qual descreve que a Manutenção Preventiva pode ser dividida em duas diretrizes, sendo um deles a Manutenção Baseada no Tempo, *Time Based Maintenance* (TBM), e a Manutenção Baseada nas Condições, *Conditions Based Maintenance* (CBM). Na qual a TBM é fundamentada através da troca de peças ou equipamentos após o atingimento de tempo de vida estimado, estando o item danificado ou não.

“TBM é a atuação de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo” (OLIVEIRA, *apud*, PINTO; XAVIER, 1999, p. 287).

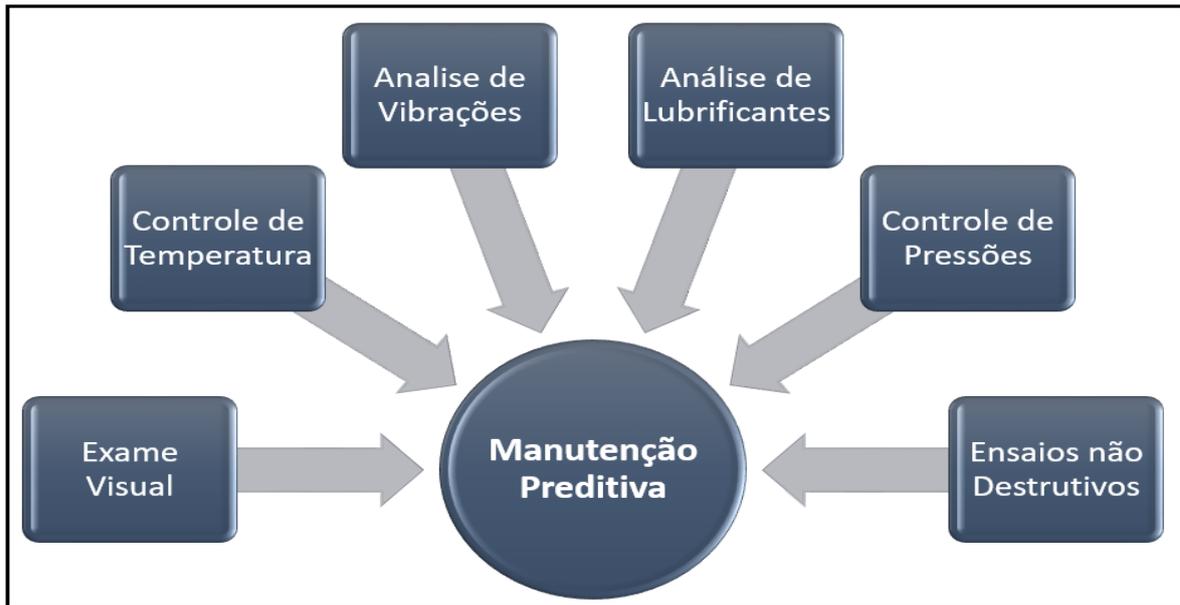
Para Silva (2012), a CBM é caracterizada pela supervisão do equipamento até que apareçam sinais de falhas. Estas definições de acompanhamento são definidas para cada tipo de componente, podendo ser referenciadas através de indicadores de alteração de calor ou vibração ou até através dos sentidos humanos.

Outro aspecto levantado por Silva (2012) conceitua a Manutenção Preventiva como uma forma de reduzir os estoques e estabelecer uma programação específica para as atividades de manutenção, evitando desta forma as paradas repentinas dos equipamentos. Proporciona o melhor planejamento e estudo as atividades a serem desenvolvidas, garantindo que um procedimento mais eficaz.

### **2.6.3 Manutenção Preditiva**

Descreve Bormio (2000) que as atividades correspondentes a Manutenção Preditiva antecedente a ocorrência da falha ou quebra dos equipamentos. Estas atividades estipulam padrões para as condições operacionais para cada modelo ou especificação de equipamento através de parâmetros previamente identificados ou coletados através de métodos estipulados para cada equipamento, conforme pode ser identificado na Figura 4.

Figura 4 – Parâmetros utilizados na manutenção preditiva



Fonte: Adaptado de Bormio, 2000, p.30

As definições de Bormio (2000) sobre os parâmetros são definidos de acordo com o tipo de equipamento, os parâmetros que foram apresentados no Quadro 1, são intituladas como:

- Exame visual: Corresponde à atividade de inspeções visuais de pontos específicos do equipamento, é a verificação mais ágil e fácil. Neste conceito são observadas trincas, aparecimento de cavacos alterações de coloração, dentre outros;
- Controle de temperatura e pressão: Caracterizados por definições de acompanhamento através de inspeções visuais em marcadores específicos para tais medidas. É um dos controles mais relevantes, pois demonstram alterações das condições operacionais antecedentes a falha;
- Análise de vibrações e nível de ruído: As definições deste tópico são caracterizadas como uma das mais antigas atividades de inspeção realizada nos equipamentos está condicionada com o conhecimento dos operadores e mantenedores como indicador de irregularidades nos sistemas;
- Análise de lubrificantes: As atividades de análise dos lubrificantes garantem que sejam verificadas as contaminações possibilitando agir

preventivamente em uma situação de contaminação e também identificação das causas preliminares de contaminação;

- Ensaio não destrutivos: Também são classificados como atividade visual, pois contemplam uma série de inspeção com uso de equipamentos específicos de acordo com o tipo de atividade e ensaio realizado, seja ela caracterizada como ultrassônica, eletromagnética, vazamentos e etc.

Isso vem ao encontro de Pereira (2009) que conceitua a Manutenção Preditiva como uma forma de controle prévio que asseguram a qualidade dos serviços de manutenção identificando através de análises a ocorrência de quebras ou falhas. Define que os modelos de análises mais utilizadas nesta categoria de manutenção são as inspeções de vibrações, ruído e termografia, possibilitando a redução de danos aos equipamentos.

Define Silva (2012) Manutenção Preditiva como uma das formas de manutenção com melhor viabilidade, proporcionando a previsibilidade das falhas, com atividades de definições de causas raiz e planejamento da manutenção. Tem por finalidade a eliminação das quebras e paradas de máquinas através de um melhor acompanhamento e conhecimento do equipamento.

#### **2.6.4 Manutenção Detectiva**

Segundo Kardec e Nascif (2002), as definições da Manutenção Detectiva somente começaram a ser mencionadas após a década de 90 e representa a terminologia de detectar - *Detective Maintenance*. “Manutenção Detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção.” (KARDEC e NASCIF, 2002, p. 44).

Atividades ligadas à realização de manutenções de checagem e inspeções em equipamentos em que não apresentaram falhas são classificadas como sendo atividades de manutenção detectiva, de forma que visam garantir o correto funcionamento do equipamento (KARDEC e NASCIF, 2002).

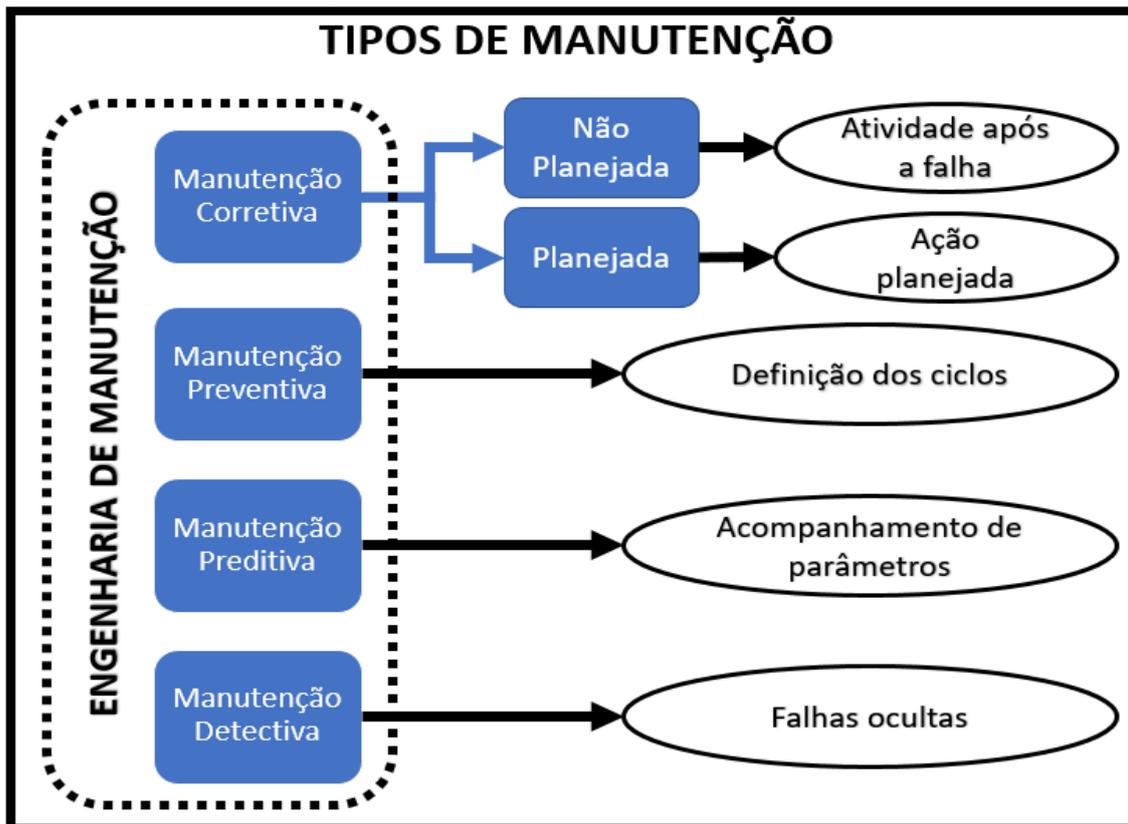
Descreve Souza (2008) a Manutenção Detectiva como as definições ou atividades práticas que buscam ampliar a fidelidade dos equipamentos,

detectando previamente as causas e possíveis falhas com o equipamento em perfeitas condições de funcionalidade.

### 2.6.5 Engenharia de Manutenção

No decorrer dos anos as técnicas e abordagens da manutenção vem sendo aprimoradas, dentre estes aprimoramentos surge a Engenharia de Manutenção, que representa uma interface de quebra de paradigmas e mudanças culturais, Figura 5. Neste processo tornam-se mais evidentes as buscas pelas causas dos defeitos buscando soluções para modificações dos conceitos atuais, melhorando a performance do equipamento a fim de estabelecer um alto grau de desempenho (KARDEC e NASCIF, 2002).

Figura 5 – Tipos de manutenção



Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif, 2002. p. 48

Descreve Costa (2013) que as empresas que utilizam-se das técnicas de manutenção estão destinadas a atendimento e utilização definidos como manutenção de primeiro mundo, situação está que permitiram definição de análise

e resultados muito mais enxutos proporcionando especificações embasadas para estudo e melhorias futuras.

## 2.7 ETAPAS DE IMPLEMENTAÇÃO DA TPM

Segundo Coelho (2008), para que todas as atividades da TPM sejam aplicadas são necessários alguns anos de atividades, pois dependem em grande parte de mudanças culturais que arremetem em treinamento e fatores de perspectivas da empresa que geralmente são de evolução lenta.

Quadro 2 – Etapas de implementação da TPM

<b>PROGRAMA PARA IMPLEMENTAÇÃO DA TPM</b>		
<b>Etapas</b>	<b>Descrição</b>	<b>Atividades</b>
1	Anúncio de adoção da TPM	Preparação. Adoção pela alta diretoria.
2	Campanha de informação sobre a TPM	Divulgação e esclarecimento Treinamento introdutório
3	Criar estrutura de promoção da TPM	Estruturar sistema organizacional Definição de comitê
4	Definição de estratégias de ação e objetivos	Definição de meta e prazos Desenvolver planos de ação
5	Elaboração plano diretor	Definição de cronograma Ações, planejadas x realizadas.
6	Início do programa TPM	Implantação do programa Eliminação das 6 grandes perdas
7	Melhoria em máquinas e equipamentos	Eficiência do equipamento Área piloto para as primeiras atividades
8	Desenvolver programa de manutenção autônoma	Disseminação dos conceitos Programas de treinamento
9	Otimização da gestão de manutenção	Planejamento estratégico de manutenção Elaboração de procedimentos
10	Formação complementar de manutenção	Aumento da capacitação operativa Motivação dos colaboradores
11	Desenvolvimento de sistema de gestão dos equipamentos	Participação de todos os departamentos envolvidos
12	Definição final do programa TPM	Avaliação dos resultados Realização de auditorias

Fonte: Adaptado de Coelho, 2008

Para garantir o seguimento e facilitar as características de introdução da filosofia da TPM são descritas doze etapas, Quadro 2, garantindo desta forma uma sequência lógica de implementação.

As etapas descritas no Quadro 2, são apresentadas por Coelho (2008):

- Primeira etapa: A implantação da TPM consiste em o alto escalão da empresa, informar a todos os colaboradores sobre a implementação de um novo sistema de gestão da manutenção. Estas abordagens devem ser concisas e repassadas a todos os colaboradores com entusiasmo e confiança;
- Segunda etapa: Consiste em início dos treinamentos, aperfeiçoamento e refinamento das informações, que abrangem desde a alta gerência até os colaboradores de manufatura. É fato que alguns dos colaboradores irão demonstrar algum tipo de resistência a este tipo de atuação, este é um dos motivos para que diferentes níveis hierárquicos participem das mesmas ações e treinamentos, aumentando desta forma a confiabilidade e satisfação pelo tema;
- Terceira etapa: São definidas formas de organização e criado um comitê envolvendo diversos níveis hierárquicos e diferentes setores para implementação da filosofia TPM, de forma que em diversas áreas da empresa se tenham pessoas engajadas e promovendo a uma forma de promoção com a estrutura da TPM;
- Quarta etapa: São definidos os objetivos e mapeados os pontos críticos para que seja possível realizar atividades com enfoque em pontos críticos;
- Quinta etapa: Com os objetivos já descritos e definidos é iniciada a etapa 5, qual começa a coletar dados referentes às ações descritas como objetivos e verificar com os dados coletados;
- Sexta etapa: É onde realmente se dá início do programa TPM, reforçando as responsabilidades dos colaboradores iniciando o ciclo de eliminação das perdas, caracteriza-se por uma mudança nas rotinas corriqueiras para rotinas embasadas pelo conceito da TPM;
- Sétima etapa: Está caracterizada como área piloto eliminando as perdas e melhorando a eficiência em cada função da máquina ou equipamento;

- Oitava etapa: Nesta se dá a promoção e estruturação da manutenção autônoma, proporcionando ao operador a liberdade e o sentimento de responsabilidade sobre o equipamento;
- Nona etapa: São definidos conceitos e programas devidamente estruturados para as equipes de manutenção, é nesta fase que se encaixa a manutenção preventiva e preditiva;
- Décima etapa: É centrada em promover a capacitação dos colaboradores, garantindo uma melhor operação e ampliação dos conhecimentos técnicos específicos de forma a garantir a motivação dos colaboradores;
- Décima primeira etapa: Se define o desenvolvimento das gestões sistemáticas das ferramentas e equipamentos, é nesta fase que são envolvidos os times de engenharia e compras dos equipamentos adotando a prática de aquisição por equipamentos mais duráveis e confiáveis;
- Décima segunda etapa: Para esta etapa são definidas atividades de avaliação dos resultados, tem como definição gestão de novos preceitos e a implementação de planos de auditorias garantindo desta forma o seguimento da filosofia em todos os níveis departamentais.

## 2.8 METODOLOGIA 5S

A definição 5S é advinda do Japão formada por cinco palavras referenciando a letra S, *SEIRI - SEITON - SEISO - SEIKETSU - SHITSUKE*. A sua metodologia é definida como base para que se tenham processo total refinados de qualidade. “Sem uma cultura de 5S dificilmente teremos um ambiente que proporcione trabalhos com qualidade” (KARDEC e NASCIF, 2002, p. 173).

Descreve Oliveira (2003) que o 5S é retratado como umas das atividades intrínsecas do pilar da manutenção autônoma, no qual as empresas sofrem com a sua implementação devido os fatores culturais e a alteração dos hábitos dos colaboradores. Em outro momento ressalta o 5S como uma metodologia, constituídos por cinco atividades, que desenvolve nos colaboradores o senso crítico.

Segundo Kardec e Nascif (2002), os cinco sentidos da metodologia são:

- *SEIRI* - Senso de Utilização, manter apenas o que é necessário para a atividade, redução de uso dos almoxarifados, redução dos desperdícios, adequação das atividades reduzindo as utilizações dos espaços e materiais desnecessários;
- *SEITON* - Senso de Ordem, definição de utilização do layout, definição e marcação dos ferramentais, promove a facilidade de retorno dos ferramentais aos seus devidos lugares;
- *SEISO* - Senso de Limpeza promove a limpeza do local de trabalho, desenvolve a satisfação do colaborador, aumenta a vida útil dos ferramentais e máquinas;
- *SEIKETSU* - Senso de Saúde/Padronização considere-se este senso como um dos suportes para os três primeiros sentidos, desenvolvendo uma melhor saúde mental, cuidados com a higiene corporal, definições de seguimento de normas, promove a um círculo de atividades com os outros sentidos;
- *SHITSUKE* - Senso de Disciplina/Autodisciplina desenvolve nos colaboradores o espírito de equipe, definições de seguimento de regras, melhorando desta forma o relacionamento entre colaboradores versus colaboradores e liderança versus colaboradores.

O autor Nuci (2015) aborda 5S como sendo um programa de auxílio para as definições de implementação de outras metodologias nas empresas, sendo esta definida por alteração de atividades cotidianas das pessoas.

### **3 METODOLOGIA**

A identificação de necessidades de pesquisa e de uma proposta para melhorias em uma propriedade rural do estado do Rio Grande do Sul estabeleceu em forma de pesquisa as definições de manutenção estabelecidas pela TPM.

Além disso, o assunto TPM faz a gestão completa e administra as informações tangentes a processos de manutenções. Desta forma prevenindo as falhas e tempos de espera por equipamento.

Para a execução desta pesquisa utilizou-se somente um dos modelos de colhedoras dentre as quatro que a propriedade dispõe, o item aqui denominado XX foi o modelo escolhido para esta pesquisa, cuja capacidade produtiva é a maior dentre todos os equipamentos. A finalidade deste equipamento se aplica para todas as situações de colheita de grãos e demanda de atividades de colheita de pelo menos quatro ciclos anuais.

De acordo com a proposta definida a aplicabilidade da filosofia da TPM, representam ações em benefícios a propriedade rural e ao aperfeiçoamento dos conhecimentos do acadêmico. Portanto o objetivo principal da pesquisa em questão foi estabelecer os procedimentos e diretrizes necessárias para a implementação e uso adequado dos conceitos da manutenção produtiva total - TPM em uma propriedade do agronegócio com foco em uma colhedora autopropelida.

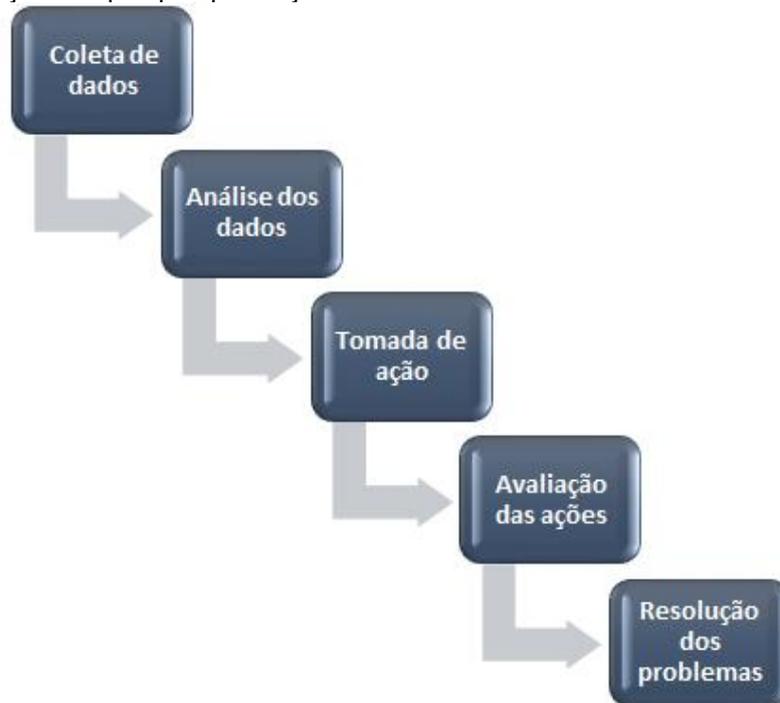
#### **3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS**

Neste tópico são abordados os métodos de pesquisa, bem como as técnicas utilizadas para a coleta de dados.

##### **3.1.1 Pesquisa-Ação**

Conforme o embasamento exposto deste TFC a pesquisa caracteriza-se por pesquisa-ação, onde, segundo Cauchick et al (2012), é desenvolvida em cinco etapas: planejamento do tema pesquisa, coleta específica de dados, análise e tomada de ação através dos dados coletados, implementa as ações, avaliação dos resultados, conforme Figura 6.

Figura 6 – Definições etapas pesquisa ação



**Fonte:** Adaptado de Turrioni e Mello, 2010

Ou seja, o pesquisador realizou pesquisa sobre o tema com coletas de dados na propriedade estudada com acompanhamento da implementação dos pilares da filosofia TPM, desta forma, permitindo a resolução dos problemas proporcionando ao acadêmico aperfeiçoamento dos conhecimentos.

De acordo com as definições de Cauchick et al (2012), as etapas descrevem o processo de caracterização de uma pesquisa-ação com a temática desta pesquisa.

Conforme o Quadro 3 são descritas as fases das atividades propostas pelo pesquisador apresentando uma relação direta com as atividades desenvolvidas no decorrer do TFC.

Quadro 3 – Fases e atividades de estruturação do método de pesquisa

FASES	DESCRIÇÃO	ETAPAS DA TPM UTILIZADA PARA ESTE TFC
Definir contexto e propósito	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagnosticar situação;</li> <li>- Definir tema e interessados;</li> <li>- Delimitar o problema;</li> <li>- Definir critérios de avaliação para a pesquisa ação.</li> </ul>	Nas definições iniciais para implementação da filosofia da TPM, foram levantadas a informações para as especificações do escopo do problema e definição e delimitações das atividades.
Definir estrutura conceitual - teórica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapear literatura;</li> <li>- Delinear ideias e proposições;</li> <li>- Determinar questão e definir objetivos da pesquisa.</li> </ul>	
Selecionar unidade de análise e técnicas de coleta de dados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selecionar unidade de análise;</li> <li>- Definir técnicas de coleta de dados;</li> <li>- Elaborar protocolo da pesquisa-ação.</li> </ul>	Nesta fase foram realizadas as coletas de dados, definições dos problemas, registros de dados coletados, garantindo desta forma o objetivo final.
Coletar dados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Registrar dados;</li> <li>- Realimentar dados.</li> </ul>	
Analisar dados e planejar ações	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tabular dados;</li> <li>- Comparar dados empíricos com a teoria;</li> <li>- Elaborar plano de ações.</li> </ul>	Nas definições desta fase, foram desenvolvidos documentos e avaliados os resultados.
Implementar ações	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementar plano de ações.</li> </ul>	Na fase de implementação das ações, foram implementados os planos de ações.
Avaliar resultados e gerar relatório	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avaliar resultados;</li> <li>- Prover estrutura para replicação;</li> <li>- Desenhar implicações teóricas e práticas;</li> <li>- Redigir relatório.</li> </ul>	A fase final define-se pela análise dos resultados, possibilidades de replicações e descrições referentes ao atendimento dos objetivos iniciais.

Fonte: Adaptado de Cauchick, 2012, p. 151

Definir o planejamento e etapas das atividades necessárias para gestão da manutenção, como implementação de conceitos de base, sequência das atividades. Para o atendimento das especificações dos objetivos da pesquisa, foi necessária à coleta de informações através de reuniões com os responsáveis pelo equipamento, onde foram discutidos os processos de implementação e as etapas que compõem a ferramenta de gestão da manutenção.

### 3.1.2 Quanto à abordagem

As definições quanto à forma de abordagem, destaca esta pesquisa como sendo de ordem qualitativa. Descreve para a engenharia de produção as visitas

realizadas na organização, realizando observações e coletando dados na medida do possível (CAUCHICK et al., 2012).

Descreve ainda o autor que a abordagem qualitativa, a realidade subjetiva dos indivíduos é considerada protuberante que contribuí para o real desenvolvimento da pesquisa.

Caracteriza Cauchick (2012) a pesquisa qualitativa diferente da quantitativa, pois a primeira é definida pelo foco nas estruturas do objeto de estudo, ou seja, prioriza as definições de atividades com base em dados numéricos, gerando uma compreensão mais clara dos grupos organizacionais.

A pesquisa deste TFC é definida como sendo qualitativa, pois, às abordagens realizadas “*in loco*” proporcionam liberdade para questionamentos, estando os entrevistados livres para expressar seus pontos de vista sobre os determinados assuntos abordados durante o desenvolvimento das atividades. As respostas não foram de caráter objetivo e não tiveram o propósito de contabilizar quantidades em todos os resultados.

### **3.1.3 Quanto aos objetivos**

As definições do contexto caracterizam a pesquisa como sendo de ênfase exploratória, devido às atividades do pesquisador seguirem uma sondagem do assunto juntamente com levantamento bibliográfico, somado a pesquisas relacionadas ao tema a fim de proporcionar um maior entendimento e familiaridade com o problema (THIOLLENT, 2007).

Por seguinte, destina-se também como descritiva, pois o pesquisador realizou observações na propriedade bem como no equipamento de estudo, com análise das atividades já realizadas, avaliando as atividades sem interferência nas mesmas (THIOLLENT, 2007).

O autor ainda aborda, a pesquisa como sendo de caráter explicativa, pois teve como atividades identificatórias e com explicações das ações realizadas, atividades estas que contribuiriam diretamente para com os objetivos da pesquisa.

### 3.2 CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES

De forma, a garantir a decorrência e a estruturação organizada, a pesquisa foi estruturada em etapas, seguindo uma cronologia para desenvolvimentos das atividades, conforme Quadro 4.

Quadro 4 – Cronograma de implementação da TPM

ETAPAS	ATIVIDADES	PERÍODO
1	Definições prévias	Mar. à Mai. / 2019
2	Aceitação da TPM	
3	Observações na propriedade	Mai. / 2019
4	Treinamento TPM	Mai. à Jun. / 2019
5	Definição do Marco Zero	Jun. / 2019
6	Definições das atividades diárias	Jun. à Jul. / 2019
7	Listagem das manutenções	Jul. à Ago. / 2019
8	Acompanhamento das atividades	Ago. / 2019
9	Otimização das atividades	Ago. à Set. / 2019
10	Definições de ciclos da manutenção	Jun. à Set. / 2019
11	Verificação da aplicação	Set. / 2019
12	Definições de encerramento de ciclo	Out. / 2019

Fonte: o autor

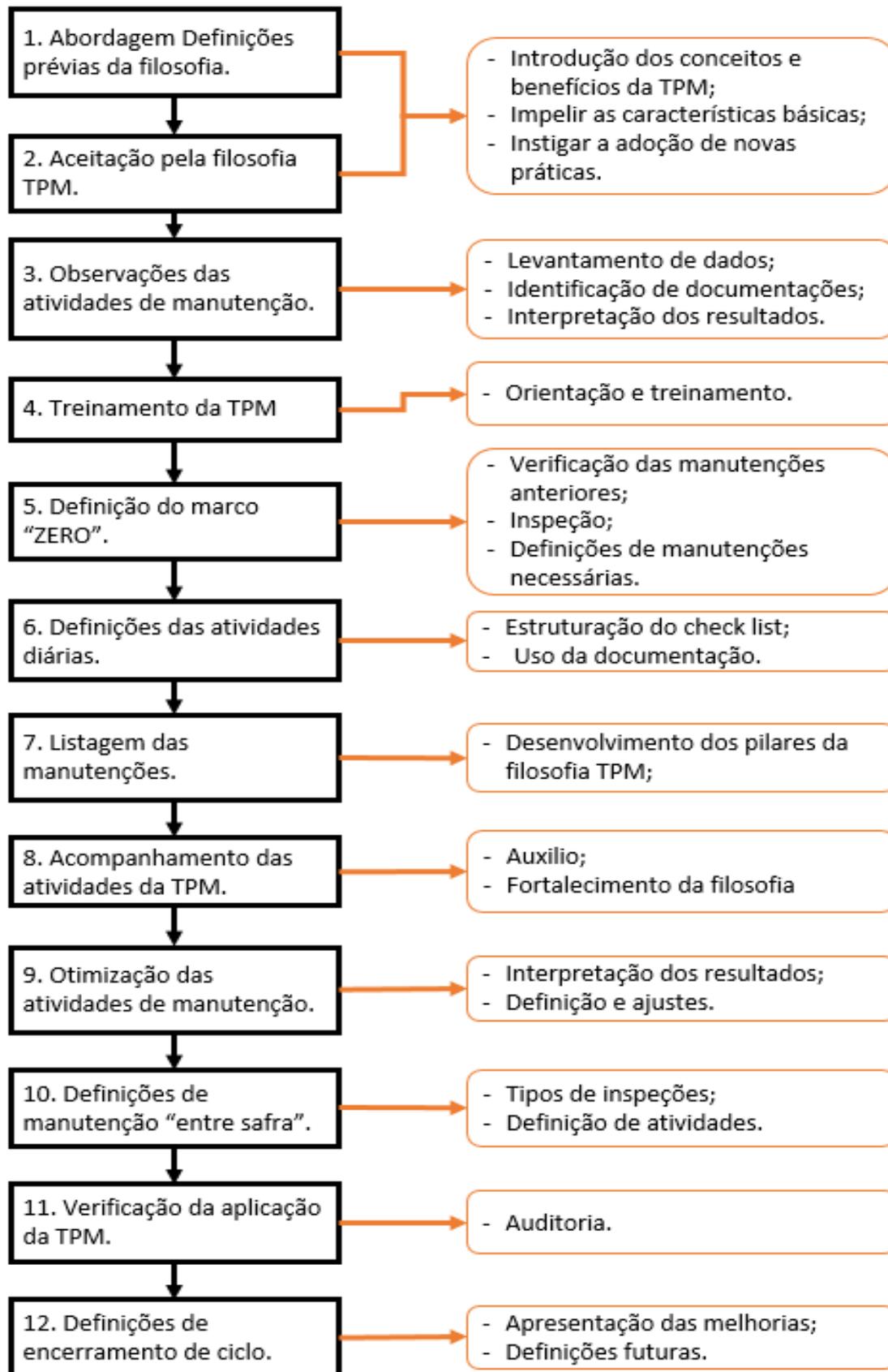
As definições da cronologia das atividades desenvolvidas percorrem-se sucintamente a contextualização do desenvolvimento de todas as etapas de implementação da TPM, bem como, com a mensuração dos tempos para efetivação de cada uma das atividades.

No tópico 3.3 são explanadas todas as atividades, porém, com um parecer descritivo mais aprofundado dentre todas as fases.

### 3.3 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

Após a apresentação da filosofia e aceitação do proprietário para a implementação da TPM, foram desenvolvidas as atividades conforme listadas na Figura 7. Ressalta-se que devido ao aumento do número de máquinas o proprietário já diligenciava esforços para as melhores formas de realização das atividades de manutenção.

Figura 7 – Etapas de implementação da TPM



Fonte: o autor

Arquitetavam-se definições de manutenção para possíveis garantias em relação à redução dos defeitos durante as operações, tendo em vista a maior confiabilidade e lucratividade com as máquinas e equipamentos.

As atividades iniciais delimitaram-se em introdução dos conceitos prévios da TPM com o proprietário e colaboradores, objetivando os resultados significativos com todo o processo.

As etapas um e dois foram primordiais com o desenvolvimento de todas as atividades desta pesquisa, pois, sem a aceitação de implementação ou comprometimento não se transmitiriam a confiabilidade necessária para as sequências das atividades desenvolvidas pelos colaboradores. Neste período foram fomentados os benefícios e resultados que a filosofia gerada pela implementação, aguçando desta forma o interesse do proprietário pelo tema.

Com a aceitação da proposta foi possível o desenvolvimento das atividades seguintes na propriedade e equipamento pesquisado.

Na etapa de número três as atividades se deram “*in loco*” com acompanhamento das atividades realizadas, bem como, com rodas de conversas com os operadores e proprietário garantindo a melhor compreensão e entendimento do processo como um todo. Nesta etapa também foram realizadas buscas por documentações e registros das atividades de manutenção, pertinentes às atividades desenvolvidas até o momento.

Já a quarta etapa ficou centrada nas delimitações de treinamento e orientações sobre as terminologias da TPM. Este tópico foi realizado em três fases, uma com a apresentação dos conceitos específicos da filosofia TPM, onde foram feitas perguntas abertas sobre os temas apresentados esclarecendo as dúvidas, outra com abordagem sobre as proporções das atividades e as melhorias da implementação da filosofia, na terceira abordagem adjacente ao equipamento fazendo o uso dos conceitos mencionando na prática as proporções das melhorias visando o engajamento de todos.

Desta forma, reduzindo as dúvidas e demonstrando os benefícios e a importância do uso de uma filosofia que busca resultados significativos no quesito de falhas ou quebras dos equipamentos com o lema de “quebra zero”.

Para a quinta etapa, foi marcada pelo delineamento de um ponto de início para caracterização das atividades. Esta abordagem foi concretizada através das

observações realizadas na etapa número três, onde foi estabelecido um marco intitulado como sendo o “Marco Zero”. As atividades seguiram com definições dos propósitos futuros a partir de inspeções “*in loco*”, para o planejamento das manutenções autônomas.

Na sexta etapa foram definidas e instituídas documentações para realização das atividades diárias, bem como a orientação do uso e preenchimento dos documentos. Desta forma atribuindo a responsabilidade da gestão da manutenção para os operadores, estabelecendo a responsabilidade aos operadores.

A sétima etapa concerniu no desenvolvimento da listagem das manutenções, fortalecendo o desenvolvimento e a caracterização pela adoção da TPM. Esta etapa foi de grande importância para o proprietário e colaboradores, pois, passaram a visualizar as características das atividades de manutenção estabelecidas pelos pilares da TPM.

Na oitava etapa as atividades delinearam pela realização de acompanhamentos e observações das atividades realizadas, desta forma, promovendo auxílio e o fortalecimento dos conceitos da filosofia. Esta etapa constitui-se pelas definições de inteira autonomia dos colaboradores com as atividades de manutenção.

As definições da nona etapa predisuseram de interpretações dos resultados, sejam eles, resultantes do acompanhamento “*in loco*” ou em documentos como manual de operação. Desta forma sendo possível a realização dos ajustes tangíveis as pretensões estipuladas com a presente pesquisa.

Já na décima etapa, as atividades concentraram-se em definições das manutenções durante as entressafas. Para estas definições foram necessárias as participações e contribuições de todos os envolvidos nas atividades, sejam elas de operação ou gestão, garantindo maior assertividade das definições.

Para a décima primeira etapa foi atribuído à responsabilidade ao proprietário pelo acompanhamento e auditoria das aplicações dos conceitos, verificando na prática seus propósitos, tendo o mesmo que orientar a correta utilização em caso de não conformidade nas atividades desenvolvidas.

E por fim, a décima segunda etapa define o encerramento do ciclo de atividades delimitadas deste TFC, com a apresentação dos processos

implementados, ganhos e melhorias, no que tange o equipamento de pesquisa, para as atividades da propriedade com apresentações dos resultados e predeterminações para desenvolvimentos futuros.

Com as definições do tema proposto o tempo de implementação não será aplicado por completo, todas as melhorias estipuladas nos pilares da TPM. Delimita-se a implementação de quatro pilares, Educação & Treinamento, Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada e Controle Inicial, tendo em vista o curto ciclo de tempo disponível para com o desenvolvimento do trabalho de final de curso. Ressalva que a aplicabilidade continuará em andamento mesmo com a finalização deste ciclo.

## **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Neste tópico são expostas informações referentes aos resultados e objetivos esperados para com esta pesquisa. Apresentam-se as definições para a implementação da TPM em uma propriedade rural, sustentando-se na estrutura base dos dados estudados descritos nas etapas anteriores e também através das informações coletadas na propriedade rural.

### **4.1 HISTÓRICO E DEFINIÇÕES DA PROPRIEDADE**

As considerações deste TFC se deram na propriedade rural do Sr. Rogério Becker, localizada no Km 93 às margens da BR 468 na localidade de Vista Alegre no município de Três Passos - RS. A propriedade atua no ramo de terceirização de serviços de colheita e transporte de grãos a mais de uma década, está equipada atualmente com a quantidade de quatro colhedoras, três caminhões e um trator.

A propriedade estudada ingressou no ramo de terceirização de colheita no ano de 2004, as atividades iniciais se deram com a aquisição de apenas um equipamento de colheita. Com o passar dos anos, diante da demanda pelas atividades, o proprietário adquiriu recursos para a compra de outros maquinários para a mesma atividade fim, bem como para a realização do transporte dos grãos do campo até os pontos de recebimento.

Em 2018 a propriedade adquiriu a colhedora que foi objeto de estudo do presente TFC. É considerado o equipamento de maior valor, tamanho e capacidade de colheita desde o início das atividades neste ramo. Esta aquisição ou atualização dos equipamentos é que arremete a preocupação do proprietário, pelo interesse e busca por novas definições com as atividades ligadas a manutenção dos maquinários e equipamentos de suporte.

### **4.2 ANÁLISE DA PROPRIEDADE**

As atividades de terceirização desenvolvidas pela propriedade rural já ultrapassam uma década, e a quantidade de maquinários e equipamentos só tem aumentado com o passar dos anos. Porém as definições de realização das atividades de manutenção não têm sofrido alterações significativas, no sentido de

controles e predefinições das atividades que necessariamente devem ser realizadas para evitar que ocorram falhas durante as atividades de colheita.

No que tange diretamente a realização da manutenção, em todos os maquinários da propriedade, são realizadas inteiramente pelo proprietário e operadores. Tendo a busca por serviços terceirizados somente quando não dispõem de ferramental ou de estrutura para tais atividades.

Para tais definições, a pesquisa, objetiva conduzir melhorias tanto em níveis culturais, em disponibilidade de ferramentas, bem como proporcionar melhorias nas caracterizações e processo das atividades de manutenções, com a implementação da filosofia da TPM. Desta forma, garantindo uma melhor confiabilidade dos maquinários e a satisfação dos clientes com os serviços prestados.

#### **4.2.1 Ciclos da manutenção**

As definições e atividade ligadas à manutenção, conforme já mencionado, seguem ciclos aleatórios não possuindo registros e nem definições de quais atividades devem ser realizadas, ou seja, são realizados reparos específicos conforme são identificados pelos operadores. Sejam elas durante as atividades de terceirização ou durante os intervalos entre os ciclos dos serviços prestados.

Todos os processos para realizações das manutenções ou a simples troca de componentes durante as atividades de manutenção ficam totalmente a critério das percepções do proprietário e operadores. Caracterizando a atividade de manutenção como sendo de caráter e especificação corretiva.

### **4.3 IMPLEMENTAÇÃO DA TPM**

A proposta para desenvolvimento e implementação da filosofia da TPM, arremete em mudanças e adequações nas formas de atuação durante as atividades ligadas à manutenção na propriedade rural. Estas mudanças estão atreladas a conscientização dos colaboradores pelas definições propostas, as quais desencadeiam alterações culturais nas suas atividades.

Sendo a TPM uma filosofia aplicada amplamente nas organizações desde a década de 70, que proporciona ganhos e melhorias para as empresas além de

grandes vantagens competitivas objetivando a redução das falhas e a quebra zero dos equipamentos.

Atualmente não existem muitos registros sobre a implementação ou uso da TPM no ramo agrícola, mas, tendo em vista os benefícios proporcionados às empresas através da correta gestão da manutenção ou pelo simples fato de possuir critérios e definições nestes processos, julgou-se que as aplicações no ramo agrícola tenderiam a ter resultados extremamente significativos.

A proposta de implementação da TPM foi apresentada ao proprietário da propriedade estudada, ilustrando a importância e os benefícios com a implementação de uma filosofia para a gestão da manutenção, bem como a confiabilidade gerada e os ganhos em termos de produtividade, qualidade, satisfação, segurança e lucratividade.

Esclarecendo que as definições desta pesquisa foram implementadas em partes não abrangendo todos os seus pilares, pois, por se tratar de uma propriedade rural e ao se ter um número reduzido de publicação ou aplicações neste contexto, tornam mais morosos os processos e dificultam as definições. Outro fator contribuinte está atrelado diretamente às dimensões do equipamento.

Porém, se for abordada de forma clara com a realização de treinamentos, acompanhamento das atividades e desenvolvimento de instruções, tornam-se possíveis às predefinições para a extração máxima do equipamento garantindo uma redução significativa das falhas já nas primeiras abordagens e alcançando a falha zero com a implementação por completo das abordagens.

#### **4.3.1 Etapas de realização das atividades**

Os objetivos específicos estão incorporados nas definições das sequências de etapas (Figura 7) especificadas primeiramente na metodologia desta pesquisa com complementação nas descrições de resultados.

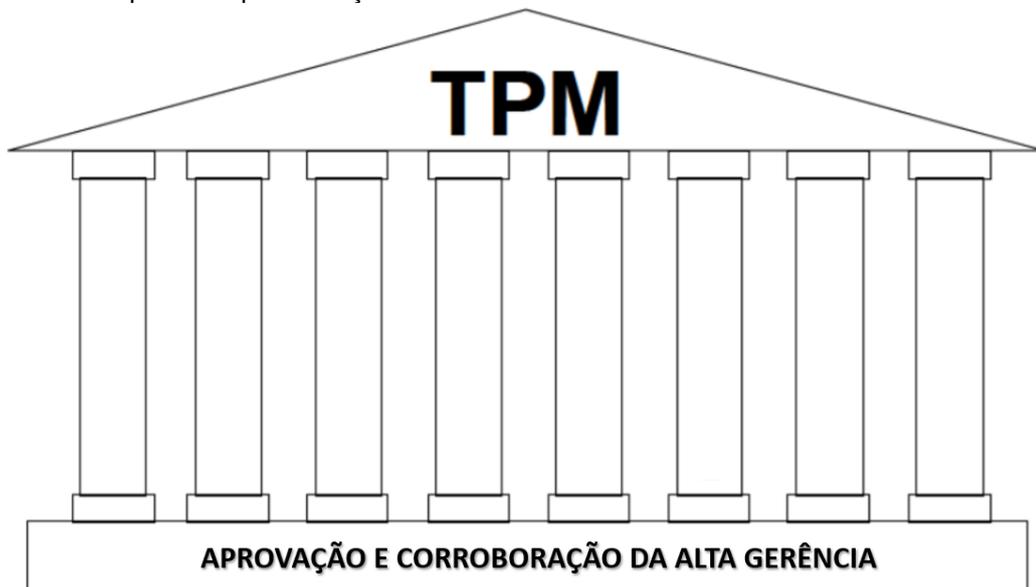
##### **4.3.1.1 Introdução da filosofia TPM**

As atividades preliminares restringiram-se em aguçamento das definições do conhecimento do proprietário e dos colaboradores, ambicionando a simpatizar com os processos e definições estipulados pela TPM.

A primeira e a segunda etapa foram essenciais para desenvolvimento da pesquisa, pois se não houvesse definições positivas para aceitação de implementação, o desenvolvimento da pesquisa poderia não ter alcançado a positividade dos objetivos.

Estas constatações somente reforçam o entendimento, onde que, para a implementação desta filosofia os resultados dependem da aceitabilidade da alta liderança. Por tanto, foi estruturado na Figura 8 a interpretação das definições para sustentação de todos os pilares da TPM.

Figura 8 – Base para a implementação da TPM



**Fonte:** Adaptado de Kardec e Nascif. 2002. p.185

Como se pode perceber é definido como base principal para todos os pilares da filosofia da TPM a aprovação e corroboração da alta gerência. Caso esta definição for atendida de forma parcial, as áreas de suportes dos níveis inferiores não terão apoio necessário para as tomadas de decisões, pois não se transmitirá confiabilidade afetando, desta forma, a eficácia na implementação do programa bem como com as atividades desenvolvidas pelos colaboradores.

Fator este que foi primordial para as definições da pesquisa, onde que, a mudança primária cultural ocorreu após a aceitabilidade do proprietário. Desta forma, as restrições e resistências para mudança foram sendo absorvidas pelos colaboradores possibilitando as definições e implementações dos conceitos da TPM.

#### 4.3.1.2 Acompanhamento das atividades

Na terceira etapa, a pesquisa se desenvolveu “*in loco*” com acompanhamento das atividades de manutenção realizadas na propriedade, com observação dos passos seguidos e a rotina das inspeções. Nestas atividades foi possível conversar com os operadores e proprietário referente às percepções e tomada de ações quando necessário, realização de manutenção seja ela corretiva, preventiva ou detectiva.

Nesta etapa buscou-se por registros e documentações as quais remetem a registros das atividades ou até servem de suporte para orientação das atividades e inspeções tangíveis a prevenção da falha.

Como ponto de partida na busca de documentações e descrições das atividades a serem desenvolvidas, o primeiro passo foi resgatar os manuais de operação, catálogo de peças e manual técnico de reparação.

A recuperação destes documentos instrui nas orientações dos processos de manutenções em caso de dúvidas durante o ato prático, bem como com auxílio e definições prévias para o pesquisador no que tange as sequências de atividades, definições de desenvolvimento dos processos e atingimento dos primeiros objetivos listados na pesquisa.

Estas atividades proporcionaram para o pesquisador uma melhor compreensão em todos os patamares das atividades de manutenção para a definição das deliberações preliminares, a fim, de desenvolver planejamentos e definições das atividades, objetivando melhorias no contexto do processo de manutenção.

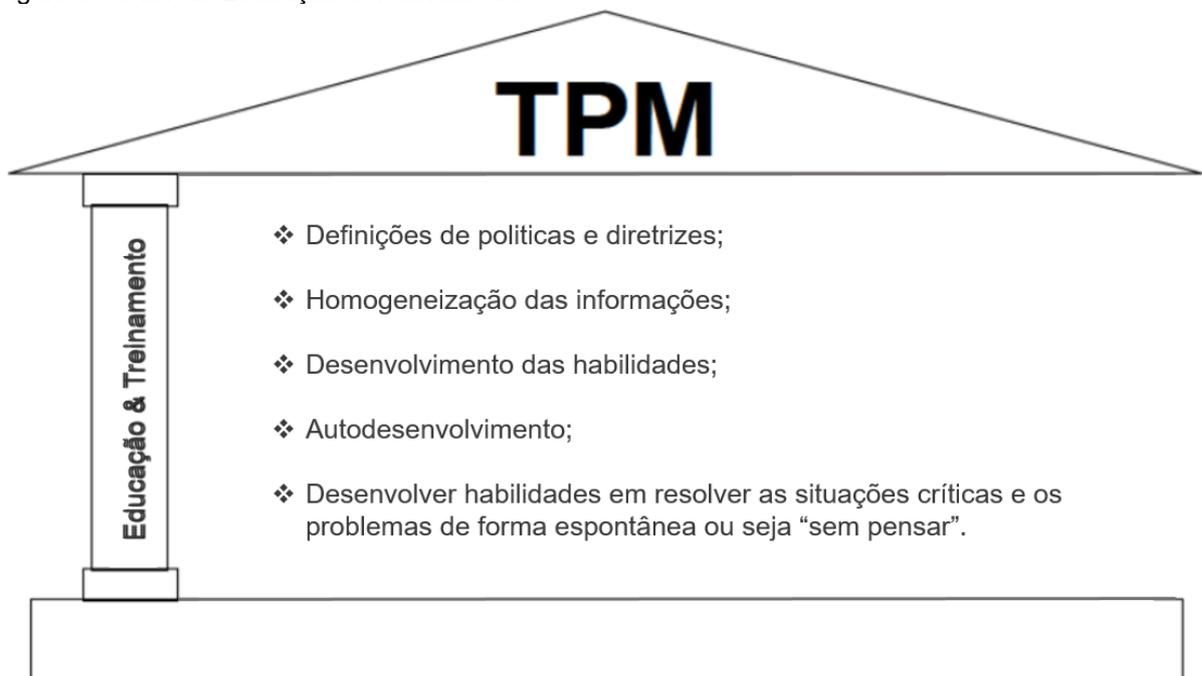
#### 4.3.1.3 Treinamento da TPM

Já a quarta etapa ficou centrada nas delimitações de treinamento e orientações sobre a filosofia da TPM. Este tópico foi realizado em três fases, uma com a apresentação dos conceitos específicos da TPM, na qual foram feitas perguntas abertas sobre os temas apresentados esclarecendo as dúvidas, outra com abordagem sobre as proporções das atividades e as melhorias da implementação da filosofia. Na terceira abordagem foram realizadas explicações junto do equipamento fazendo o uso dos conceitos e mostrando na prática as proporções das melhorias visando o engajamento de todos.

Nesta etapa foi realizada a revisão dos parâmetros de manutenções definidas no manual do operador, conforme tópico 4.3.1.2 foram adquiridos, onde puderam ser observadas a cronologia e sequência de atividades ligadas a manutenção as quais eram de total desconhecimento do proprietário e operadores.

A definição de treinamento está singularizada com o pilar de Educação e Treinamento, que consiste em promover o conhecimento e competência dos colaboradores para estruturação homogênea dos conhecimentos, conforme definições da Figura 9.

Figura 9 – Pilar de Educação & Treinamento



**Fonte:** Adaptado de Kardec e Nascif. 2002, p. 185

Dentre as abordagens iniciais é destacado o pilar de educação e treinamento, conforme deferido pelo autor da pesquisa, pois garante desde as etapas iniciais da implementação da TPM um conhecimento de todos os envolvidos. Garantindo desta forma o aguçamento das habilidades a cada etapa desenvolvida, instigando o comprometimento dos colaboradores na realização das intervenções sem que se sintam retraídos em cometer erros.

#### 4.3.1.4 Definição do “Marco Zero”

A quinta etapa foi figurada com nome de “Marco Zero” na qual permitiu delineamento das atividades antecedentes a este ponto e também as definições posteriores, predeterminando delimitações entre as atividades necessárias antecedentes a esta definição.

Esta definição gera uma quebra de conceitos culturais e promove o engajamento dos envolvidos, facilitando as próximas definições e a introdução dos conceitos da TPM.

Para registro embasado desta delimitação foi utilizado o horímetro da máquina, conforme Figura 10, que garante as próximas definições de atividades.

Figura 10 – Horímetro



Fonte: o autor

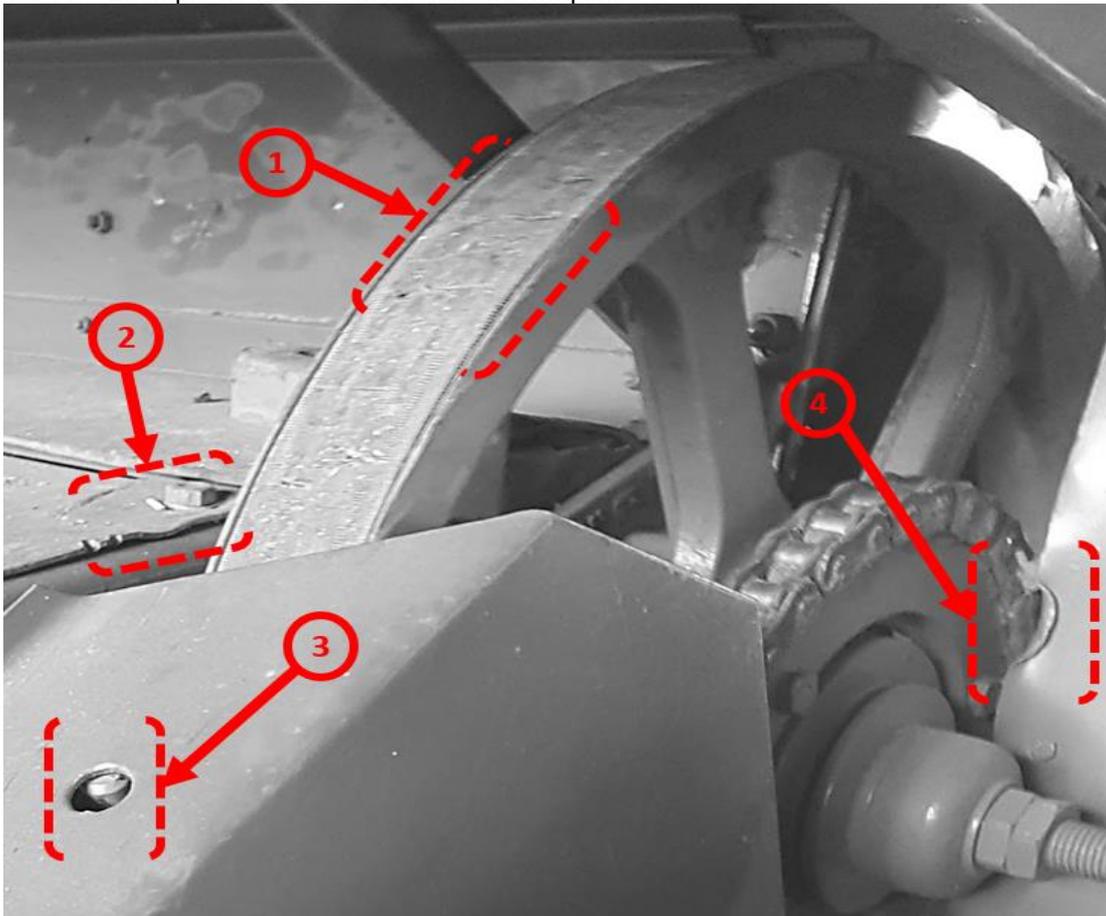
O horímetro da máquina registra 5565 horas de atividades, onde que, serviu de guia para a delimitação das atividades descritas no manual de operação. Pois todas as definições de manutenções em diferentes pontos são definidas através das horas de trabalho marcadas por este equipamento.

#### 4.3.1.5 Manutenções anteriores ao “Marco Zero”

Com as definições estabelecidas foram listadas as manutenções necessárias até o ponto definido, tendo a garantia do nivelamento para os ciclos de manutenções futuras.

Nas atividades de pesquisa “*in loco*” descritas no item 4.3.1.2, foram constatadas diversas pequenas falhas, conforme Figura 11, que arremetem em parada da máquina caso ocorra a quebra ou falha do item. Atividades para substituição ou recuperação ficaram a critério do proprietário, instigando a responsabilidade e o avanço da autonomia na responsabilidade pelas atividades de manutenção.

Figura 11 – Exemplo de falhas constatadas na máquina



Fonte: o autor

Na Figura 11 estão representadas anormalidades, que não estavam sendo consideradas pelo proprietário, como situações de possíveis paradas de máquina,

sendo que, ao ser questionado, abordou o local como completo ou com demanda de revisão já finalizada.

Portanto, foram elencadas as falhas listadas em números, em que o número um representa visível desgaste na superfície externa da correia de acionamento de todo o sistema de alimentação. Já para o item dois foi identificada uma anomalia na porta de inspeção das correntes transportadoras do sistema de alimentação, anomalia esta que acarreta na ineficiência dos parafusos e porcas de travamento da estrutura.

No item destacado como número três, é identificado o incorreto acoplamento das blindagens de proteção dos sistemas rotativos da lateral esquerda no sistema de alimentação. Na identificação de número quatro é constatada a interferência das proteções com a corrente de transmissão.

A proposta de inspeção mais detalhada foi apresentada ao proprietário sendo explanada sua real importância que devem ser dados aos pequenos detalhes tangíveis aos sistemas operacionais de toda a máquina.

Estas descrições representam um exemplo das abordagens e inspeções constatadas, bem como uma alteração na cultura de realização das inspeções, revisões com aumento de níveis de importância dos pequenos ajustes.

Em outro momento as definições foram caracterizadas por deliberações de manutenção através do destacado no manual de operação, conforme Figura 12 exemplo de Lubrificações e atividades de serviços periódicos.

Figura 12 – Lubrificação e Serviços Periódicos

<b>Lubrificação e Serviços Periódicos</b>			
<b>Tabela dos Serviços Periódicos</b>			
	<b>Nas primeiras 100 horas de trabalho</b>	<b>Cada 200 horas de trabalho</b>	<b>Cada 500 horas de trabalho</b>
Filtro e Óleo do cárter	Trocar	Trocar	
Óleo da Transmissão	Trocar		Trocar
Óleo das Reduções finais			Trocar
Filtro do Óleo Hidráulico (1)	Trocar		Trocar
Óleo Hidráulico	Trocar		Trocar
Filtro do Sistema Hidrostático (1)	Trocar		Trocar
Óleo do Sistema Hidrostático (1)	Trocar		Trocar
Fluido do Freio			Trocar
Elementos Filtrantes do Combustível	Trocar	Trocar	

Fonte: John Deere, 2000, p. 120

Como meio de melhoramento das atividades e inspeção dos principais pontos, elaborou-se uma lista de itens a serem inspecionados. O Quadro 5 define as atividades que antecedem a definição para o marco zero.

Quadro 5 – Definições de atividades

Inspeção e Manutenção		
Atividades	Foi necessário ajuste	Já revisado/Ajustado
Porcas das rodas dianteiras, apertar com um torque de 42 kgm (420 Nm; 305 lb-ft).	X	
Parafusos das rodas traseiras, apertar com um torque de 18 kgm (180 Nm; 130 lb-ft).	X	
Trocar do filtro de combustível		X
Trocar o filtro e óleo do motor.		X
Trocar óleo do compressor de ar.	X	
Verificar o nível de eletrólito da bateria. Se necessário completar com água destilada	X	
Ajustar os freios de serviço, se necessário.		X
Ajustar o freio estacionário, se necessário.	X	
Revisar as abraçadeiras e mangueiras do turbo alimentador.	X	
Substituir os elementos de filtragem da cabine.		X
Trocar o óleo na caixa de transmissão.		X
Limpar o respiro da caixa de transmissão.	X	
Ajustar folga nos rolamentos das reduções finais.	X	
Trocar o óleo nas reduções finais.		X
Limar o respiro nas reduções finais.		X
Verificar o nível de fluido dos freios.		X
Trocar o elemento filtrante do decantador.	X	
Drenar e limpar o radiador.		X
Verificar a transmissão hidrostática.		X
Verificar sistema de embreagem.	X	
Drenar depósito de ar localizado no eixo dianteiro.	X	
Verificar aperto das porcas do eixo dianteiro, torque de 300 Nm (30 kgm, 218 lb-ft).	X	
Verificar o aperto das porcas das reduções finais, torque de 250 Nm (25 kgm, 182 lb-ft)	X	
Verificar paralelismo entre côncavos e cilindro.	X	
Inspeccionar tensionamento de todas as correias.	X	X
Checar folga e lubrificação de todas as correntes.		
Verificar desgaste em todos os rolamentos da trilha.		X
Inspeção de desgastes de todas as correias.	X	
Verificar calibragem dos pneus dianteiros.	X	
Verificar calibragem dos pneus traseiros.		X
Verificar folgas no acoplamento do eixo traseiro.	X	
Inspeccionar tubulações hidráulicas.	X	
Verificar a funcionalidade dos sistemas de trilha.		X
Verificar funcionalidade do sistema de descarregamento.	X	
Inspeccionar os desgastes nas helicoides de transporte.	X	
Verificar vazamentos hidráulicos	X	

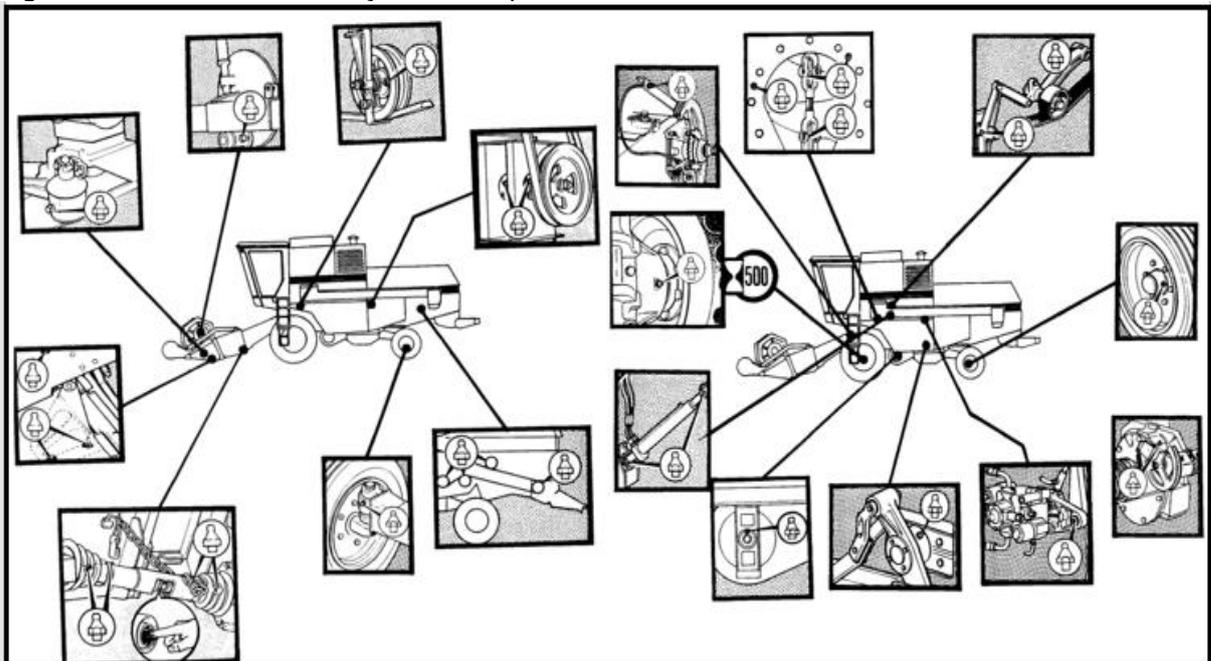
Inspeções de trincas na estrutura de alimentação.	X	
Inspeções de trincas na solda do corpo da máquina.	X	
Inspeção e funcionalidade do acoplamento da plataforma		X
Verificação de todos os rolamentos.	X	
Teste dos sistemas elétricos, acionamento sensores.	X	

**Fonte:** o autor

Com as definições de inspeção e atividades listadas foram identificados os pontos onde já tiveram os devidos ajustes ou inspeções representando 37% de todas as mensurações. Porém, também foram registrados os locais que sequer tinham sido inspecionados ou revisados os quais proporcionam a falta de inspeção em 63% dos pontos listados.

Para finalização das atividades foram elencadas as lubrificações em ambos os pontos mensurados no manual de operação, conforme Figuras 13 e 14.

Figura 13 – Pontos de lubrificação lado esquerdo

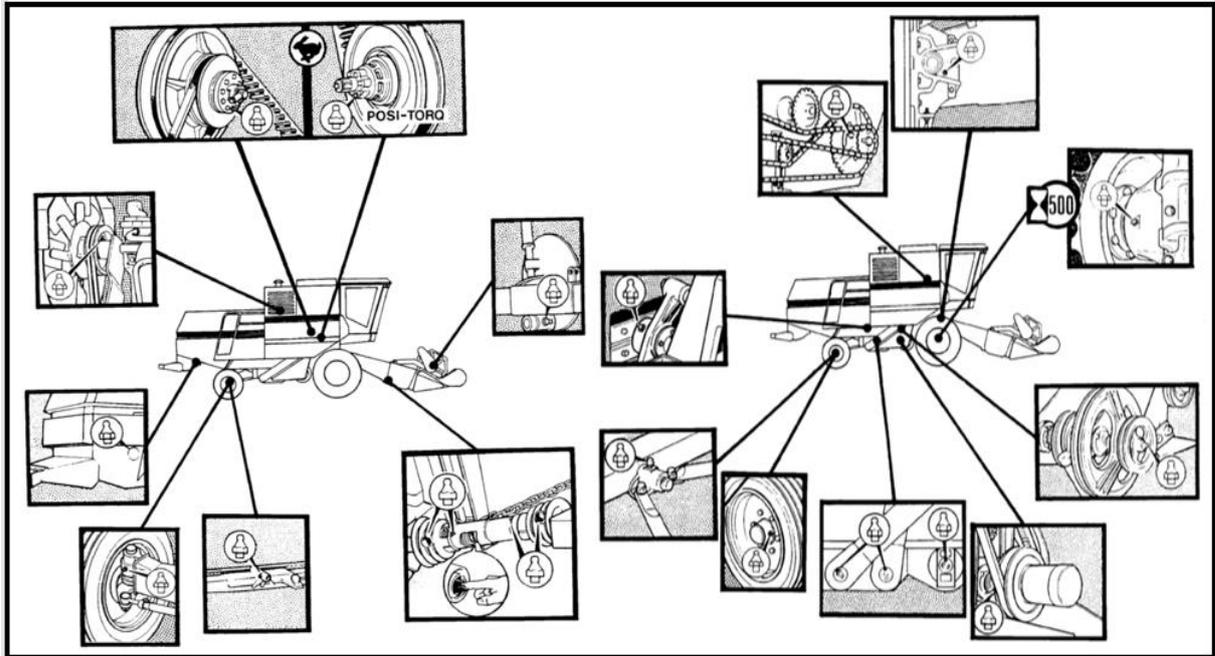


**Fonte:** Adaptado de John Deere, 2000

As identificações dos locais para lubrificação garantem o auxílio e a referência durante as atividades de manutenção. As figuras demonstram as localizações da lubrificação em postos específicos bem como uma visualização de

onde estão alocados na máquina, conforme pode ser visualizado detalhadamente na Figura 14.

Figura 14 – Pontos de lubrificação lado direito



Fonte: Adaptado de John Deere, 2000

As definições de atividades para lubrificação de todos os pontos, em ambos os lados do equipamento, determinam por finalizadas as atividades que antecedem a definição de marco zero.

Dentre outras abordagens, foram identificadas necessidades de substituições de peças e manutenções em pontos que não tinham sido considerados relevantes, conforme Figura 15, onde é possível identificar movimentações de materiais aos arredores da máquina.

Figura 15 – Atividades de manutenção após as inspeções descritas



Fonte: o autor

Estas atividades proporcionaram desenvolvimento das inspeções e percepções que arremetem em definições de melhores execuções das atividades de revisão e manutenção da máquina. Na imagem é perceptível um jogo de barras novas para cilindro, sistema responsável pela debulha das vagens, considerados de extrema importância para operação em colheita.

Com estas definições e conclusões das atividades, foram possíveis as determinações das atividades futuras, que são abordadas nos próximos tópicos.

#### 4.3.1.6 Atividades diárias

Na sexta etapa foram definidas e instituídas documentações para realização das atividades diárias, bem como a orientação do uso e preenchimento destes documentos. Desta forma atribuindo a responsabilidade da gestão da manutenção aos operadores.

As atividades correspondentes a este tópico descrevem definições do pilar de manutenção autônoma da TPM, não sendo esgotado o tema por completo por estar atrelado a outras definições de gestão da manutenção abordadas em outros tópicos, reforçando a definição com a responsabilidade do colaborador em que o equipamento é de seu inteiro discernimento.

O desenvolvimento do *checklist* descrevem as regras para garantir a autonomia da gestão da manutenção diária, regendo parâmetros para as observações da máquina. A Figura 16 descreve o *checklist* desenvolvido, onde ficará à disposição do operador ao lado do banco da cabine, possibilitando a facilidade de acesso.

Figura 16 – Alocação do *Checklist* diário



Fonte: o autor

A elaboração do *checklist* garante que não sejam esquecidos de realizar as inspeções e as atividades de manutenções diárias. A folha que foi disponibilizada ficará alocada ao lado do assento de operação, a mesma é plastificada permitindo que sejam apagadas as marcações assim que estiver totalmente preenchida.

O *checklist* tem capacidade para realização de quatorze inspeções diárias, foi elaborado com o propósito de definição de atividades e um conjunto de ações a serem seguidas, desta forma, direcionando o desenvolvimento e direcionamento garantindo o alcance dos objetivos.

#### 4.3.1.7 Manutenção autônoma

A sétima etapa fundamenta-se no seguimento dos conceitos para o desenvolvimento e capacitação dos operadores no que tange a realização das atividades de manutenção, promovendo a autonomia dos operadores.

As definições para capacitação dos operadores têm início com o desenvolvimento do *checklist* e a aquisição do manual técnico de reparação, que possui características técnicas para resolução dos processos de manutenção caso necessárias à realização da manutenção da máquina bem como o passo a passo para a montagem de qualquer componente.

O *checklist* promove a inspeção para a abordagem e a realização dos pequenos reparos. Para as manutenções de maior proporção e que possam gerar dúvidas o manual técnico promove o suporte direto fornecendo as informações necessárias para tais atividades.

Estas circunstâncias possibilitam as condições e capacidades para que os operadores realizem os pequenos e os grandes reparos evitando a quebra e a parada do equipamento, promovendo uma maior satisfação e aumento da produtividade com a satisfação pelo trabalho desenvolvido.

#### 4.3.1.8 Manutenção Corretiva

A objetividade de redução até a eliminação da manutenção corretiva está atrelada às etapas posteriores à manutenção autônoma com desenvolvimento das capacitações dos operadores.

Com a implementação da filosofia TPM a caracterização do reparo em caráter emergencial deve ser reduzida a zero. Para tais atribuições foram

definidas as atividades listadas nesta pesquisa, iniciando com as verificações e abordagens antecedentes ao marco zero, seguindo com as determinações de lubrificação e realização do *checklist* diário e revisão por completa entre os meses de julho a setembro.

Dentre as características para capacitação dos operadores e desenvolvimento assíduo das atividades de manutenção devem ser abordadas as características das atividades que a máquina desempenha atrelando às condições do campo em qual atua.

Durante as abordagens e conversas com o proprietário e operadores foi relatado que em algumas situações a máquina falha devido à irregularidade no solo, como pedras, pedaços de outros equipamentos, restos de redes elétricas e até tocha (parte que fica após uma árvore ser cortada).

Ao longo das abordagens o proprietário relatou questionar todos os seus clientes sobre as condições e imperfeições nos solos em que presta serviço de colheita. Onde que, em grande parte os clientes ao serem questionados não descrevem as reais condições, imperfeições ou a presença de corpos estranhos no solo.

De forma proativa o proprietário sugeriu inserir em contrato de prestação de serviço uma cláusula em que a responsabilidade de 30% do valor despendido, caso ocorra à quebra da máquina, fica a caráter do contratante. Garantindo, desta forma, a responsabilidade de ambas as partes tanto no questionamento das condições das áreas quanto na responsabilidade em informar ou readequar o solo para as devidas atividades.

#### 4.3.1.9 Manutenção Preventiva

As atividades de manutenções preventivas para este tipo de máquina são definidas em três patamares: manutenção baseada nas orientações do fabricante, manutenção baseada no tempo e manutenção baseada no desgaste.

A manutenção preventiva é reforçada tendo início com a correta efetuação das lubrificações e a realização do *checklist* diário. As atividades com a realização das inspeções podem ser identificadas na Figura 17.

Figura 17 – Atividades de inspeção diárias com uso do Checklist



Fonte: o autor

Para as atividades de manutenções em caráter preventivo foram seguidas as orientações conforme definições do manual técnico. Porém, como incremento de informações através do *checklist* foi desenvolvido uma planilha em Excel onde são lançadas as informações coletadas, tanto no *checklist* como das atividades realizadas somando-se as peças substituídas.

Com o controle via *software* é possível obter a fundamentação em dados históricos e estatísticos das falhas do equipamento e o registro das atividades realizadas.

#### 4.3.1.10 Manutenção Preditiva

As definições estabelecidas que descrevem a manutenção preditiva se iniciaram com a realização de análise dos lubrificantes, foram realizadas análises do óleo do motor e do óleo diesel, os resultados estão representados na Figura 18.

Figura 18 – Análise de lubrificantes



Fonte: o autor

A realização de análise de fluídos não demonstrou nenhum tipo de contaminação tanto no combustível como no lubrificante do cárter.

Na sequência de definições e através dos relatos e constatações “*in loco*”, percebeu-se certa dificuldade dos operadores para identificação da temperatura real na máquina.

A sugestão para estas constatações foi instalação de um segundo termômetro, o qual possuía a identificação em números da real temperatura quando em atividade. A Figura 19 representa o painel da máquina com o termômetro original com identificação da temperatura em cores, mais o termômetro adicionado com representação numérica.

Figura 19 – Posição dos termômetros



Fonte: o autor

A instalação adicional do termômetro garante a assertividade e a precisão para as atividades de manutenção além de ser uma das definições da Engenharia de Manutenção tópico 4.3.1.12, melhorando as informações e a visualização das mesmas pelos operadores.

No geral grande parte das atividades ligadas à manutenção preditiva está atrelada às inspeções realizadas no *checklist* e ao correto funcionamento dos marcadores já existentes em painel de operação.

#### 4.3.1.11 Manutenção Detectiva

As atividades ligadas à manutenção detectiva para as definições deste TFC se caracterizam em realização a checagem completa da máquina durante as atividades de manutenção.

Nesta abordagem o principal contexto das atividades é a garantia de mudança cultural que foi trabalhada usando abordagens práticas e explicações das reais necessidades de realização desta especificação de manutenção.

Para complemento das abordagens detectivas, levando em consideração que toda a manutenção é realizada pelo proprietário, foi proposto à aquisição e

uso de alguns ferramentais como: Câmera termográfica, Termômetro digital a laser, Tacômetro, Multímetro, demonstrados na Figura 20.

Figura 20 – Ferramentas para manutenção



Fonte: o autor

Identificado com número um está à câmera termográfica, como dois o termômetro digital a laser, como três o tacômetro e por último como quatro o multímetro.

A aquisição destes ferramentais garante a realização e a inspeção mais aguçada durante as atividades de manutenções diárias e em realizações de abordagens específicas, pois, são de fácil utilização e interpretação.

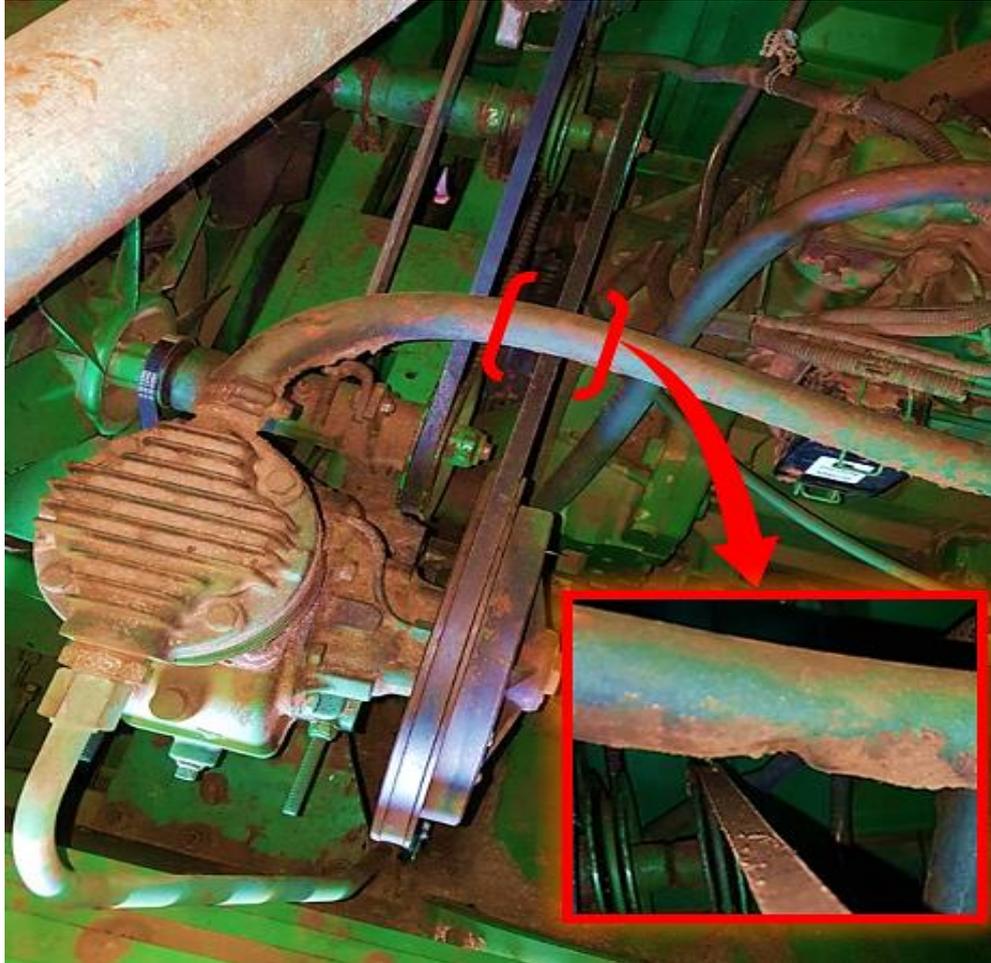
#### 4.3.1.12 Engenharia de Manutenção

No que tange a engenharia de manutenção as definições englobam todas as atividades atreladas à manutenção com ênfase em identificação das causas que levaram a ocorrência da falha.

Na atividade de acompanhamento prático foram constatadas interferências entre uma das correias com uma tubulação hidráulica nas proximidades do motor conforme Figura 21. Durante a identificação do dano o relato do proprietário

descreveu já ter ocorrido a falha da mesma tubulação há alguns meses atrás, na qual somente foi substituída e dado continuidade nas atividades.

Figura 21 – Tubulação de sucção de ar danificada



Fonte: o autor

Neste processo foram abordadas as evidentes faltas de busca pelas causas dos defeitos, que passam a serem obrigações de todos, buscando a eliminação dos retrabalhos, falhas e quebras prematuras.

Operador e proprietário foram instigados a realizar observações para a identificação dos motivos do dano, de forma a apurar a razão específica da falha que devem tomar ações objetivando a eliminação da repetição.

Na atividade foi prescrito que a oscilação da correia do compressor estava tocando a tubulação, e que o suporte de fixação da tubulação deveria ser alterado de posição garantindo que não ocorram mais falhas neste local, melhorando a performance evitando parada da máquina.

#### 4.3.1.13 Acompanhamento e auxílio

Na oitava etapa delineou de acompanhamento das atividades realizadas, desta forma, promovendo auxílio e o fortalecimento dos conceitos da filosofia.

A etapa de acompanhamento foi fundamental para o esclarecimento de dúvidas e ajustes das observações do proprietário, qual descreveu estar mais confortável referente ao acompanhamento e esclarecimento das dúvidas.

Desta forma atingindo o propósito das definições sobre a correta orientação e definições específicas da filosofia da TPM.

#### 4.3.1.14 Otimização

As definições da nona etapa predisuseram de interpretações dos resultados, sejam eles, resultantes do acompanhamento “*in loco*” ou em documentos como manual de operação.

A descrição a ser ajustada foi identificada com a melhora no processo do *checklist*, em que gerava dúvidas referentes ao preenchimento pelos operadores, a Figura 22 representa o primeiro modelo desenvolvido, que pode ser por completo visualizado no Apêndice A.

Figura 22 – Modelo de checklist

Checklist Diário	
Dados da colheitadeira	
Modelo: _____	Data: _____
Chassi: _____	Nome Operador: _____
	Horas Motor: _____
*Todas as situações consideradas anormalidades devem ser anotadas ao lado de sua correspondência*	
<b>MOTOR</b>	Nível de óleo: _____
	Estado das correias e tensores: _____
	Sujidade nos trocadores de calor: _____
	Estado do filtro de ar: _____
	Inspeção compressor de ar: _____
	Inspeção de vazamentos: _____
	Nível do líquido de arrefecimento: _____
<b>HIDRÁULICO</b>	Inspeção visual das bombas: _____
	Inspeção motor do hidro: _____
	Fixação das mangueiras: _____
	Vazamentos gerais: _____
	Inspeção conectores plataforma: _____
<b>CABINE</b>	Inspeção visual das luzes do painel de controle: _____
	Funcionalidade da alavanca multi-função: _____
	Posicionamento dos retrovisores: _____
	Funcionalidade do ar condicionado: _____
	Funcionalidade das alavancas: _____
	Teste do freio: _____

Fonte: o autor

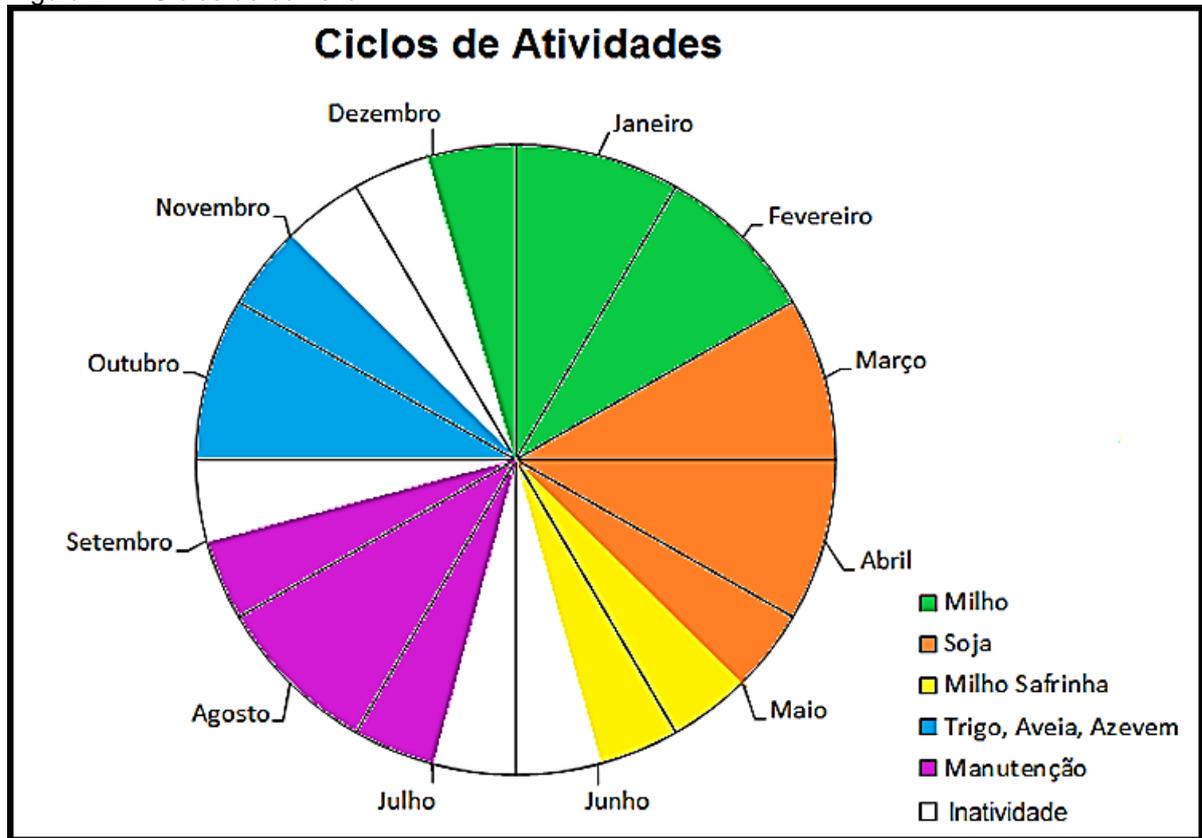


#### 4.3.1.15 Ciclos de manutenção

Já na décima etapa, as atividades concentraram-se em definições das manutenções durante as entressafras. Para estas definições foram necessárias às participações e contribuições de todos os envolvidos nas atividades, sejam elas de operação ou gestão, garantindo maior assertividade das definições.

Dentre os desenvolvimentos das atividades a fim de realização de manutenções preventivas está o desenvolvimento de atividades entre os ciclos de colheita, desenvolvido em conjunto com proprietário, operadores e pesquisador, conforme é possível visualizar na Figura 24.

Figura 24 – Ciclos de colheita



Fonte: o autor

As atividades de colheita desempenhadas pela máquina correspondem 60% do período anual, onde os ciclos estão atrelados a diferentes tipos de cereais. No período de inatividade foram definidas as atividades de revisão e ajustes da máquina, de acordo com as definições do manual técnico, estando revisado para a próxima etapa de atividades.

Desta forma, as atividades de manutenção de maior duração devem ser realizadas entre os meses de julho a setembro. Esta atuação tem o objetivo de evitar a falha ou a queda de desempenho do equipamento, obedecendo a um plano definido e garantindo a realização das atividades baseadas nos intervalos descritos.

#### 4.3.1.16 Auditoria

Para a décima primeira etapa foi atribuído à responsabilidade ao proprietário pelo acompanhamento e auditoria das aplicações dos conceitos, verificando na prática seus propósitos, tendo o mesmo que orientar a correta utilização em caso de não conformidade nas atividades desenvolvidas.

#### 4.3.1.17 Apresentação dos resultados

A décima segunda etapa, marca a finalização deste ciclo de atividades, com apresentações dos resultados e predeterminações para desenvolvimento futuro.

Nas atividades de colheita nos meses de outubro a novembro, com a máquina estudada, não ocorreram falhas durante o processo de retirada dos grãos do campo. Reforçando que as atividades até então desenvolvidas prescrevem de forma positiva, aguçando o embasamento para demonstração dos resultados esperados com as atividades desta pesquisa.

### 4.4 ABORDAGEM DE 5S

Dentre outros fatores foram incluídas as definições da metodologia do 5S, iniciando com a abordagem para caracterização da limpeza em toda a máquina. É entendível que não se podem obter resultados satisfatórios para a manutenção sem que se tenham definições para atividades ligadas ao 5S.

As atividades descritas pela introdução do 5S garantem a qualidade das atividades de manutenção e a promoção no que tange a satisfação das atividades desempenhadas pelos operadores.

As abordagens do 5S prescreveram em definições de atividades que devem ser realizadas pelos operadores conforme listadas no Quadro 6.

Quadro 6 – Atividades de manutenção

Programa 5S	
Atividades	Frequência
Eliminação de materiais desnecessários na cabine	Semanal
Organização dos ferramentais necessários	Semanal
Limpeza externa	Diária
Limpeza cabine	Semanal

Fonte: o autor

As atividades garantem que as definições mínimas de 5S sejam atendidas estabelecendo frequência para as atividades. A eliminação dos materiais desnecessários na cabine consiste em alocar em local adequado qualquer objeto, ferramental ou peça que tenha sido colocada no interior da cabine durante as atividades de operação.

A definição seguinte consiste em organizar os ferramentais ou peças que forem necessárias. A limpeza externa consiste em soprar a poeira acumulada no final do dia com equipamento já disponível na propriedade rural. A outra definição é a realização de limpeza da cabine de operação eliminando as sujidades e poeiras que possam dificultar a operação ou até ocultar sinais luminosos do painel de controle.

Estas atividades promovem o fortalecimento com as atividades de manutenção, operação e conforto durante os processos de colheita.

#### 4.5 DISCUSSÃO FINAL DOS RESULTADOS

Os resultados das observações de atividades de campo foram, ao longo da pesquisa, de encontro com as definições teóricas. Isto demonstrou que as definições podem ser implementadas aos poucos no cenário de desenvolvimento da pesquisa.

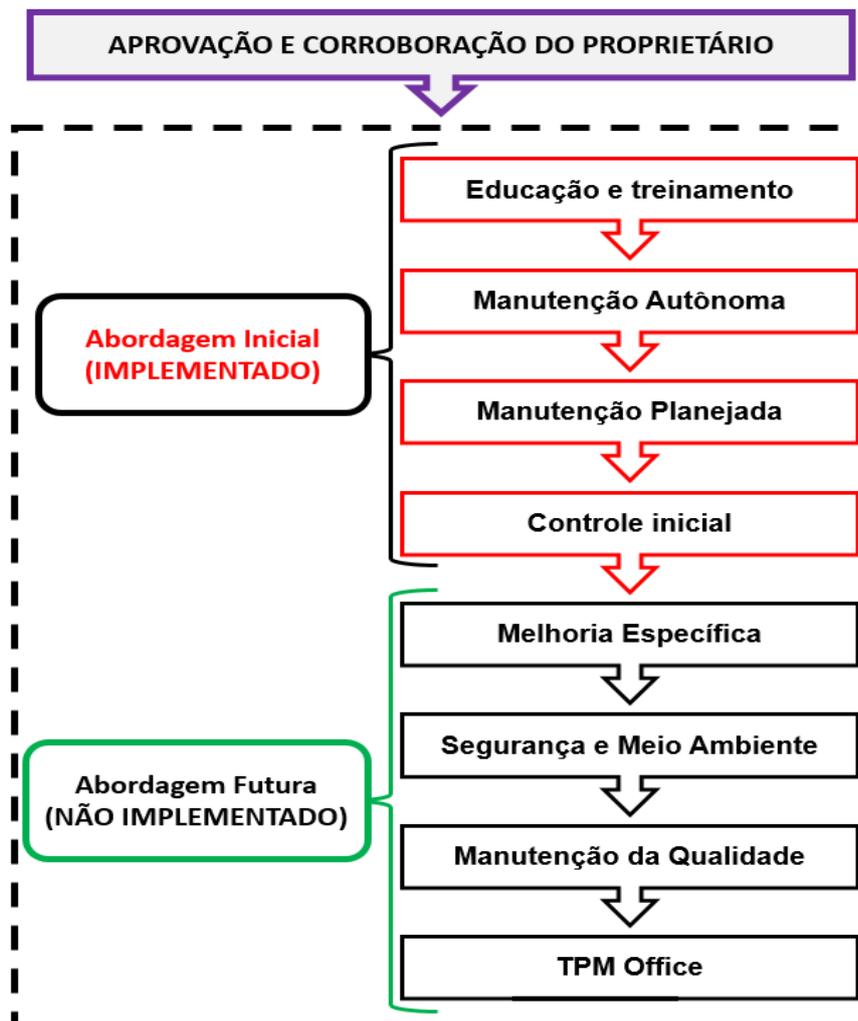
As atividades iniciais de implementação da TPM foram marcadas por fortes abordagens sobre as predefinições e melhorias que poderiam ser proporcionadas caso ocorresse a implementação de uma filosofia de gestão e controle da manutenção. Atividades estas, quando iniciadas, foram abordadas com certa resistência por parte do proprietário e colaboradores, já do início das implementações até o aparecimento dos primeiros resultados. Com o

aparecimento dos primeiros resultados, marco zero e *checklist*, as atividades e recomendações seguintes se tornaram de mais fácil aceitação, facilitando o andamento e desenvolvimento de implementação dos conceitos da TPM.

A implementação dos pilares delimitados no início da pesquisa, garantem a introdução da filosofia da manutenção de forma mais específica e voltada a atividades de organização, planejamento e desenvolvimento das atividades com aplicações práticas das manutenções.

Um dos pontos cruciais para atingimento dos objetivos foi o desenvolvimento das sequências das atividades, que resultam em uma sugestão do pesquisador para implementação da TPM, neste contexto, conforme o Figura 25 são apresentados os passos que, até então, garantiram o êxito da implementação inicial da TPM.

Figura 25 – Sequência de implementação da TPM



Fonte: o autor

As definições apresentadas na Figura 25 descrevem a abordagem inicial os pilares implementados e os pilares para implementações futuras.

Neste contexto, são apresentados às atividades preliminares e os pilares implementados as definições da implementação e as atividades que poderiam ser aprimoradas:

- Aprovação e Corroboração do Proprietário – Teve como objetivo inicial a aceitação para implementação da TPM, atividade que desencadeou uma sequência de abordagens e descrições dos benefícios do uso de filosofias já estipuladas para objeção de melhorias de performance do equipamento quando exigido alta performance para desenvolvimento das atividades de colheita.
- Educação e Treinamento – Sucintamente pode-se explicar que contemplou as atividades de treinamento e capacitação do proprietário e colaboradores nas metodologias, ferramentas e filosofias da TPM. Podendo ser aprimorado com atividades para caracterização de treinamento para possíveis novos colaboradores tanto nas metodologias bem como com treinamentos de operação da máquina.
- Manutenção Autônoma – Um dos pontos cruciais para desenvolvimento das atividades de manutenção foram estabelecidas com a implementação de este pilar, onde foram estipuladas atividades diárias de manutenção e as definições dos ciclos para tais atividades. Para prescrição de melhoramentos neste contexto estão às definições para implementação das futuras abordagens com os pilares da TPM, finalizando todo o ciclo.
- Manutenção Planejada – Um dos objetivos desta atividade prescreve em estipular definições para realização das atividades de manutenção. Lacunas que demandam de observações e caracterizações de previsões e histórico das atividades futuras para definição das atividades, se necessário, durante as alterações dos tipos de culturas em que a máquina opera durante o ano.
- Controle Inicial – As atividades descritas resumidamente neste tópico prescrevem todas as abordagens relacionadas com a implementação das filosofias da TPM e as formalizações de aquisição de ferramentais,

bem como com o início de controles preventivos e preditivos como, por exemplo, análise dos lubrificantes. Entende-se que os futuros desenvolvimentos para continuação deste tópico demandem de aguçamento das eliminações dos nascedouros de possíveis falhas.

Para atividades futuras propõem-se o seguimento da sequência conforme definido na Figura 25, identificado como: “Atividades futuras não implementadas”. Garantindo desta forma que todos os conceitos da TPM sejam implementados, proporcionando para a propriedade rural a implementação completa da filosofia, sendo capaz de servir de referência para implementações futuras em outras propriedades com mesmas atividades ou até com uma similaridade de equipamentos.

As abordagens de encerramento dos resultados são descritas pelas atividades em que a máquina desempenhou na colheita do trigo, não ocorrendo falhas durante as atividades. Desta forma, reforçando a importância de se ter uma filosofia de gestão da manutenção implementada, garantindo a máxima performance do maquinário e a satisfação do cliente.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O avanço das atividades de terceirização e o aumento do uso de equipamentos no ramo agrícola reforça a necessidade das propriedades rurais em aprimorarem seus processos de manutenção, garantindo a capacidade de se manterem ativas e competitivas no ramo em que atuam, sendo a TPM uma das filosofias a serem inseridas amplamente neste segmento de atividades.

Esta pesquisa foi estruturada a partir da necessidade de melhorias nos resultados tangentes as atividades de manutenção em equipamentos de grande porte, garantindo que tenham maior confiabilidade durante as atividades de colheita.

Depois de realizadas as atividades apresentadas no decorrer da pesquisa pode-se concluir que as definições descritas no problema de pesquisa foram devidamente atendidas, proporcionando registros das atividades diárias, gerando contexto de dados para gestão da manutenção, bem como uma maior confiabilidade da máquina quando em operação.

As hipóteses foram caracterizadas ao proporcionar desenvolvimento do conhecimento e implementação de uma filosofia de gestão da manutenção para com um equipamento de grande porte, alterando a forma cultural de realização das atividades e inserindo conhecimentos específicos entre os colaboradores e proprietário. No decorrer da pesquisa apenas não se concretizaram as definições da hipótese de letra C, não foram julgadas necessárias às apresentações dos resultados financeiros, pois para o proprietário bastaram os resultados onde que não obtiveram falhas durante a primeira atividade de colheita após as inspeções e definições da filosofia TPM.

Com base no exposto, a pesquisa demonstrou que é possível a implementação da TPM também em pequenas propriedades agrícolas, definições relatadas nas etapas do capítulo 4, descrevem o atingimento do objetivo geral da pesquisa.

O atendimento dos objetivos específicos da pesquisa é evidenciado do mesmo modo no capítulo 4:

- O tópico 4.3.1.2 estabelece o atingimento do primeiro objetivo específico que era realizar levantamento de dados da estrutura do produto e processo, incluídos na base de documentação da gestão. Realizadas

abordagens e acompanhamentos para tais buscas prescrevem na falta de documentações e registros das atividades de manutenção, sendo elaborada planilha para início destas gestões, sendo que na propriedade não eram utilizados conceitos para gestão dos processos de manutenção;

- O tópico 4.3.1 contempla o segundo objetivo específico que foi definir a aplicação do uso das ferramentas da Manutenção Produtiva Total. As atividades de acompanhamento e averiguações das documentações reforçam o tópico proporcionando à definição da implementação dos pilares específicos, atingindo desta forma as deliberações deste objetivo;
- No item 4.3.1.5 está contemplado o terceiro objetivo de elaborar a documentação necessária para os processos de manutenções. Nestas definições ficam destacadas os desenvolvimentos de *checklist* e planilha para registro das atividades de manutenção, garantindo assim o atingimento do objetivo expressado;
- O item 4.3.1.3 está definido o último objetivo, definir treinamentos para aplicar ao proprietário e operadores. A falta de documentações arremete na falta de conhecimentos específicos tanto para com a máquina bem como para os operadores. Foram realizados treinamentos tanto em caráter de conhecimento da filosofia da TPM como em definições descritas em manual de operação da máquina, sanando desta forma a definição do objetivo específico.

Considera-se, portanto, que foram alcançados todos os objetivos propostos para esta pesquisa, evidenciando que não existe um único caminho para a implementação dos conceitos estratégicos da gestão da manutenção, pois há conceitos, práticas diversas que, quando aplicadas de forma correta, prescrevem resultados excelentes para propriedades rurais.

O atendimento a esses objetivos justifica a relevância da pesquisa para propriedades rurais, que teve a partir da implementação da filosofia da TPM, ganhos significativos com as abordagens que tangem as atividades de manutenção. Salienta-se que as atividades proporcionaram ao engenheiro de

Produção uma contribuição significativa para o desenvolvimento pessoal e profissional, no qual, são exigidos conhecimentos específicos sobre o tema.

Considerando os resultados obtidos e as lacunas de implementação de todos os pilares, sugere-se, para trabalhos futuros, a continuação da implementação completa dos pilares da TPM. É esclarecido que a continuação para a completa implementação será dada pelo pesquisador, devido a interesses pessoais e profissionais. Descreve-se que o desenvolvimento de aplicativos para estas definições de gestão e controle da manutenção já está sendo desenvolvido, e que um dos integrantes da equipe é o próprio autor da pesquisa.

De forma que não foram encontradas nenhuma publicação significativa que descreve o passo-a-passo de aplicação da gestão da manutenção nesta categoria, um trabalho neste âmbito certamente seria uma ótima proposta.

## REFERÊNCIAS

- BORMIO, M. **Manutenção produtiva total (TPM)**. 2000. Disponível em: <<http://www.feb.unesp.br/jcandido/manutencao/tpm.pdf>>. Acesso em: 05/06/2019.
- CAUCHICK, M. P. A. et al. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2. ed. Elsevier: Rio de Janeiro, 2012.
- COELHO, J. **Implementação da Total Productive Maintenance (TPM) numa Empresa de Produção**. 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/321/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2019.
- COSTA, M. R. **Gestão estratégica da manutenção: Uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. 2013. 104 f. Trabalho de conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal Juiz de Fora, 2013. Disponível em: <[https://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2012\\_3\\_Mariana.pdf](https://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2012_3_Mariana.pdf)>. Acesso em: 15 jun. 2019.
- GAZEL, W. F.; SALLES, J. A. A.; FEITOSA, W. G. **Manutenção estratégica: integração entre áreas de produção e manutenção**. In XXXIV Encontro Nacional de Produção, Curitiba. Anais... Curitiba: ENEGEP, 2014. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014\\_TN\\_STO\\_195\\_105\\_24565.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_195_105_24565.pdf)>. Acesso em: 15 jun. 2019.
- JOHN DEERE. **Manual de operação: colheitadeiras 1185**. Brasil: John Deere, 2000.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.
- NUCI, R. C. **Implantação da metodologia TPM em uma indústria de embalagens de papelão ondulado**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade São Francisco, Campinas, 2015. Disponível em: <<http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/2722.pdf>>. Acesso em: 20 Abr. 2019.
- OLIVEIRA, M. R. **Estudo e adaptação dos conceitos da TPM. – manutenção produtiva total – como metodologia para integrar manutenção e produção**. 2003. Dissertação (Mestrado) – Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'Oeste, 2003. Disponível em: <[https://www.unimep.br/phpg/bibdig/pdfs/docs/01062015\\_153236\\_marcelorissatto\\_deoliveira\\_ok.pdf](https://www.unimep.br/phpg/bibdig/pdfs/docs/01062015_153236_marcelorissatto_deoliveira_ok.pdf)>. Acesso em: 17 ago. 2019.
- PEREIRA, M. **Engenharia de manutenção teoria e prática**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.
- PINTO, A. K. XAVIER, J. N. **Manutenção função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualimark, 1999.

SILVA, E. C. X. **A gestão da manutenção e a TPM: uma abordagem visando as melhores práticas de manutenção.** 2012. Monografia (Pós-Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2012. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8252/1/PG\\_CEGI-PM\\_VIII\\_2012\\_03.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8252/1/PG_CEGI-PM_VIII_2012_03.pdf)>. Acesso em: 12 nov. 2019.

SILVA, M. **Um estudo sobre a implementação do TPM (Total Productive Maintenance) e seus resultados.** XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, BA, BRASIL, 8 a 11 de outubro de 2013.

SILVEIRA, C. **O que é TPM e porque esta ferramenta é tão popular na indústria.** 2018. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/o-que-e-tpm/>>. Acesso em: 06 jun. 2019.

SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP): Uma abordagem Analítica.** 2008. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **TPM/ MPT Manutenção produtiva total.** 3. ed. São Paulo: IMAM, 2006.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisas-ação.** São Paulo: Cortez, 2007.

TURRIONI, J.; MELLO C. Pesquisa ação. In: Miguel, P.A.C. et al. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 145-150.

## APÊNDICE A – PRIMEIRO MODELO DE CHECKLIST

Checklist Diário	
Dados da colheitadeira	Data: _____
Modelo: _____	Nome Operador: _____
Chassi: _____	Horas Motor: _____
<b>*Todas as situações consideradas anormalidades devem ser anotadas ao lado de sua correspondência*</b>	
<b>MOTOR</b>	Nível de óleo: _____ Estado das correias e tensores: _____ Sujidade nos trocadores de calor: _____ Estado do filtro de ar: _____ Inspeção compressor de ar: _____ Inspeção de vazamentos: _____ Nível do líquido de arrefecimento: _____
<b>HIDRÁULICO</b>	Inspeção visual das bombas: _____ Inspeção motor do hidro: _____ Fixação das mangueiras: _____ Vazamentos gerais: _____ Inspeção conectores plataforma: _____
<b>CABINE</b>	Inspeção visual das luzes do painel de controle: _____ Funcionalidade da alavanca multi-função: _____ Posicionamento dos retrovisores: _____ Funcionalidade do ar condicionado: _____ Funcionalidade das alavancas: _____ Teste do freio: _____
<b>CONJUNTO DE TRILHA</b>	Inspeção geral das correias: _____ Inspeção geral das correntes: _____ Inspeção das caixas de peneiras e bandeja: _____ Inspeção das correntes dos elevadores: _____ Inspeção do picador de palhaço: _____ Inspeção dos saca palhas: _____ Inspeção do tanque de granel: _____ Inspeção dos sem-fim condutores de grãos: _____ Inspeção e acionamento do tubo de descarga: _____ Inspeção dos mancais do saca palhas: _____ Inspeção geral dos acionamentos de trilha: _____ Tencionamento da esteira do alimentador: _____ Estado do cilindro e côncavos: _____
<b>GERAL</b>	Nível de combustível: _____ Drenar acumulador de água: _____ Funcionalidade das teclas e acionamentos: _____ Acionamento das luzes: _____ Teste dos sensores- Rerilha e Saca-palha: _____ Lubrificação- Indicações nas blindagens laterais: _____ Calibração dos pneus: _____

## APÊNDICE B - MODELO DE CHECKLIST ATUALIZADO

### Checklist Diário

Dados da colheitadeira Nomes dos Operadores:  
 Modelo: \_\_\_\_\_

Chassi: \_\_\_\_\_ Horas Motor: \_\_\_\_\_

**\*Todos os checks devem ser anotados ao lado de sua correspondência\***

Locais de Inspeção		DATA DA INSPEÇÃO													
		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>MOTOR</b>	Nível de óleo:	<input type="checkbox"/>													
	Estado das correias e tensores:	<input type="checkbox"/>													
	Sujidade nos trocadores de calor:	<input type="checkbox"/>													
	Estado do filtro de ar:	<input type="checkbox"/>													
	Inspeção compressor de ar - Drenar água:	<input type="checkbox"/>													
	Inspeção de vazamentos:	<input type="checkbox"/>													
	Verificar nível de combustível:	<input type="checkbox"/>													
	Drenar acumulador de água:	<input type="checkbox"/>													
Nível do líquido de arrefecimento:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>HIDRÁULICA</b>	Verificar nível de óleo:	<input type="checkbox"/>													
	Inspeção visual das bombas hidráulicas:	<input type="checkbox"/>													
	Inspeção motor do hidro:	<input type="checkbox"/>													
	Fixação das mangueiras:	<input type="checkbox"/>													
	Vazamentos gerais:	<input type="checkbox"/>													
Inspeção conectores plataforma:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<b>CABINE</b>	Teste do freio de serviço e estacionário:	<input type="checkbox"/>													
	Inspeção luzes painel de controle:	<input type="checkbox"/>													
	Funcionalidade da alavanca multi-função:	<input type="checkbox"/>													
	Posicionamento dos retrovisores:	<input type="checkbox"/>													
	Funcionalidade do ar condicionado:	<input type="checkbox"/>													
	Funcionalidade das alavancas:	<input type="checkbox"/>													
	Acionamento das luzes:	<input type="checkbox"/>													

continua

