

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS MEDIANEIRA  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**

FRANCIELE BERNARDI PREZA

JAQUELINE SOLANGE JUNG

ANALISE DOS PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO PREVISTO E  
NÃO PREVISTOS NO MANUAL DO OPERADOR E NO *SERVICE*  
*ADVISOR* DA COLHEITADEIRA JOHN DEERE 1175

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA  
2015

FRANCIELE BERNARDI PREZA

JAQUELINE SOLANGE JUNG

ANALISE DOS PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO PREVISTO E  
NÃO PREVISTOS NO MANUAL DO OPERADOR E NO *SERVICE*  
*ADVISOR* DA COLHEITADEIRA JOHN DEERE 1175.

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, do  
Curso Superior de Tecnologia em Manutenção  
Industrial da Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná – Câmpus Medianeira, como requisito parcial  
para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Dr. Marlos Wander Grigoletto.

Co-orientador: Prof. M.Sc. Ivair Marquetti.

MEDIANEIRA  
2015



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus Medianeira  
Curso de Tecnologia em Manutenção Industrial



---

---

## TERMO DE APROVAÇÃO

“ANALISE DOS PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO PREVISTO E NÃO PREVISTOS NO MANUAL DO OPERADOR E NO *SERVICE ADVISOR* DA COLHEITADEIRA JOHN DEERE 1175.”

FRANCIELE BERNARDI PREZA

JAQUELINE SOLANGE JUNG

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado em 24 de novembro de 2015 às 19:00hs como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em manutenção Industrial. O(A) candidato(a) foi arguido(a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

---

Prof. Dr. Marlos Wander Grigoletto  
Orientador

---

Prof. M.Sc. Ivair Marchetti  
Co-orientador

---

Prof. Dr. Carlos Aparecido Fernandes  
Membro da banca

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus pela vida.

Aos nossos pais, pelo apoio e compreensão.

A todos os professores, em especial ao nosso orientador professor

Marlos Wander Grigoletto, pela orientação e paciência. A

Universidade, pelo espaço e oportunidade.

*"A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original."*

*Albert Einstein.*

## **RESUMO**

O presente trabalho tem como objetivo analisar os procedimentos de manutenção da colheitadeira JOHN DEERE 1175. Em um primeiro levantamento, foram coletadas as informações sobre os planos de manutenção e os procedimentos para realização da mesma. Constatou-se também que nos primeiros anos (de compra da máquina) elas apresentam maior percentual de quebra ou falha, devido a problemas de fabricação, instalação inadequada, componentes defeituosos, e principalmente falha do operador pois não tem conhecimento da máquina operada. Foram analisadas também os percentuais de falhas mais frequentes ao longo do tempo, conforme idade da máquina e local onde foi realizada a manutenção, bem como os percentuais do tipo de manutenção realizada.

Palavras chave: Manutenção, Colheitadeira, Procedimentos.

## **ABSTRACT**

This study aims to analyze the harvester JOHN DEERE 1175. Maintenance Procedures In the first survey, they collected information about maintenance plans and procedures for carrying out the same. It was also found that in the early years (machine purchase) they present a higher percentage of breakage or failure due to manufacturing problems, improper installation, defective components, and especially fails because the operator is not aware of the operated machine. It also analyzed the percentages of the most frequent failures over time, as age of the machine and where maintenance has been performed as well as the percentages of the type of maintenance performed.

Keywords: Maintenance, harvester, Procedures.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - SLC 65-A, primeiro modelo de colheitadeira fabricado no Brasil.....	37
Figura 2- Processo para entregar o produto ao cliente final .....	39
Figura 3 - Válvula fechada do comando hidráulico .....	50
Figura 4 - Válvula de expansão do ar condicionado .....	51
Figura 5 - Rolamento do eixo da plataforma de corte .....	53
Figura 6 - Correia do ventilador do Motor .....	54
Figura 7 - Anel O'RING .....	57
Figura 8 - Borracha dos braços da caixa de peneira .....	59
Figura 9 - Reparo da Bomba D'agua .....	61



## LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 - Participação de serviços de manutenção realizados na oficina autorizada e em oficinas alternativas .....	42
Gráfico 2 - Gráfico com o valor médio de gasto por ano por idade da colheitadeira.....	43
Gráfico 3 - Taxa de falhas (realização de manutenção) em função da idade do equipamento	44
Gráfico 4 - Porcentagem de colheitadeira em relação à idade e ao tipo de oficina que realizou a manutenção .....	45
Gráfico 5 - Frequência do tipo de manutenção.....	47
Gráfico 6 - Frequência de ocorrência de manutenção .....	48
Gráfico 7 - Tipos e frequências de ocorrências nas válvulas .....	49
Gráfico 8 - Tipos e frequência de ocorrência de manutenção nos rolamentos.....	52
Gráfico 9 - Tipo e frequência de ocorrência de manutenção nas correias.....	55
Gráfico 10 - Tipo e ocorrências de manutenção nos anéis de vedação .....	56
Gráfico 11 - Tipo e frequência de ocorrências nas buchas.....	58
Gráfico 12 - Tipo e frequência das ocorrências de manutenção na bomba d'agua.....	60

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Produção nacional de colheitadeiras automotrizes.....	23
Tabela 2 - Fluxo das atividades desenvolvidas na pesquisa.....	36
Tabela 3 - Lista de ocorrência com frequência inferior a 1% .....	46
Tabela 4 – Ocorrências programadas pelo manual de manutenção dentro do programa de garantia da colheitadeira.....	47

## LISTA DE SIGLAS

ADI	After Delivery inspection
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FEALQ	Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MDO	Manual do Operador
MPCG	Manual do Proprietário e Certificado de Garantia
PDI	Pré Delivery Inspection
PGPAF	Programa de Garantia de Preços da Agricultura Familiar
PIB	Produto Interno Bruto
SDCD	Sistemas Digitais de Controle Distribuído
SLC	Scheider Logemann E Cia. Ltda
SRI	Secretaria de Relações Internacionais

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO .....	14
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
3.1 AGRICULTURA .....	15
3.1.1 História da Agricultura .....	17
3.1.2 Importância Econômica.....	18
3.2 MÁQUINAS AGRÍCOLAS.....	19
3.2.1 A Indústria e o Mercado de Máquinas Agrícolas .....	19
3.2.2 Criação e Evolução .....	21
<b>4. MANUTENÇÃO .....</b>	<b>25</b>
4.1. HISTORIA DA MANUTENÇÃO .....	25
4.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO .....	27
4.2.1. Manutenção Corretiva.....	27
4.2.2. Manutenção Preventiva.....	28
4.2.3. Manutenção Preditiva .....	30
4.2.4. Manutenção Detectiva .....	32
4.3. IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO .....	34
<b>5. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>35</b>
5.1. MÉTODOS.....	35
5.2. A EMPRESA.....	36
5.2.1. Características da Colheitadeira .....	38
5.3. PLANO DE MANUTENÇÃO .....	39
5.3.1. Plano de manutenção – Pré-entrega.....	40
5.3.2. Plano de manutenção – Entrega Técnica .....	40
5.3.3. Plano de manutenção – Revisão 600 horas.....	41
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>42</b>
<b>7. CONCLUSÃO.....</b>	<b>62</b>
<b>8. REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>64</b>
ANEXO I – CROQUI DA COLHETADEIRA 1175.....	67
ANEXO II – CHECK-LIST DA COLHETADEIRA 1175.....	68

## 1. INTRODUÇÃO

A manutenção de máquinas agrícolas é definida como o conjunto de procedimentos que visam manter as máquinas nas melhores condições de funcionamento e prolongar sua vida útil, através de lubrificação, ajustes, revisões e proteção contra ar, solo e plantas. Estes fatores são decorrentes do próprio trabalho, do meio ambiente e do manejo. Essa manutenção pode ser preventiva ou corretiva.

A operação de máquinas agrícolas é uma atividade que envolve basicamente dois fatores: o homem (operador) e a máquina (Colheitadeira). Estes dois interagem entre si formando o sistema homem-máquina. É fundamental, como precaução nessa atividade, que o operador esteja familiarizado com todos os comandos e controles da máquina e que, antes de trabalhar com a mesma, realize a leitura do manual de instrução, fornecido pelo fabricante da colheitadeira JHON DEERE 1175, tomando as medidas necessárias para a segurança do operador e também para evitar futuras falhas ou quebras de componentes e da própria máquina.

Para a realização da manutenção das colheitadeiras JOHN DEERE 1175 são realizados vários procedimentos, para que a máquina fique em perfeitas condições de uso desde a saída da fábrica ate chegar às mãos do proprietário/operador.

Foram analisadas as formas de manutenção bem como o tempo gasto entre elas desde sua aquisição. São realizados estudos da frequência de ocorrência de manutenção nos principais pontos de quebra da máquina não especificado no manual do operador, bem como os pontos onde ocorre a manutenção programada. Analises dos componentes em que ocorrência de falha é mais frequente, bem como verificar a causa e os possíveis procedimentos a serem realizados.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar o levantamento dos principais tipos de manutenções requeridos na colheitadeira John Deere modelo 1175 realizados no período de 2 anos, criando procedimentos para as manutenções não previstas no manual do fabricante desta máquina.

### 2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Coletar todas as informações referentes à manutenção da colheitadeira John Deere modelo 1175 realizadas na concessionária autorizada de Medianeira – Paraná.
- Aplicar a ferramenta da qualidade para visualizar as demandas de manutenção mais importantes.
- Comparar as demandas observadas com o manual de manutenção do fabricante.
- Identificar e propor sugestões de melhoria na inspeção dos pontos susceptíveis a falhas.
- Reduzir os custos com a máquina parada no campo evitando uma possível perda de produção, e gastos sobressalentes.

### 3. REFERÊNCIAL TEÓRICO

#### 3.1 AGRICULTURA

A atividade do setor agrícola é uma das mais importantes da economia brasileira, pois, embora componha pouco mais de 5% do PIB brasileiro na atualidade, é responsável por quase R\$100 bilhões em volume de exportações em conjunto com a pecuária, segundo dados da Secretaria de Relações Internacionais do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SRI/Mapa). A produção agrícola no Brasil, portanto, é uma das principais responsáveis pelos valores da balança comercial do país. (PENA, 2015)

O agronegócio tem sido fundamental sob vários aspectos para a economia brasileira. Graças a uma verdadeira revolução tecnológica foram alcançados aumentos de produtividade que contribuíram para a competitividade e eficiência do setor. O desempenho do agronegócio particularmente após o Plano Real proporcionou queda real de mais de 20% dos preços aos consumidores que muito beneficiou a sociedade como um todo, principalmente as camadas mais pobres da população, além de ter facilitado a manutenção das baixas taxas de inflação observadas no período. Proporcionou também saldos comerciais entre 9 a 17 milhões de dólares por ano, atenuando, assim, os DÉFICITS comerciais que de outra forma poderiam tornar-se insuportáveis para o país. (BARROS, 2004)

A agricultura é uma atividade produtiva de grande importância para o homem, pois é a partir dela que temos o nosso sustento. Existem três fatores ligados à produção agrícola: o físico, como o solo e o clima; o fator humano, que corresponde à mão de obra em seu desenvolvimento; e o fator econômico, que se refere ao valor da terra e o nível de tecnologias aplicadas na produção. (BRASIL ESCOLA, 2015)

Dentre os fatores naturais, sem dúvida, o clima é o que exerce maior influência no desenvolvimento da agricultura. Caso a chuva atrase, por exemplo, a lavoura fica comprometida; se chover excessivamente, a mesma também será prejudicada. (BRASIL ESCOLA, 2015)

Outro elemento natural indispensável para a agricultura é o solo. Esse é um recurso mineral renovável essencial para os vegetais, uma vez que é nele que a planta se desenvolve e retira nutriente e água para a germinação, crescimento e produção de frutos. (BRASIL ESCOLA, 2015)

As condições climáticas só podem ser melhoradas em circunstâncias especiais, por exemplo, mediante rega artificial ou proteção contra agentes adversos. No entanto, as características do solo podem ser melhoradas de forma profícua, através da utilização de adubos, corretores de pH ou recorrendo à drenagem de solos muito úmidos. (SIGNIFICADOS, 2015)

O fator humano está ligado diretamente com a força de trabalho empregada no plantio, nos cuidados e na colheita. Desta forma, é possível verificar o tipo de mão de obra aplicada, a quantidade, a qualificação e também as relações de trabalho estabelecidas entre o empregado e o empregador, as quais são determinadas pelo nível tecnológico inserido na produção. (BRASIL ESCOLA, 2015)

A agronomia é a ciência que analisa as propriedades dos solos e plantas para aperfeiçoar técnicas usadas na agricultura. Tendo em conta o aumento da densidade populacional, são cada vez mais importantes as medidas para aumentar os rendimentos através do controle das condições climáticas e do solo. Foram muito importantes a prática do cultivo em estufas e o desenvolvimento de métodos que impedem que animais destruam as plantações.

Os rendimentos agrícolas são bastante flutuantes de acordo com ciclos econômicos, o que implica uma intervenção constante dos estados relativamente aos preços agrícolas. (SIGNIFICADOS, 2015)

Um agricultor é uma pessoa que se dedica à agricultura, seja ele proprietário, arrendatário ou administrador de uma exploração agrícola, sem que para isso seja necessário ter estudos específicos, já que os estudos de agricultura não são uma condição prévia para exercer esta profissão. (SIGNIFICADOS, 2015)

#### Tipos de agriculturas:

- Agricultura de subsistência: tem a finalidade de fornecer alimento e matéria-prima para os trabalhadores que estão envolvidos na produção e gerar uma produção excedente para ser comercializada no mercado local.
- Agricultura comercial: é destinada à exportação ou mesmo ao mercado interno, na qual se usa grandes extensões de terra com aplicação de tecnologias que alcançam elevados índices de produtividade. (BRASIL ESCOLA, 2015)

Os recursos financeiros aplicados na produção agrícola são de suma importância para o modelo de agricultura que se pretende desenvolver. Em áreas onde a agricultura é praticada de maneira comercial ocorre a utilização de insumos agrícolas (fertilizantes, agrotóxicos e maquinários), elementos que favorecem o aumento significativo da produção, sem que haja a



necessidade de se empregar muita mão de obra. Na agricultura de subsistência, a quantidade de trabalhadores é elevada, pois não há máquinas para a realização do trabalho, a produtividade é baixa diante da quase inexistência de tecnologias inseridas no sistema produtivo. (BRASIL ESCOLA, 2015)

### 3.1.1 História da Agricultura

A história da agricultura brasileira é traçada a partir do processo de colonização do país. Não é que antes não houvesse nenhum tipo de cultivo agrícola. Os índios nativos destas terras praticavam uma agricultura de subsistência, mas foi a partir do processo de colonização e da destruição do modo de vida original dessas populações locais com o início de uma agricultura de exportação.

Os povos nativos cultivavam principalmente mandioca, tabaco, amendoim e a batata-doce, com a chegada dos portugueses esse quadro produtivo é bem alterado.

O principal marco deste momento histórico é a inserção da produção de cana-de-açúcar, pois as terras brasileiras eram propícias ao cultivo desta produção e o produto era extremamente valorizado na Europa.

O chamado ciclo da cana-de-açúcar, a monocultura açucareira era baseada na mão de obra escrava e durou mais de cem anos.

Com o declínio da produção de cana outros produtos agrícolas foram aos poucos sendo inseridos no país, como é o caso do café que também marcaria a nossa história.

Ainda que existisse, em maior ou menos escala o cultivo de outros produtos, o crescimento dessa diversificação só ocorreu em 1960, principalmente a partir da criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Com a EMBRAPA inaugura-se uma nova era na agricultura brasileira.

Um dos objetivos da EMBRAPA era a partir de pesquisa designar quais os produtos agrícolas eram mais adequados a cada região do país e quais eram mais importantes tanto para o mercado interno quanto para o mercado externo.

Foi entre 1960 e 1990 que se romperam barreiras e a expansão agrícola atingiu novos lugares como o cerrado, principalmente estruturados em latifúndios que desenvolviam a monocultura de algodão, feijão e soja.

Com o avanço tecnológico a agricultura não poderia ficar de fora. Na década de 1990, já com o Brasil vivendo novos ares de democracia as máquinas e a pesquisa avançada começaram a invadir o mundo da agricultura.

O que antes eram fazendas onde o cultivo da terra era feito de forma quase que manual viraram agroindústrias que tem todos os seus processos de cultivo mecanizados com o objetivo de conseguir excelência na produção de alimentos, principalmente para a exportação.

Hoje é a agroindústria que domina o mercado, tendo deixado desempregados inúmeros trabalhadores rurais. Além disso, há a questão do que se produz e para quem, sendo que os nossos melhores produtos são produzidos para a exportação, enquanto que o mercado interno fica com os restos de produção de qualidade inferior.

É preciso que sejam valorizados outros modelos agrícolas, sustentáveis e mais saudáveis ao meio ambiente e à sociedade. (FONTE DO SABER, 2012)

### 3.1.2 Importância Econômica

A agricultura é uma das principais atividades econômicas do Brasil. O país, que possui cerca de 5,2 milhões de estabelecimentos (entre agrícolas e pecuários), ocupando uma área de aproximadamente 355 milhões de hectares, possui dois modos de produção: familiar e empresarial.

A agricultura familiar, com atividades diversificadas e mais voltadas ao mercado interno, é de fundamental importância na construção da estabilidade social, segurança alimentar e desenvolvimento econômico do Brasil. Ela é a grande responsável pelos alimentos consumidos pelos brasileiros. Segundo dados divulgados em 2009 no “Censo Agropecuário 2006” do IBGE, a agricultura familiar representa 87% da produção total de mandioca no país, 70% do feijão, 58% do leite, 46% do milho, 38% do café, 34% do arroz e 21% do trigo. Além disso, essa atividade responde por 59% do plantel de suínos, 50% do plantel de aves e 30% dos bovinos existentes no Brasil.

Já a agricultura empresarial, dentro de uma visão empresarial dos negócios, é mais concentrada em culturas voltadas à exportação. Ocupando cerca de 75,7% de toda área agrícola do Brasil, esse é o modo de produção mais importante da agricultura do país, em termos de geração de divisas.

As principais culturas da produção agrícola brasileira são a soja, a cana de açúcar e o milho. Juntos esses produtos representaram, em 2007, 50,7% do valor total da produção agrícola no Brasil, ocupando 67% de toda área plantada no país. Outros importantes produtos agrícolas nacionais são o café e a laranja. Minas Gerais e o Espírito Santo são suscetivelmente, os maiores produtores de café do país. Já a produção da laranja possui a sua maior concentração na a região norte de São Paulo, se expandindo pelo Triângulo Mineiro. Bahia, Sergipe, Rio Grande do Sul e Paraná são também estados de grande relevância na citricultura nacional. (THE CITIES, 2015)

## 3.2 MÁQUINAS AGRÍCOLAS

### 3.2.1 A Indústria e o Mercado de Máquinas Agrícolas

Até o século dezoito, os instrumentos agrícolas ainda eram rudimentares. A revolução industrial e a pujante população demandando cada vez mais alimentos colocou a Europa principalmente a Inglaterra em geral em situação bastante delicada, precisava aumentar a produtividade agrícola para suprir a necessidade de subsistência. Em meados do século dezenove, a população urbana europeia aumentou em cerca de 200 milhões de pessoas, em um grande processo de urbanização que culminou em processo de migração rural para cidade (êxodo rural), diminuindo o contingente de pessoas que trabalhavam no campo. (FONSECA, 1990)

Por estes motivos a necessidade de desenvolvimento tecnológico no campo fazia-se necessário. Porém o progresso no campo não estava isolado ao progresso de outras áreas, como o transporte, já que grande salto tecnológico nos meios de transporte, ferrovias e navegação gera um transbordo na produção de alimentos, barateando os custos de deslocamento de países distantes. Foi a partir das semeadeiras que o processo de mecanização tomou grande impulso, já que este tipo de plantio, para grãos economizava 54,5 litros de sementes e elevava a produtividade da colheita em 10,5 hectolitros por hectare, demonstrado por Thomas Coke. (FONSECA, 1990)

As colheitadeiras, inventadas na Grã-Bretanha e Estados Unidos da América em meados de 1780, foram efetivamente usadas meio século depois. Uma nova versão de colheitadeiras surgiu em 1833, quando o americano Obed Hussey, criou uma máquina mais

prática que a colheitadeira do escocês Bell, projetada para ser puxada por animais de tração. O modelo consagrou-se com o aperfeiçoamento de Cyrus McCormick. (FONSECA, 1990)

Entre 1850 e 1870, a Inglaterra e a Europa como um todo deixam de ser o principal centro técnico da agricultura. Nesse período os países que não faziam parte do antigo centro, que até então eram supridores de produtos agrícolas dispensáveis para subsistência, passam a ser grandes supridores de produtos essenciais à subsistência, como trigo, produtos lácteos, carne e produtos tropicais (salvaguardando o açúcar). Com os Estados Unidos tornando-se o centro mundial do progresso tecnológico na agricultura e fabricação dos equipamentos agrícolas. No período entre 1780 e 1900 a área cultivada naquele país é de 160 milhões de hectares, mais de 10 vezes a superfície cultivável da Inglaterra e do País de Gales. (FONSECA, 1990)

Em análise a esse desenvolvimento, Rasmussen aponta que várias pessoas que foram determinantes no desenvolvimento destes equipamentos Norte Americano: George Washington contratou um técnico britânico, Arthur Young, defensor do progresso tecnológico na Agricultura visando o desenvolvimento técnico; Thomas Jefferson buscou melhorias e inovações mecânicas, desenvolvendo projetos para semear, e outra série de utensílios agrícolas. (SOBER, 2010)

A máquina de descaroçar o algodão foi um dos principais avanços no período, projetada por Eli Whitney. Considerada um autentica inovação, já que este processo demandava grande contingente de mão-de-obra, foi um equipamento que gerou grande aumento na produtividade daquela cultura. O solo de pradaria Norte Americano foi outro fator determinante para o desenvolvimento de novos utensílios, já que os arados de madeira e ferro não se adaptavam àquele solo e os arados não deslizavam no solo abrindo os sulcos adequadamente, o ferreiro John Deere em 1837 do estado de Illinois, desenvolveu arados de ferro forjado liso que se adaptavam ao solo de pradaria. (SOBER, 2010)

Entre 1830 e 1860, foi a vez das ceifadeiras e segadeiras, para feno, de serem as grandes inovações da época. Gerando espaço para o desenvolvimento de vários equipamentos de colheitas. Além da primeira versão de colheitadeiras desenvolvidas por Hussey, surge a colheitadeira de McCormick, este abriu uma fábrica em Virgínia, Estado Norte Americano, expandindo seu negócio para Chicago, chegando a produzir cerca de quatro mil máquinas por ano, tornando-se o maior produtor em 20 anos. Seu deslocamento para Chicago teve como propósito acompanhar os agricultores através das pradarias e planícies recém-conquistadas. (FONSECA, 1990)

O sucesso das máquinas até então desenvolvidas (ceifadeiras e enfardadeiras) que dependiam apenas de tração animal para seu funcionamento, encorajaram novas inovações no sentido de criar uma dependência de mão-de-obra humana, como máquinas destinadas para a cultura do milho que arava, semeava e cobria em uma mesma operação com um ancinho para feno e grãos, ambos tracionados por animais. (SOBER, 2010)

Para Rasmussen, 1983 Apud Fonseca (1990), é a guerra civil norte americana que fornece todo o ímpeto para uma grande mudança agrícola e para conversão de tração humana e tração animal para força mecânica. Os estados unidos foram os pioneiros no uso de tratores, grandes trilhadoras e “COMBINES”, as colhedoras, que executavam em um dia o processo de colher 12 hectares de trigo e realizar todas as operações necessárias, até o ensacamento do grão, todas elas movidas a vapor. Em, Dakota, Estado Norte Americano, por volta de 1880, fazia-se aração em grande escala, com dezenas de arados trabalhando simultaneamente e paralelamente. Esses arados eram montados sobre pequenos carros sobre duas rodas onde um homem direcionava quatro cavalos, que geravam a tração, para o cultivo de imensas áreas com produtos destinados ao mercado. (SOBER, 2010)

Após a Lei da Propriedade rural, em 1862, a ocupação de novas terras nas pradarias e depois o Oeste e, também, a construção das grandes estradas de ferro, possibilitaram a criação de uma agricultura moderna e mecanizada nos Estados Unidos. As máquinas a vapor eram utilizadas em várias atividades agrícolas, sendo exemplo de sua utilização: Oliver Dalrymple, fazendeiro de trigo no Minnesota, assim como outros fazendeiros do Red River Valley, em Dakota do Norte, em 1880, iniciaram seu cultivo de trigo usando tratores a vapor (RASMUSSEN, 1983). Vale observar que a mecanização não ficou limitada às grandes fazendas monocultoras, mas expandiu-se para os outros agricultores. Essa tendência à mecanização firmou-se, no começo do século de 1900 as vendas anuais de máquinas agrícolas, nos Estados Unidos, incluindo as exportações, alcançou 101 milhões de dólares, frente a 7 milhões de dólares ao ano, alcançados há 50 anos atrás. (FONSECA, 1990)

### 3.2.2 Criação e Evolução

A indústria de colheitadeiras começou a se implantar no Brasil a partir de 1966, com o surgimento das primeiras unidades produtivas concentrando-se na região Sul do País. Isto se explica, em grande medida, pelo fato de a demanda doméstica por este tipo de máquina

agrícola ter sido impulsionada pelo surto e rápido crescimento da produção de soja nesta região, além da possibilidade de se poder combinar a produção de soja e de trigo.

Foi, porém, a partir do início da década de 70 que esta indústria ganhou maior impulso, dado que a produção e a exportação de cereais e de grãos em geral passaram a constituir fonte de divisas para o Brasil. Desta forma, a agricultura brasileira, principalmente aquela localizada nas regiões Sul e Sudeste, que já vinha automatizando algumas fases do seu processo de produção (preparo do solo, semeadura, plantio, fertilização, cultivo, aplicação de defensivos etc.) através da utilização de tratores e de seus implementos, juntamente com cultivadores motorizados, passou, a partir de então, a incorporar, também progressivamente as colheitadeiras automotrizes.

Para se ter uma ideia do rápido e vertiginoso crescimento dessa indústria basta dizer que a sua produção doméstica cresceu em 953%, durante apenas cinco anos (de 730 unidades fabricadas em 1970 para 7.688 unidades em 1975). A partir desse pico de produção houve uma retração da oferta no final da década passada da ordem de aproximadamente 40% (4.563 unidades produzidas em 1979), voltando a crescer ligeiramente em 1980 (6.488 unidades). A partir de então, da mesma forma e por motivos semelhantes àqueles apontados anteriormente para a indústria de tratores, a produção nacional de colheitadeiras vem declinando ano a ano a uma taxa variável de 25 a 30%. Cabe ressaltar, ainda, um aspecto que se torna uma agravante maior quando se propõe explicar as causas da recessão nesta indústria, ou seja, o preço unitário dessa máquina (colheitadeira automotriz) equivale, de duas e meia a três vezes o preço de um trator de porte médio. Acrescentando-se a isto as condições das favoráveis de financiamento e perda do poder aquisitivo do agricultor, chega-se a entender, pelo menos na maior parte, o porquê dessa retração.

Os dados referentes à produção nacional de colheitadeiras automotrizes em unidades/ano encontram-se na tabela 1.

Essa indústria nacional é composta por sete empresas, sendo que cerca de 80% do mercado são dominados por subsidiárias de companhias estrangeiras.

Nos últimos anos, mais precisamente com o forte estímulo governamental à produção de álcool como uma alternativa de fontes energéticas (Proálcool), vem sendo desenvolvida a produção de colheitadeiras especiais para a cana-de-açúcar.

**Tabela 1- Produção nacional de colheitadeiras automotrizes**

Data/Ano	Produção Colheitadeiras de Grãos	Exportação Colheitadeiras de Grãos	Total vendas Colheitadeiras de Grãos
1976	6481	80	5315
1977	4242	129	5127
1978	3719	145	3457
1979	4228	224	5087
1980	6003	279	5410
1981	4891	314	4522
1982	3434	120	3285
1983	3323	164	3512
1984	5806	310	5469
1985	6427	534	5775
1986	6747	525	6544
1987	6727	522	5747
1988	5651	776	4753
1989	5020	1227	3942
1990	2971	891	2350
1991	1959	447	1718
1992	2445	569	2004
1993	3445	611	2735
1994	5326	1204	4049
1995	2371	948	1423
1996	2531	1689	900
1997	3715	1906	1709
1998	4063	1766	2524
1999	3760	677	2906
2000	4296	683	3780
2001	5196	1202	4098
2002	6851	1199	5648
2003	9195	3232	5440
2004	10443	4533	5605
2005	4229	3001	1534
2006	2314	1867	1030
2007	5148	2783	2377
2008	8407	3567	4458
2009	4503	1231	3817
2010	7007	2261	4549
2011	7630	2390	5343
2012	7485	1238	6278
2013	9948	1140	8539
2014	7623	1026	6448

**Fonte: Autoria própria.**

Quanto ao mercado externo, a indústria nacional de colheitadeiras automotrizes iniciou sua exportação a partir de 1972, dirigindo-as, primeiramente, para os países da América Latina. Em um período imediatamente posterior (1973-77) este mercado externo se ampliou de forma significativa, tendo as exportações, crescido a uma taxa de 860% (25 unidades exportadas em 1973 contra 240 unidades em 1977). De 1978 até hoje esta tendência permaneceu, se bem que com menor intensidade. (NETO, 1985)



## 4. MANUTENÇÃO

Manutenção é um conjunto de técnicas e de organização capazes de conservar tão bem quanto novas, máquinas, instalações e edificações, durante o maior tempo possível, com máxima eficiência (limites a serem conquistados), tendo sempre em vista diminuir desperdícios, satisfazer e motivar tanto os que recebem como os que fazem manutenção. (MOTTER. 1992)

### 4.1. HISTÓRIA DA MANUTENÇÃO

Desde os anos 30, a evolução da manutenção pode ser dividida em 3 gerações:

#### I. Primeira geração:

A primeira geração abrange o período antes da segunda guerra mundial, quando a indústria era pouco mecanizada, os equipamentos eram simples e, na sua grande maioria, superdimensionado.

Aliado a tudo isto, devido a conjuntura econômica da época, a questão da produtividade não era prioritária. Consequentemente, não era necessária uma manutenção sistematizada; apenas serviços de limpeza, lubrificação e reparo após a quebra, ou seja, a manutenção era, fundamentalmente, corretiva. (KARDEC e NASCIF, 2001)

#### II. Segunda geração;

Esta geração vai desde a segunda guerra mundial até os anos 60. As pressões do período da guerra aumentaram a demanda por todo tipo de produtos, ao mesmo tempo que o contingente de mão-de-obra industrial diminuiu sensivelmente. Como consequência, neste período houve forte aumento de mecanização, bem como da complexidade das instalações industriais.

Começa evidenciar-se a necessidade de maior disponibilidade, bem como maior confiabilidade, tudo isto na busca de maior produtividade; a indústria estava bastante dependente do bom funcionamento das máquinas. Isto levou a ideia de que falhas dos equipamentos poderiam e deveriam ser evitadas, o que resultou no conceito de manutenção preventiva. (KARDEC e NASCIF, 2001)

Na década de 60 esta manutenção consistia de intervenções nos equipamentos feitos a intervalo fixo.

O custo de manutenção também começou a ser levado muito em comparação com outros custos operacionais. Este fato fez aumentar os sistemas de planejamento e controle de manutenção que, hoje, são parte integrante da manutenção moderna.

Finalmente, a quantidade de capital investido em itens físicos, juntamente com o nítido aumento de custo deste capital, levava as pessoas a começarem a buscar meios para aumentar a vida útil dos itens físicos.

### III. Terceira geração:

A partir da década de 70 acelerou o processo de mudanças nas indústrias. A paralisação da produção, que sempre diminui a capacidade de produção aumentou os custos e afetou a qualidade dos produtos, era uma produção generalizada. Na manufatura, os efeitos dos períodos de paralisação foram se agravando pela tendência mundial de utilizar sistemas (JUSTI-IN-TIME), onde estoques reduzidos para produção em andamento significavam que pequenas pausas na produção/entrega naquele momento poderiam paralisar a fábrica. (KARDEC e NASCIF, 2001)

O crescimento da automação e da mecanização passou a indicar que confiabilidade e disponibilidade tornaram-se pontos-chave em setores tão distintos quanto saúde, processamento de dados, telecomunicações e gerenciamento de edificações. (KARDEC e NASCIF, 2001)

Maior automação também significa que falhas cada vez mais frequentes afetam nossa capacidade de manter padrões de qualidade estabelecidos. Isso se aplica tanto aos padrões de serviço quanto a qualidade do produto; por exemplo, falhas em equipamentos podem afetar o controle climático em edifícios e a pontualidade nas redes de transporte. (KARDEC e NASCIF, 2001)

Cada vez mais, as falhas provocam serias consequências na segurança e no meio ambiente, em um momento em que os padrões de exigências nessas áreas estão aumentando rapidamente. Em algumas partes do mundo estamos chegando a um ponto em que ou as empresas satisfazem as expectativas de segurança e de preservação ambiental, ou poderão ser impedidas de funcionar.

Na terceira geração reforçou-se o conceito de uma manutenção preditiva. A interação entre as fases de implantação de um sistema (projeto, fabricação, instalação e manutenção) e a disponibilidade/confiabilidade torna-se mais evidente. (KARDEC e NASCIF, 2001).

## 4.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO

### 4.2.1. Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor que o esperado. Ao atuar em um equipamento que apresenta um defeito ou um desempenho diferente do esperado estamos realizando manutenção corretiva. Sendo assim, a manutenção corretiva não é necessariamente, a manutenção de emergência. Podemos ter duas condições específicas que levam a manutenção corretiva:

O equipamento apresenta desempenho deficiente apontado pelo acompanhamento das variáveis operacionais. (KARDEC e NASCIF, 2001)

Ocorrência de falha. Então a principal função da manutenção corretiva é corrigir ou restaurar as condições de funcionamento do equipamento ou sistema. (KARDEC e NASCIF, 2001)

#### 4.2.1.1. Manutenção Corretiva Não Planejada

É a correção da falha de maneira aleatória, caracterizando-se pela atuação da manutenção em um fato já ocorrido, seja este uma falha ou um desempenho menor que o esperado. Não há tempo para a preparação do serviço. Infelizmente ainda é mais praticado do que se deveria. Normalmente a manutenção corretiva não planejada implica em altos custos, visto que a quebra inesperada pode acarretar perdas de produção, perda na qualidade do produto e elevados custos indiretos de manutenção. Além disso, quebras aleatórias podem ter consequências bastante grave para o equipamento, isto é, a extensão dos danos pode ser bem maior. Em plantas industriais de processo contínuo como, por exemplo: Petróleo, Petroquímico, Cimento dentre outras, estão envolvidas no seu processo elevadas pressões, temperaturas, vazões, ou seja, a quantidade de energia desenvolvida no processo é considerável. Interromper tais processos de forma abrupta para reparar um determinado equipamento compromete a qualidade de outros que vinham operando em condições regulares, levando-os a colapsos após a partida ou a uma redução da produção da planta. Exemplo típico é o surgimento de vibração em grandes máquinas que apresentavam funcionamento suave antes da ocorrência. No caso de uma empresa ter a maior parte de sua

manutenção corretiva na classe de não planejada, o seu departamento de manutenção acaba sendo comandado pelos equipamentos e o desempenho da empresa, certamente, não estará adequado às necessidades de competitividade atuais. (KARDEC e NASCIF, 2001)

#### 4.2.1.2. Manutenção Corretiva Planejada

A manutenção corretiva é a correção do desempenho menor que o esperado ou da falha, por decisão gerencial, isto é, pela atuação em função de acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar o equipamento até a sua quebra. Visto que um trabalho planejado é sempre mais barato, mais rápido e mais seguro do que um trabalho não planejado. E será sempre de melhor qualidade. A característica principal da manutenção corretiva planejada é função da qualidade da informação fornecida pelo acompanhamento do equipamento. Mesmo que a decisão gerencial seja de deixar o equipamento funcionar até a quebra, esse é uma decisão conhecida e algum planejamento pode ser feito quando a falha ocorrer. Podemos citar, por exemplo, substituir o equipamento por outro idêntico, ter um Kit de reparo rápido. A adoção de uma política desse tipo de manutenção pode se originar de vários fatores:

- Melhor planejamento dos serviços.
- Possibilidade de compatibilizar a necessidade da intervenção com os interesses da produção.
- Aspectos relacionados com a segurança-falha não provocam nenhuma situação de risco para o pessoal ou para a instalação.
- Garantia de equipamentos sobressalentes, equipamentos e ferramental.
- Ter recursos humanos com a tecnologia necessária para a execução dos serviços, que podem também ser terceirizados. (KARDEC e NASCIF, 2001).

#### 4.2.2. Manutenção Preventiva

Manutenção Preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos

definidos de tempo. Inversamente à política de Manutenção Corretiva, a Manutenção Preventiva procura obstinadamente evitar a ocorrência de falhas, ou seja, procura prevenir. Em determinados setores, como na aviação, a adoção de manutenção preventiva é imperativa para determinados sistemas ou componentes, pois o fator segurança se sobrepõe aos demais. Como nem sempre fabricantes fornecem dados precisos para a adoção nos planos de manutenção preventiva, além das condições operacionais e ambientais terem influência de modo significativo na expectativa de degradação dos equipamentos, a definição de periodicidade e substituição deve ser estipulada para cada instalação ou no máximo plantas similares operando também em condições similares. Isso leva à existência de duas situações distintas na fase inicial de operação:

a) Ocorrência de falhas antes de completar o período estimado, pelo mantenedor, para intervenção.

b) Abertura do equipamento/reposição de componentes prematuramente. Evidentemente, ao longo da vida útil do equipamento não pode ser detectada a falha entre duas intervenções preventivas, o que, obviamente, implicará uma ação corretiva. Os seguintes fatores devem ser levados em consideração para adoção de uma política de manutenção preventiva:

- Quando não é possível a manutenção preditiva.
- Aspectos relacionados com a segurança pessoal ou da instalação que tornam necessária a intervenção, normalmente para substituição de componentes.
- Por oportunidade em equipamentos críticos de difícil liberação operacional.
- Riscos de agressão ao meio ambiente.
- Em sistemas complexos e/ou de operação contínua. Ex. petroquímica, siderúrgica, indústria automobilística, etc. A manutenção preventiva será tanto mais conveniente quanto maior for a simplicidade na reposição; quantos mais altos forem os custos de falhas; quanto mais falhas prejudicarem a produção e quanto maiores forem as implicações das falhas na segurança pessoal e operacional. Se, por um lado, a manutenção preventiva proporciona um conhecimento prévio das ações, permitindo uma boa condição de gerenciamento das atividades e nivelamento de recursos, além de previsibilidade de consumo de materiais e sobressalentes, por outro promove, via de regra, a retirada do equipamento ou sistema de operação para a execução dos serviços programados. Assim, possíveis questionamentos à política de manutenção preventiva sempre serão levantados em equipamentos, sistemas ou plantas onde o conjunto de fatores não seja suficientemente forte ou claro em prol dessa

política. Outro ponto negativo em relação à manutenção preventiva é a introdução de defeitos não existentes no equipamento devido a:

- Falha humana.
- Falha de sobressalentes.
- Contaminações introduzidas no sistema de óleo.
- Danos durante partidas e paradas.
- Falhas dos Procedimentos de Manutenção. (KARDEC e NASCIF, 2001)

#### 4.2.3. Manutenção Preditiva

A Manutenção Preditiva, também conhecida por Manutenção Sob Condição ou Manutenção com Base no Estado do Equipamento, pode ser definida da seguinte forma: Manutenção Preditiva é a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. A Manutenção Preditiva é a primeira grande quebra de paradigma na Manutenção e tanto mais se intensifica quanto mais o conhecimento tecnológico desenvolve equipamentos que permitam avaliação confiável das instalações e sistemas operacionais em funcionamento. Seu objetivo é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível. Na realidade o tempo associado à Manutenção Preditiva é o de prever as condições dos equipamentos. Ou seja, a Manutenção Preditiva dá preferência à disponibilidade à medida que não promove a intervenção nos equipamentos ou sistemas, pois as medições e verificações são efetuadas com o equipamento produzindo. Quando o grau de degradação se aproxima ou atinge o limite previamente estabelecido, é tomada a decisão de intervenção. Normalmente esse tipo de acompanhamento permite a preparação prévia do serviço, além de outras decisões e alternativas relacionadas com a produção. De forma mais direta, podemos dizer que a Manutenção Preditiva prevê as condições dos equipamentos e quando a intervenção é decidida o que se faz, na realidade, é uma manutenção corretiva planejada. As condições básicas para adotar a Manutenção Preditiva são as seguintes:

- O equipamento, sistema ou instalação devem permitir algum tipo de monitoramento/medição.

- O equipamento, sistema ou instalação devem merecer esse tipo de ação em função dos custos envolvidos.

- As falhas devem ser oriundas de causas que possam ser monitoradas e ter sua progressão acompanhada.

- Seja estabelecido um programa de acompanhamento, análise e diagnóstico, sistematizado. Os fatores indicados para análise da adoção de política de Manutenção Preditiva são os seguintes:

- Aspectos relacionados com a segurança pessoal e operacional.

- Redução de custos pelo acompanhamento constante das condições dos equipamentos, evitando intervenções desnecessárias.

- Manter os equipamentos operando, de modo seguro, por mais tempo. A redução de acidentes por falhas “catastróficas” em equipamentos é significativa. Também a ocorrência de falhas não esperadas fica extremamente reduzida, o que proporciona, além do aumento de segurança pessoal e da instalação, redução de paradas inesperadas da produção que, dependendo do tipo de planta, implicam consideráveis prejuízos. Os custos envolvidos na manutenção Preditiva devem ser analisados por dois ângulos:

- O acompanhamento periódico através de instrumentos/aparelhos de medição e análise não é muito elevado e quanto o maior o progresso na área microeletrônica, maior a redução dos preços. A mão-de-obra envolvida não apresenta custo significativo, haja vista a possibilidade de acompanhamento, também, pelos operadores.

- A instalação de sistemas de monitoramento contínuo “ONLINE” apresenta um custo inicial relativamente elevado. Em relação aos custos envolvidos, estima-se que o nível inicial de investimento é de 1% do capital total do equipamento a ser monitorado e que um programa de acompanhamento de equipamento bem gerenciado apresenta uma relação custo/benefício de 1/5. No tocante à produção, a Manutenção Preditiva é a que oferece melhores resultados, pois intervém o mínimo possível na planta, conforme mencionado anteriormente. É fundamental que a mão-de-obra da manutenção responsável pela análise e diagnóstico seja bem treinada. Não basta medir; é preciso analisar os resultados e formular diagnósticos. Embora isto possa parecer óbvio é comum encontrar-se, em algumas empresas, sistemas de coleta e registro de informações e acompanhamento de Manutenção Preditiva que não produzem ação de intervenção com a qualidade equivalente aos dados registrados. (KARDEC e NASCIF, 2001)

#### 4.2.4. Manutenção Detectiva

A Manutenção Detectiva começou a ser mencionada na literatura a partir da década de 90. Sua denominação Detectiva está ligada à palavra Detectar em inglês Detective Maintenance. Pode ser definida da seguinte forma: Manutenção Detectiva é a atuação efetuada em sistemas de produção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. Desse modo, tarefa executada para verificar se um sistema de proteção ainda está funcionando representam a Manutenção Detectiva. Um exemplo simples e objetivo é o botão de teste de lâmpadas de sinalização e alarme em painéis. A identificação de falhas ocultas é primordial para garantir a confiabilidade. Em sistemas complexos essas ações só devem ser levadas a efeito por pessoa da área de manutenção, com treinamento e habilitação para tal, assessorado pelo pessoal de operação. É cada vez maior a utilização de computadores digitais e instrumentação e controle de processo nos mais diversos tipos de plantas industriais. “São sistemas de aquisição de dados, controladores lógicos programáveis, Sistemas Digitais de Controle Distribuído – SDCD, MULTI-LOOPS com computador supervisor e outra infinidade de arquiteturas de controle somente possíveis com o advento de computadores de processo. Sistema de SHUT-DOWN ou sistema TRIP garantem a segurança do processo quando esse sai de sua faixa de operação segura. Esses sistemas de segurança são independentes dos sistemas de controle utilizados para otimização da produção. Equipamentos eletrônicos programáveis estão sendo utilizados para essas aplicações.”

Enquanto a escolha deste ou daquele sistema ou de determinados tipos de componentes é discutida pelos especialistas com um enfoque centrado basicamente na confiabilidade, são importantes que estejam bastante claras as seguintes particularidades:

- Os sistemas de TRIP ou SHUT-DOWN são a última barreira entre a integridade e a falha. Graças a eles as máquinas, equipamentos, instalações e até mesmo plantas inteiras estão protegidas contra falhas e suas consequências menores, maiores ou catastróficas.
- Esses sistemas são projetados para atuar automaticamente na iminência de desvios que possam comprometer as máquinas, a produção, a segurança no seu aspecto global ou o meio ambiente.
- Os componentes dos sistemas de TRIP ou SHUT-DOWN, como qualquer componente, também apresenta falha.



- As falhas desses componentes e, em última análise, do sistema de proteção, podem acarretar dois problemas:

- ✓ Não atuação.
- ✓ Atuação indevida.

A não atuação de um sistema TRIP ou SHUT-DOWN é algo que jamais passa despercebido. É evidente que existem situações onde é possível contornar ou fazer um acompanhamento, mas em outra isso é definitivamente impossível. O TRIP por alta vibração em máquinas rotativas pode deixar de atuar, desde que haja um acompanhamento paralelo e contínuo da equipe de manutenção. Na maior parte dos casos ocorre uma progressão no nível de vibração que permite acompanhamento. Entretanto, ou aumento na temperatura de mancal pode ser muito rápido, ou seja, se o sistema não atuar comandando a parada da máquina, as consequências podem ser desastrosas. (KARDEC e NASCIF, 2001)

A atuação indevida de um sistema TRIP ocasiona, obviamente, a parada do equipamento e, conseqüentemente, a cessação da produção, na maioria dos casos. O que se segue, imediatamente à ocorrência (indevida) do TRIP é um estado de ansiedade generalizada para atender a ocorrência. Isso normalmente leva algum tempo, pois vários CHECKS devem ser feitos. O ideal seria não colocar uma máquina, um sistema ou unidade para operar sem que as razões que levaram à ocorrência do TRIP sejam descobertas e/ou confirmadas. Em resumo, se a confiabilidade do sistema não é alta, teremos um problema de disponibilidade a ele associado, traduzido por excessivo número de paradas, não cumprimento da campanha programada e outros.

- Finalmente, no caso de plantas de processo contínuo, como indústrias químicas, petroquímicas, fábricas de cimento e outras, a intervenção na planta ou unidade específica é feita em períodos previamente programados, que são as Paradas de Manutenção. “A grande parte dos elementos que compõe uma malha de Inter travamento tem alto índice de confiabilidade, mas essa característica sofre distorção com o tempo, devido ao desgaste natural, vibrações etc., provocando um aumento de probabilidade de falha ao longo do tempo. Como a verificação de funcionamento é realizada somente na Parada de Manutenção podemos garantir que a probabilidade de falha é alta no final da campanha e baixa no início da campanha. (KARDEC e NASCIF, 2001)

Fica evidente que a mudança do status quo é ter o domínio da situação. Essa modificação é obtida com a Manutenção Detectiva. Na Manutenção Detectiva, especialistas fazem verificações no sistema, sem tirá-lo de operação, capazes de detectar falhas ocultas, e

preferencialmente podem corrigir a situação, mantendo o sistema operando. (KARDEC e NASCIF, 2001)

#### 4.3. IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO

A manutenção de máquinas e equipamentos é importante para garantir a confiabilidade e segurança dos equipamentos, melhorar a qualidade e reduzir os custos de produção evitando desperdícios. Para prevenir possíveis falhas e quebras nos equipamentos a empresa deve elaborar uma política de manutenção preventiva e lançar este custo no rateio de despesas da produção. (O GESTOR, 1994).

A importância da Manutenção é determinada pelas razões que a justificam. Faz-se manutenção por três ordens de razões:

Econômicas - Para obter o máximo rendimento dos investimentos feitos em instalações e equipamentos, prolongando ao máximo a sua vida útil e mantendo-os em operação o máximo de tempo possível; para reduzir ao mínimo os desperdícios, rejeições e reclamações de produtos; para apoiar o esforço de vendas da empresa evitando atrasos ou interrupções da produção; para reduzir os custos dos consumos em energia e fluidos; para conseguir o melhor aproveitamento dos recursos humanos da empresa. (O GESTOR, 1994).

Legais - A legislação obriga a prevenir situações que possam constituir fator de insegurança (risco de acidente, individual ou coletivo), de incômodo (ruído, fumos, cheiros), de poluição (emissões gasosas, descargas líquidas, resíduos sólidos) ou de insalubridade (temperatura, humidade). Algumas atividades econômicas são abrangidas por legislação especial cuja aplicação é verificada por organismos próprios. (O GESTOR, 1994).

Sociais - Os grupos sociais afetados pela operação dos equipamentos ou instalações podem exercer pressões para que sejam reduzidos ou anulados os efeitos incômodos ou nocivos dessa operação. Mesmo que não haja uma imposição legal, a preservação da imagem da empresa pode justificar a adoção de medidas de manutenção adequadas. (O GESTOR, 1994).

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados necessários para o desenvolvimento deste trabalho foram obtidos a partir:

- I. Manual de Procedimentos de Manutenção;
- II. Manual de Operação do Equipamento;
- III. Ordens de Serviço;
- IV. Notas Fiscais de peça e mão de obra;
- V. Depoimento dos funcionários da Manutenção;

Os dados coletados se referem a um período de dois anos das manutenções realizadas, e também foram compiladas as observações da equipe de manutenção e informações complementares com os proprietários e operadores do equipamento.

### 5.1. MÉTODOS

Os dados obtidos foram analisados em uma planilha eletrônica e compilados em valores absolutos e em valores percentuais.

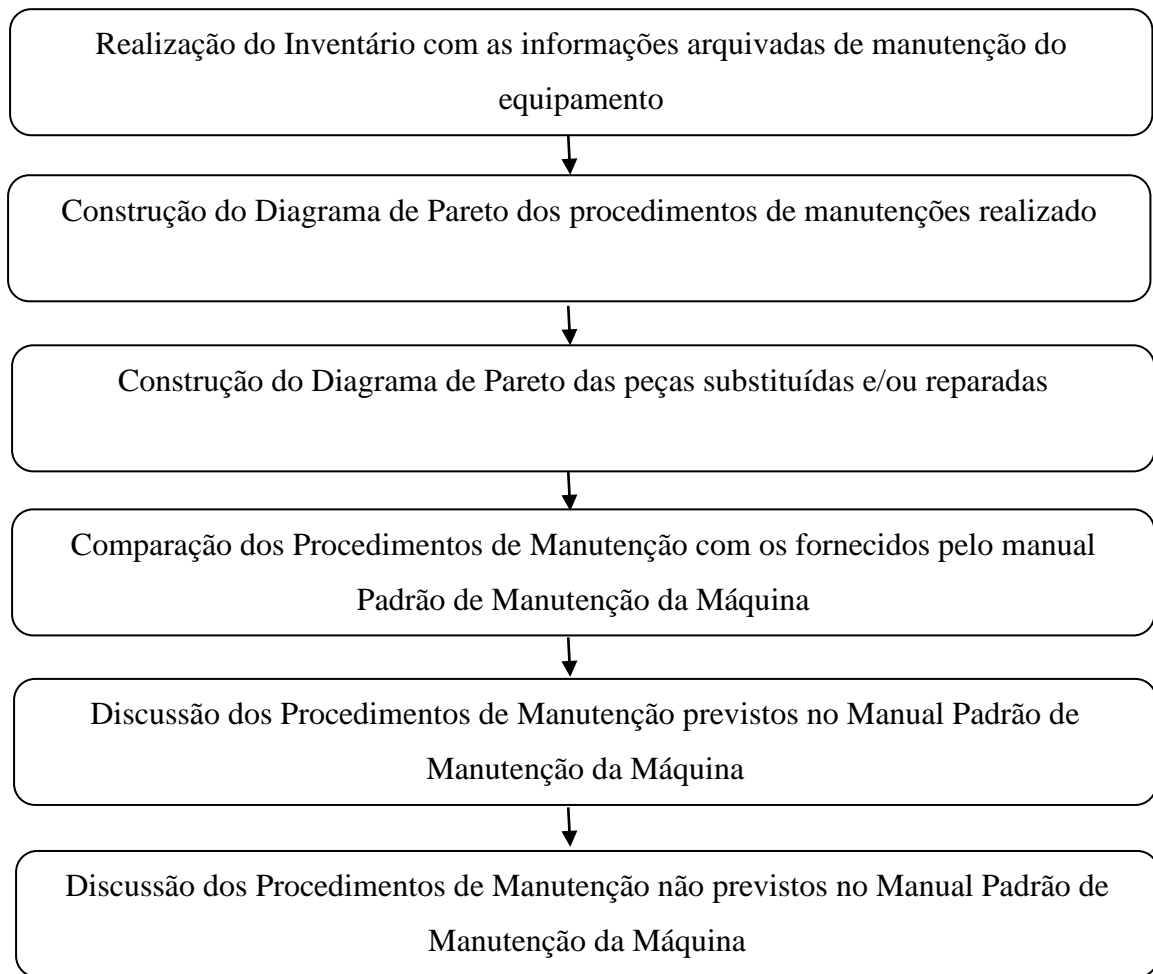
Estes dados foram compilados na forma de gráfico de Pareto para os tipos de manutenção, as peças substituídas e a quantidade de horas previstas e realizadas para cada procedimento de manutenção deste equipamento.

A comparação foi realizada entre as ordens de serviço, manual de manutenção e as notas fiscais.

Com o histórico de manutenção e notas fiscais emitidas, foram obtidos quais as manutenções realizadas no período de 2 anos estavam ou não previstos no manual da máquina.

E finalmente foram propostos procedimentos para as manutenções não previstas e alterações para os procedimentos previstos que não estão adequados.

Na tabela 2 é apresentado o fluxo documental e de processos realizados nesta pesquisa.

**Tabela 2 - Fluxo das atividades desenvolvidas na pesquisa**

**Fonte: Autoria própria.**

## 5.2. A EMPRESA

Há 50 anos no dia 5 de novembro de 1965, foi lançada a primeira colheitadeira auto propelida no Brasil o modelo SLC 65-A, em Horizontina (RS). O equipamento, produzido pela empresa gaúcha Schneider Logemann & Cia Ltda, era inspirado no modelo 55 da John Deere. (DEERE, 2015)

Na época, as colheitadeiras eram importadas e havia a necessidade da fabricação local, para diminuição dos custos. A SLC foi a primeira empresa a fazer isso, com isso garantindo um aumento de plantio de soja que iniciou na região e se expandiu para o estado do Rio Grande do Sul e Paraná. (DEERE, 2015)

Em 1979 a SLC vendeu 20% de suas ações à John Deere e iniciou uma história juntos no Brasil. Em 1983 lançou o modelo 6200, trazendo a tradicional cor verde e a tecnologia da JOHN DEERE. Em 1996, a JOHN DEERE adquiriu mais 20% do capital da SLC, e começaram a fabricar no Brasil os tratores SLC-JOHN DEERE. Alguns anos mais tarde, em 1999, a JOHN DEERE adquiriu o controle total da SLC e em 2001 a marca foi mundialmente incorporada no país, quando todos os equipamentos produzidos passaram a ter oficialmente o nome JOHN DEERE. (DEERE, 2015)

Desde 1945, ano de sua fundação, a SLC atuava na fabricação de pequenos implementos agrícolas e trilhadeiras. Entretanto, com o aumento significativo do cultivo da soja na década de 1960, tornou-se necessária a fabricação de máquinas mais eficientes e maiores, que ajudassem os agricultores em suas lavouras. Os Agricultores, puderam aumentar a produção, pois teriam mais tecnologia para colher. Isso expandiu os investimentos em plantio de soja e o resultado das famílias que iniciaram o ciclo dessa cultura no Brasil. (DEERE, 2015)

A princípio foi apenas uma colheitadeira e conforme a demanda aumentava, foi expandindo sua produção de máquinas, basicamente pelo aumento da área de plantio de soja no Brasil. Em 1970 já ultrapassavam mil unidades de colheitadeiras fabricadas. (DEERE, 2015)



**Figura 1 - SLC 65-A, primeiro modelo de colheitadeira fabricado no Brasil**  
Fonte: SLC-John Deere, 1965.

### 5.2.1. Características da Colheitadeira

A Colheitadeira de grãos JOHN DEERE 1175 é utilizada para colher diversas culturas e em variadas condições. Estão disponíveis nas versões grãos e arroseiras, é uma colheitadeira enquadrada no *Programa Mais Alimentos*<sup>1</sup>.

As principais características da colheitadeira são:

- **MOTOR**

Motor agrícola turbinado de 180 cv de potência.

- **TRANSMISSÃO**

Transmissão hidrostática com caixa de câmbio de 3 marchas.

- **TRILHA / SEPARAÇÃO**

Unidade de trilha com cilindro de grande diâmetro (610 mm) acionado por variador hidráulico. Unidade de separação com 5 saca-palhas longos de 5 degraus e 5,61m<sup>2</sup> de área total.

- **LIMPEZA**

Unidade de limpeza com sistema de peneiras com movimentos em sentidos opostos e auto-limpantes, com 4,60m<sup>2</sup> de área total e ventilador com ampla faixa de ajuste de velocidade.

- **ARMAZENAGEM DE GRÃOS**

Tanque Graneleiro com 4800 litros de capacidade.

- **GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS**

Picador de palha possibilita duas velocidades, ajustado de acordo com a cultura.

- **CABINE**

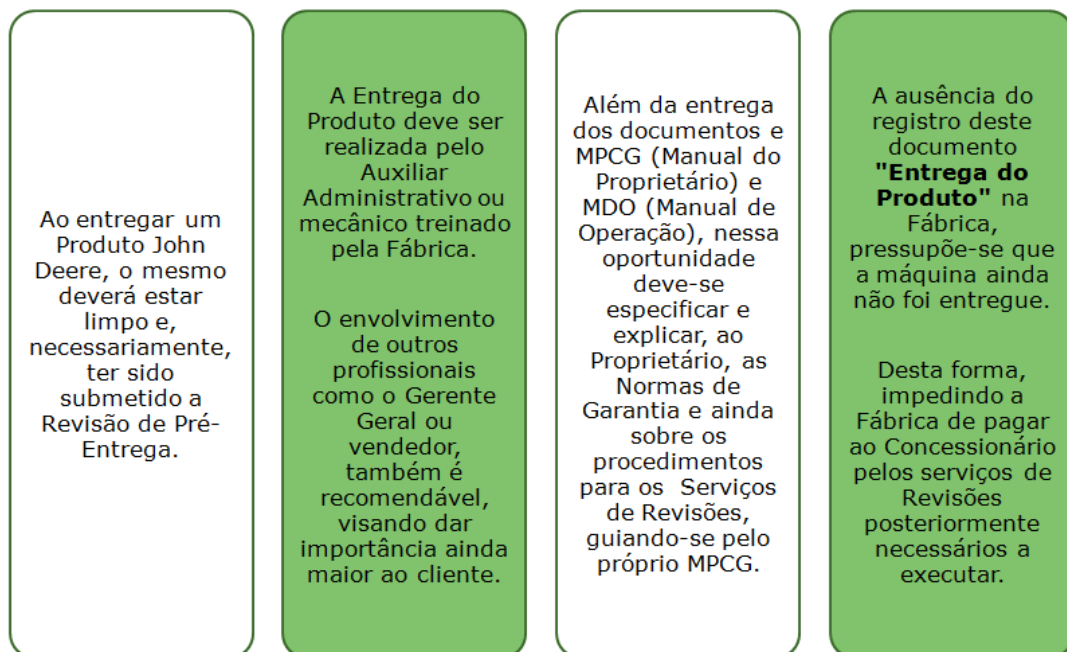
---

<sup>1</sup> O Mais Alimentos Produção Primária é uma linha de crédito do Pronaf que financia investimentos em infraestrutura produtiva da propriedade familiar. Contempla os seguintes produtos e atividades: açafraão, arroz, cana-de-açúcar, café, centeio, feijão, mandioca, milho, palmácea para produção de palmito, soja, sorgo, trigo, erva-mate, apicultura, aquicultura, avicultura, bovinocultura de corte, bovinocultura de leite, caprinocultura, fruticultura, olericultura, ovinocultura, pesca e suinocultura. Por meio desta linha de crédito são financiados projetos individuais de até R\$ 150 mil e coletivos de até R\$ 750 mil, com juros de 2% ao ano, até três anos de carência e até dez anos para pagar. Para financiamento de estruturas de armazenagem o prazo pode chegar a 15 (quinze) anos, com carência de três anos. Cabe destacar que os financiamentos destinados às atividades de suinocultura, avicultura e fruticultura podem chegar a R\$ 300 mil. Os contratos do Pronaf Mais Alimentos Produção Primária são vinculados ao Programa de Garantia de Preços da Agricultura Familiar (PGPAF).

Display digital permite ao operador a visualização das funções operacionais conforme sua escolha. Hectarímetro, diagnóstico, calibrações e códigos de erro visível também no Display, possibilitam o operador verificar algum eventual erro nos sistemas, bem como realizar calibrações e diagnósticos. O assento permite o ajuste horizontal e de peso e ao lado do mesmo está o freio de estacionamento por alavanca. Iluminação para colheita noturna. (DEERE, 2015)

### 5.3. PLANO DE MANUTENÇÃO

Entrega do produto o concessionário deve seguir processo demonstrado na Figura 2 para entregar um produto ao cliente final.



**Figura 2- Processo para entregar o produto ao cliente final**  
**Fonte: SARAIVA, (2012).**

### 5.3.1. Plano de manutenção – Pré-entrega

Antes de entregar o Produto ao cliente é necessário o Concessionário submeter o mesmo a uma criteriosa revisão naqueles componentes que possuem maior probabilidade de apresentar alguma deficiência, e que é simples de sanar a tempo, evitando assim que os mesmos venham a causar posteriormente prejuízos ou incomodo ao Concessionário ou Cliente. Esse trabalho deve ser executado por técnico treinado pela Fábrica e sempre na Oficina do Concessionário, preferencialmente sem a presença do cliente, para evitar eventuais contratempos e somente alguns dias antes de entregar o produto ao cliente.

Para execução da Pré-Entrega o técnico deve guiar-se através do Plano de revisão contido no Manual do Proprietário e Certificado de Garantia (MPCG ou PDI). O técnico deve seguir um documento denominado CHECK LIST de colheitadeira conforme anexo, para executar a revisão no equipamento. A pré-entrega deve ser realizada alguns dias antes de executar a revisão de Entrega Técnica. (SARAIVA, 2012)

### 5.3.2. Plano de manutenção – Entrega Técnica

A segunda revisão denominada de ADI determina que o serviço deverá ser executado por técnico treinado pela Fábrica somente quando o cliente iniciar o trabalho com a máquina.

É um serviço de orientação sobre a operação, ajustes de colheita ou plantio, Manutenção preventiva e cuidados gerais com a máquina, objetivando ao usuário obter bons conhecimentos para o máximo desempenho e grande vida útil do equipamento. É na realidade uma recapitulação do Manual de Operação, sobre o qual deverá se basear fielmente o técnico. É o primeiro contato do Cliente com o Produto. Oportunidade de orientá-lo para melhor utilizar os recursos do equipamento. (SARAIVA, 2012)



### 5.3.3. Plano de manutenção – Revisão 600 horas

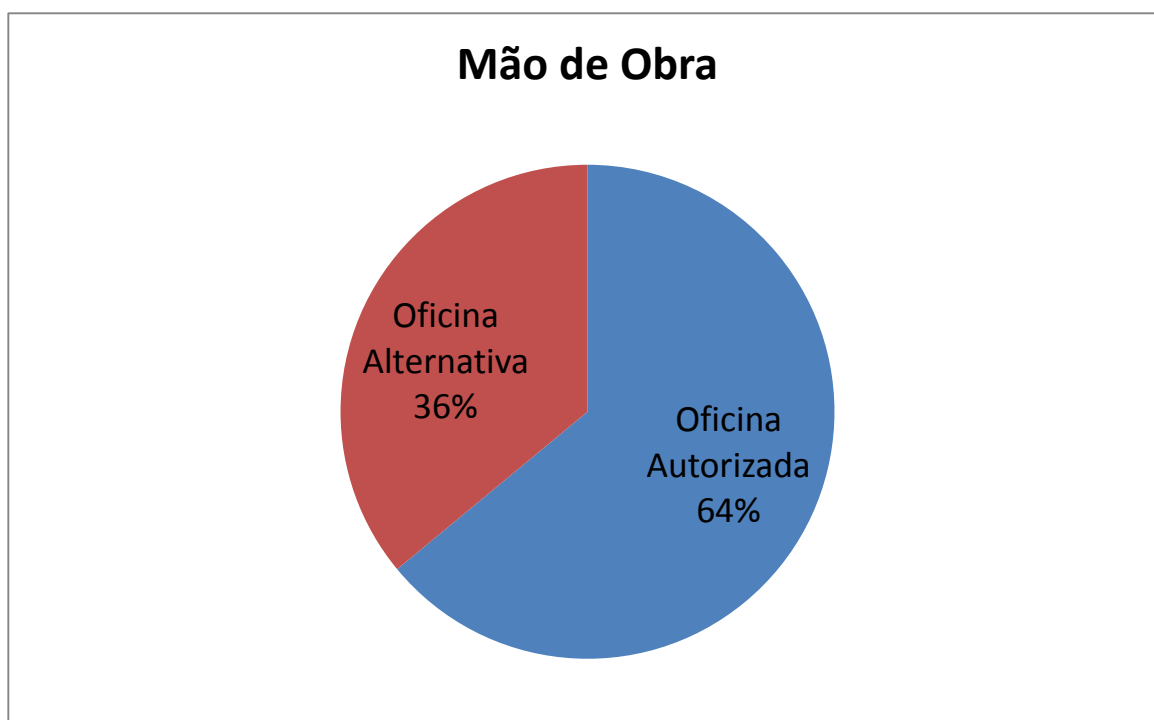
O terceiro e último Plano de Manutenção fornecido pela empresa diz respeito a verificação, o técnico da concessão deve se deslocar até a fazenda, fazer a verificação de filtro e óleo no equipamento e instruir o cliente a trocar se necessário.

O Plano de Manutenção deve ser executado em até 12 meses ou 600 horas, caso exceder esse período o cliente perde o direito de ter a revisão reembolsada pela empresa. (SARAIVA, 2012)

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram analisadas 286 ocorrências de manutenção em 55 colheitadeiras no período de 2013 a 2015. Desse total observou-se conforme é visto no gráfico 1 que 64% dos trabalhos foram realizados na oficina autorizada e 36% adquiriu as peças na concessionária, porém realizaram o reparo em oficinas alternativas.

Com isso foi verificado que a maioria das manutenções em colheitadeiras 1175 foram realizada na Concessionária autorizada, do que em oficinas alternativas. Isso ocorre devido ao fato de que a máquina possui 1 ano de garantia, e nos primeiros 5 anos, o proprietário não possui total conhecimento do seu equipamento e das peças utilizadas, preferindo assim levar a um técnico especializado e credenciado pela fábrica para obter uma mão de obra mais garantida no momento da manutenção, obtendo assim uma garantia mais prolongada nas peças e além do fato de que as condições de pagamento são mais flexíveis e prolongadas.

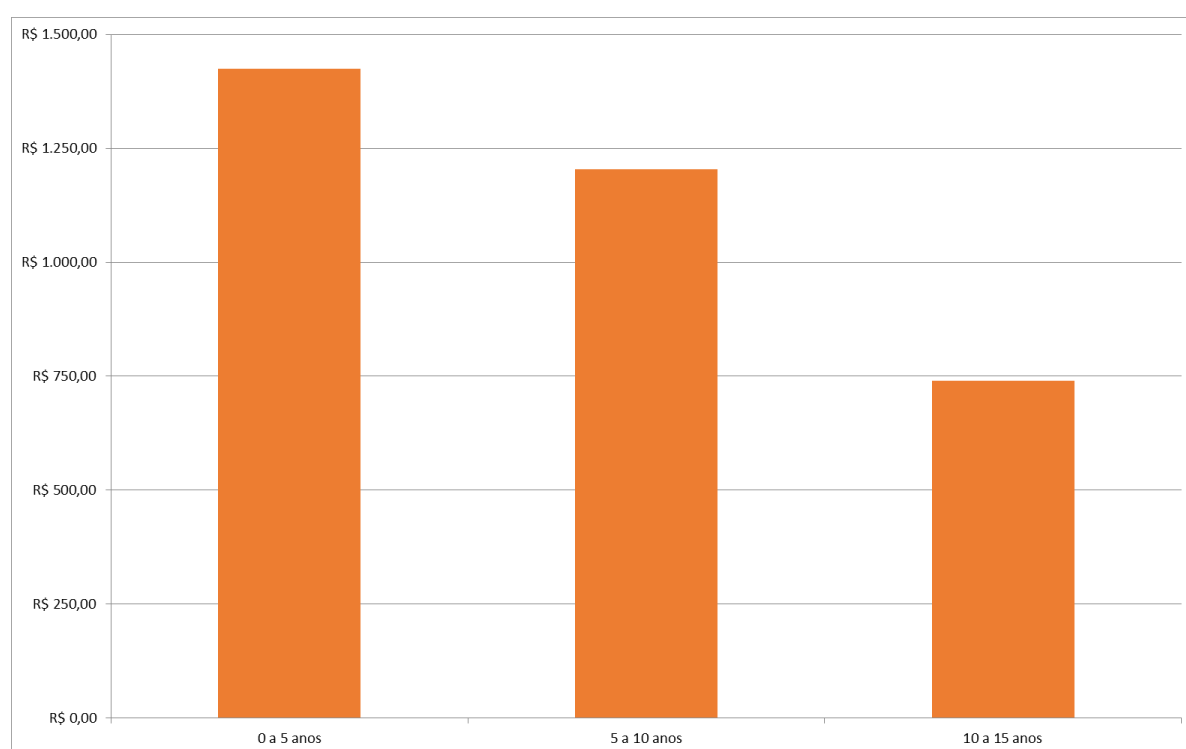


**Gráfico 1 - Participação de serviços de manutenção realizados na oficina autorizada e em oficinas alternativas**

**Fonte: Autoria própria.**

Observou-se no gráfico 2 que os dados levantados que as colheitadeiras com idade de 00 a 05 anos apresentam um gasto médio por ano de R\$ 1.424,50 (um mil quatrocentos e vinte quatro reais e cinquenta centavos) com peças de manutenção, isso equivale a quase o dobro de gastos com peças que uma máquina com idade entre 10 e 15 anos possui que é de R\$ 740,00 (setecentos e quarenta reais).

Entre 05 e 10 anos os gastos com manutenção diminuem devido a falha ou quebras menos frequentes. Quanto mais velha a máquina, menos gastos com manutenção ela possui.



**Gráfico 2 - Gráfico com o valor médio de gasto por ano por idade da colheitadeira**

**Fonte: Autoria própria.**

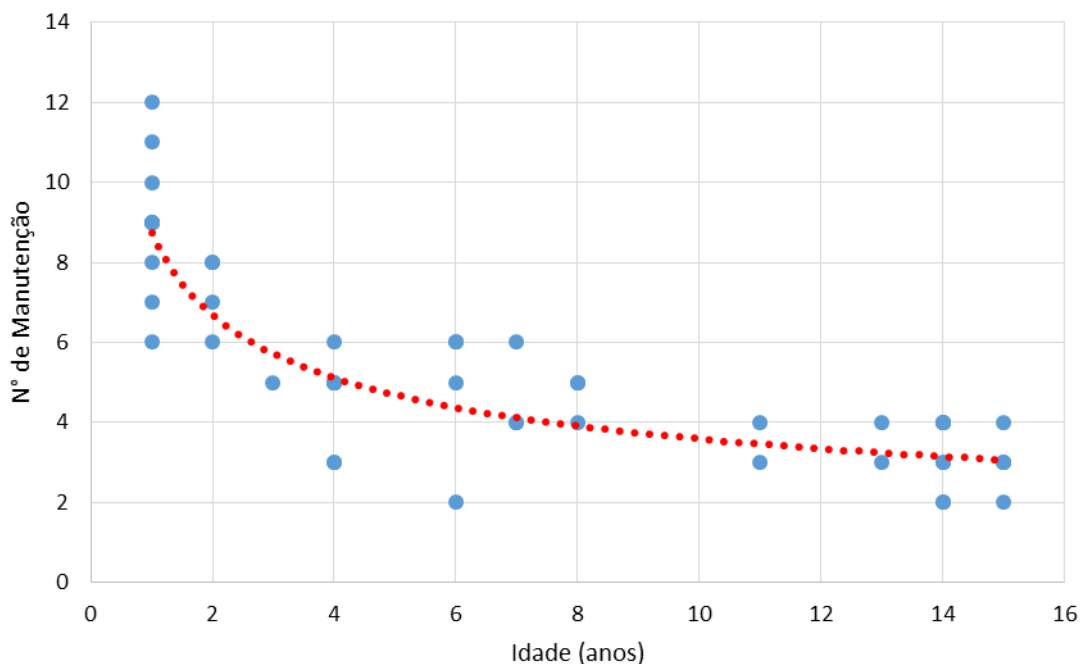
Verificamos no gráfico 3 que os registros de manutenção apontam que usualmente um equipamento tem, no início de sua vida útil, uma taxa elevada de falhas, devido a problemas de fabricação, instalação inadequada, componentes defeituosos, e principalmente falha do operador pois não tem conhecimento da máquina operada. Esta fase é denominada “mortalidade infantil”. Com o passar do tempo, estas falhas são menores, e o equipamento entra em um patamar de estabilidade, com uma taxa de falhas constante. As falhas, quando ocorrem são aleatórias. Depois de certo tempo, variável conforme as condições de uso e

agressividade do ambiente em que o equipamento se encontra, a taxa de falhas começa a aumentar, devido ao desgaste dos componentes.

John Moubray, principal teórico da Manutenção Centrada na Confiabilidade, realizou um estudo estatístico, dentro da Indústria Aeronáutica, e verificou existirem diferentes tipos de Curva da Banheira, a qual ilustra o comportamento típico de um equipamento/componente com relação à taxa de falhas ao longo do tempo.

Neste caso a curva da banheira é do tipo F, onde verificamos que no começo as falhas são mais constantes, e com o decorrer do tempo elas vão se estabilizando.

Essa taxa de falhas se dá porque na maioria dos casos os proprietários optam por uma manutenção preventiva, o que reduz os custos e conseqüentemente as falhas/quebras do equipamento.



**Gráfico 3 - Taxa de falhas (realização de manutenção) em função da idade do equipamento**

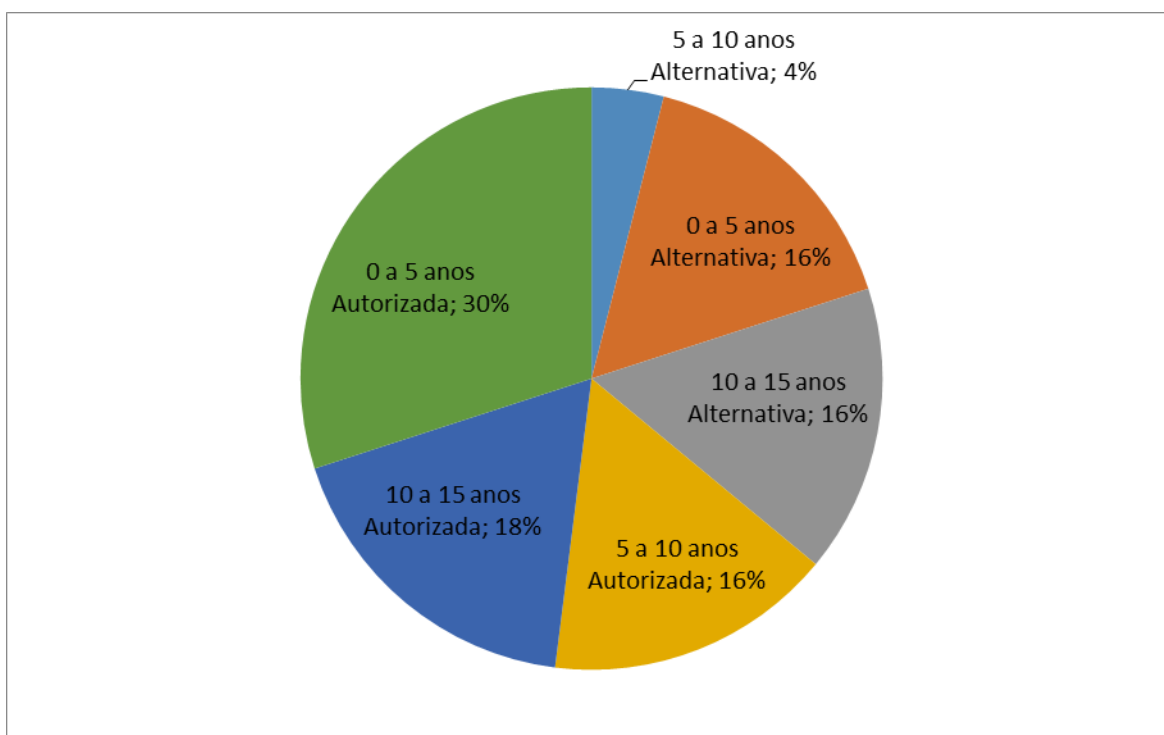
**Fonte: Autoria própria.**

No gráfico 4, observamos a porcentagem das colheitadeiras em relação a idade e tipo de oficina onde é realizada a manutenção.

No período de 00 a 05 anos nota-se que o dobro dessas manutenções é feitas em oficinas especializadas, com técnicos eficientes e mão de obra garantida.

Entre 05 e 10 anos o índice de manutenção feita com técnicos também é elevado em relação a manutenção feita em ambientes não autorizados.

Já entre 10 e 15 anos o grau de porcentagem é quase o mesmo, determinando assim que os proprietários optam por uma mão de obra mais barata e como já conhecem o seu equipamento e as prováveis falhas.



**Gráfico 4 - Porcentagem de colheitadeira em relação à idade e ao tipo de oficina que realizou a manutenção**

**Fonte: Autoria própria.**

Em relação à frequência das falhas, toda ocorrência que represente menos de 1% dos totais analisados foi excluído da discussão, e são apresentados na tabela 3, que totalizou 9,4% das ocorrências.

**Tabela 3 - Lista de ocorrência com frequência inferior a 1%**

<b>Tipo de Manutenção</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Abraçadeira	1	0,3%
Alternador	1	0,3%
Direção	1	0,3%
Disco de embreagem	1	0,3%
Eixo duto	1	0,3%
Farol	1	0,3%
Freio	1	0,3%
Motor de Partida	1	0,3%
Motor Hidrostático	1	0,3%
Placa de controle HCU	1	0,3%
Plataforma	1	0,3%
Reforço do picador	1	0,3%
Reservatório fluído de freio	1	0,3%
Respiro	1	0,3%
Revisão elétrica	1	0,3%
Saca palha	1	0,3%
Tampão	1	0,3%
Alarme de marcha ré	2	0,7%
Acoplamento	2	0,7%
Engate rápido	2	0,7%
Junta Motor	2	0,7%
Para brisa	2	0,7%
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>9,4%</b>

**Fonte: Autoria própria.**

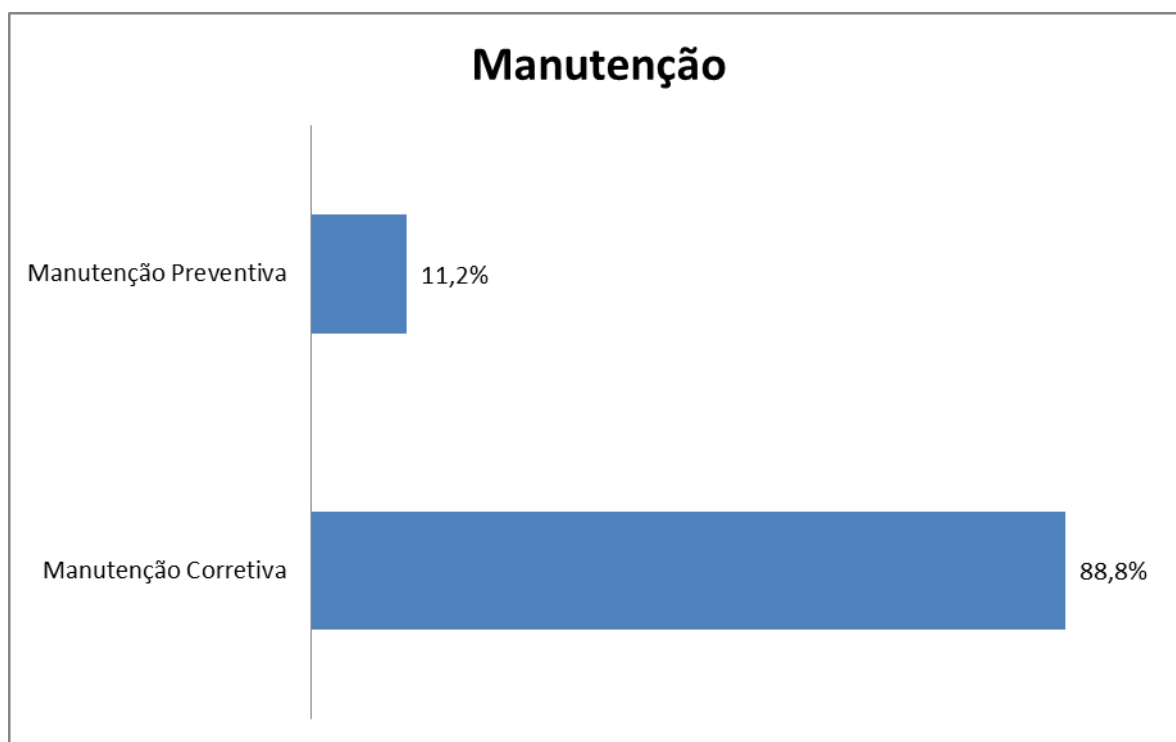
Na Tabela 4 são apresentadas as quantidades em número absoluto e a porcentagem de ocorrência de ações preventivas realizadas conforme definido pelo programa de manutenção deste modelo de colheitadeira. Neste caso observou-se que 11,2 % das ocorrências foram programadas, uma vez que são previstas, portanto destes dados somos obrigados a dar atenção que 88,8% do total de ocorrência foram falhas não previstos sendo aplica a manutenção corretiva.

**Tabela 4 – Ocorrências programadas pelo manual de manutenção dentro do programa de garantia da colheitadeira**

<b>Tipo de Manutenção</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Revisão completa	20	7,0%
Revisão da motriz	12	4,2%
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>11,2%</b>

**Fonte: Autoria própria.**

Verificamos com o gráfico 5 que apenas 11,2% dos proprietários optam por uma manutenção preventiva, enquanto 88,8% utiliza-se de uma manutenção corretiva gerando assim um elevado custo com manutenção, pois muitas vezes acabam tendo que trocar inúmeras peças a mais por terem esperado o defeito ser apresentado.



**Gráfico 5 - Frequência do tipo de manutenção**

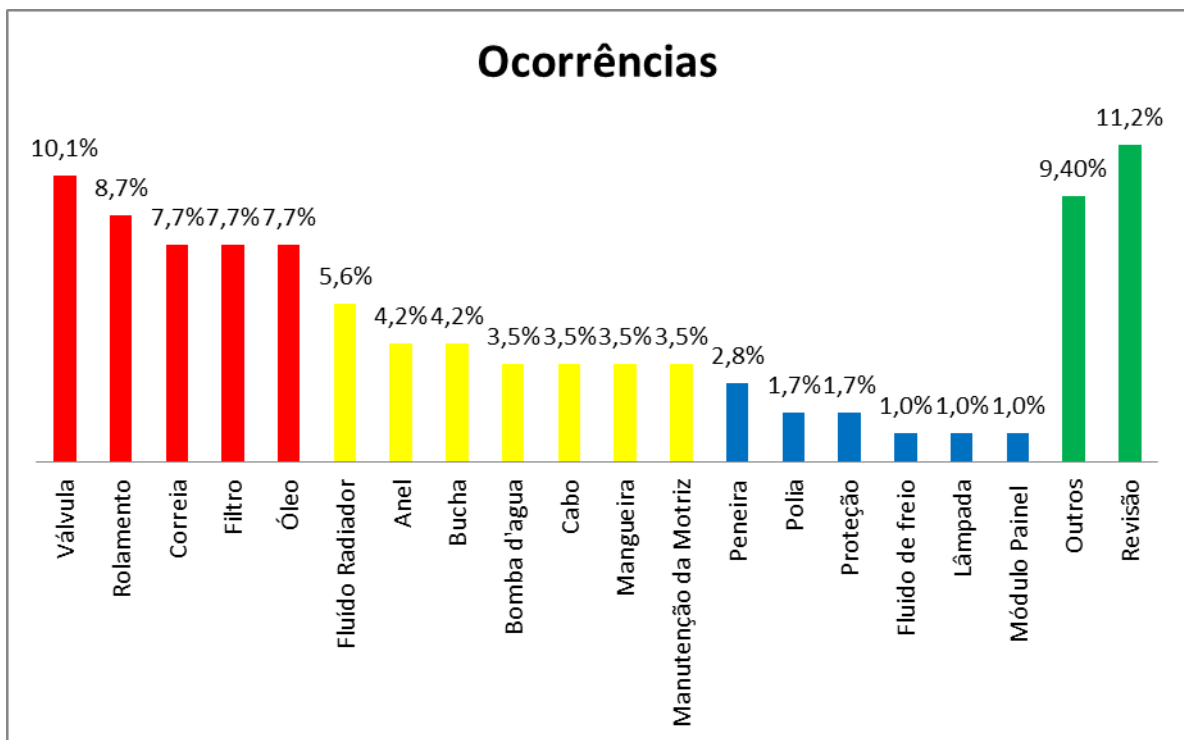
**Fonte: Autoria própria.**

Analisando o gráfico 6 verificamos que 11,2% levam suas máquinas na concessionária para fazer manutenção preventiva, e 9,4% representam as peças que tiveram menos de 1% do total de ocorrências, essas foram excluídas da discussão.

Ainda no gráfico 6 são apresentadas as falhas mais frequentes não programadas, que iremos aprofundar a análise nos seguintes itens:

- Válvulas;
- Rolamentos;
- Correia;
- Anel;
- Bucha, e
- Bomba d'água.

Os itens Filtro, óleo, fluido de radiador foram excluídos da análise por tratar-se de itens de troca frequente, e que apresentam contaminação por elementos externos (combustível, poeira, fuligem, entre outros) e que não podem ser analisados mais profundamente por falta de dados consistentes.

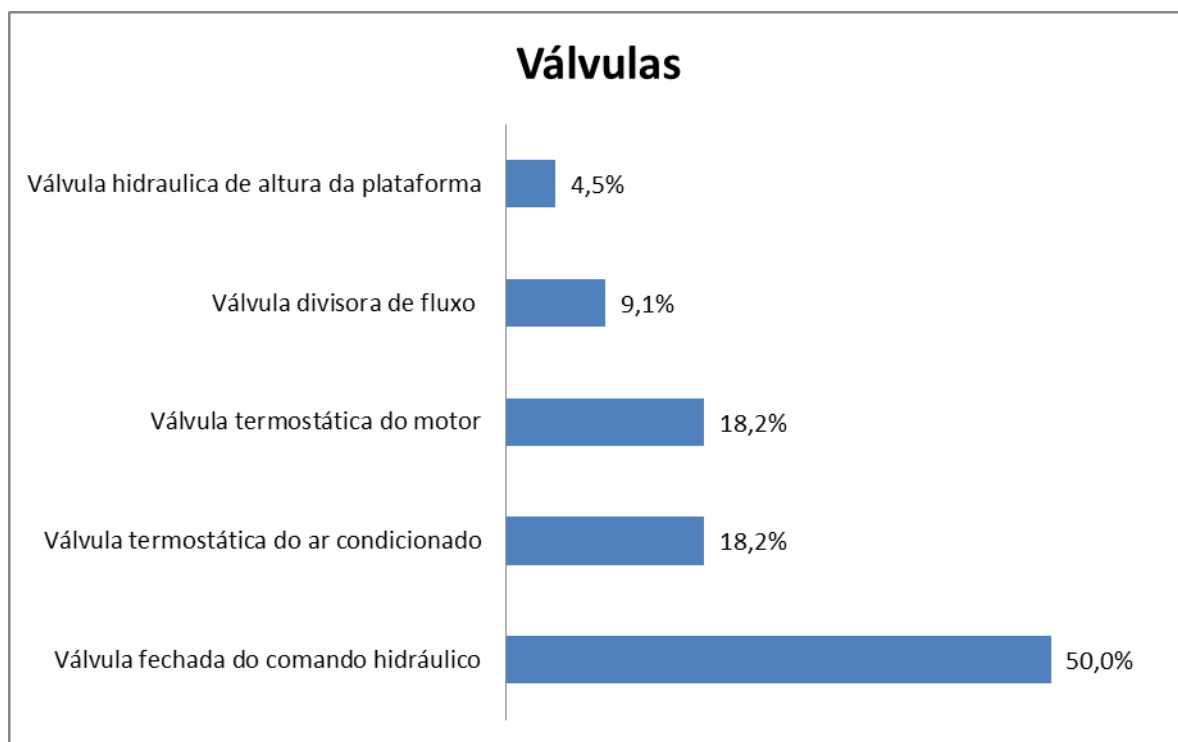


**Gráfico 6 - Frequência de ocorrência de manutenção**

**Fonte: Autoria própria.**



Verificamos no gráfico 6 que as válvulas representam 10,1% das ocorrências de falhas em máquinas. E observando o gráfico 7 a válvula fechada do comando hidráulico representa 50% das ocorrências de falhas em válvulas, e a válvula termostática do ar condicionado representa 18,2%.



**Gráfico 7 - Tipos e frequências de ocorrências nas válvulas**

**Fonte: Autoria própria.**

As válvulas de comandos Hidráulicos em geral mostrada na Figura 3, servem para controlar a pressão, a direção ou o volume de um fluido nos circuitos hidráulicos.

Essas válvulas são utilizadas para:

Limitar a pressão máxima do sistema;

Regular a pressão reduzida em certas partes dos circuitos;

Outras atividades que envolvem mudanças na pressão de operação;

A base de operação dessas válvulas é um balanço entre pressão e força da mola. A válvula pode assumir várias posições, entre os limites de totalmente fechada a totalmente aberta.

Numa válvula de controle de pressão, a pressão da mola é usualmente variada pela regulagem de um parafuso que comprime ou descomprime a mola.

Como essas válvulas possuem uma mola que trabalha constantemente comprimindo isso faz com que ela acabe quebrando devido ao desgaste por fadiga ou defeitos de fabricação dos componentes.

Verificamos que as válvulas não possuem condições favoráveis para se faça uma inspeção visual regular fazendo-se necessário um plano de manutenção específico para cada máquina levando em conta o tempo das últimas trocas e as condições de trabalho, para que a máquina não precise parar no campo no momento da colheita.



**Figura 3 - Válvula fechada do comando hidráulico**

**Fonte: Autoria própria.**

A válvula de expansão mostrada na figura 4 tem a função de provocar a expansão do fluido refrigerante reduzindo a pressão, dividindo o sistema em duas zonas de pressão: de alta e outra de baixa. Sendo assim a válvula de expansão tem por função receber o fluido refrigerante liquefeito e sub-resfriado em alta pressão e controlar a sua vazão de acordo com a carga térmica circulante no evaporador, e fazer com que o fluido ao passar pela válvula provoque um flash-gás para abaixar a temperatura do fluido liquefeito, proporcional à pressão do evaporador.

Estas válvulas ocasionalmente ocorrem defeitos, além de defeitos de fabricação um fator que prejudica muito é a sujeira que se desprende do sistema de ar condicionado e do

compressor devido ao desgaste natural dos componentes, que acabam passando pelo filtro secador por ele se encontra com defeito e vindo a danificar a válvula de expansão. Para que não ocorra este problema é necessário verificar se o filtro secador está em más condições ou se encontra entupido, basta observar se a temperatura nele se encontra equivalente nas duas extremidades, caso haja aquecimento em um ponto e no outro resfriamento está na hora de efetuar a troca do filtro secador, evitando assim que uma possível sujeira venha a danificar a válvula de expansão.



**Figura 4 - Válvula de expansão do ar condicionado**

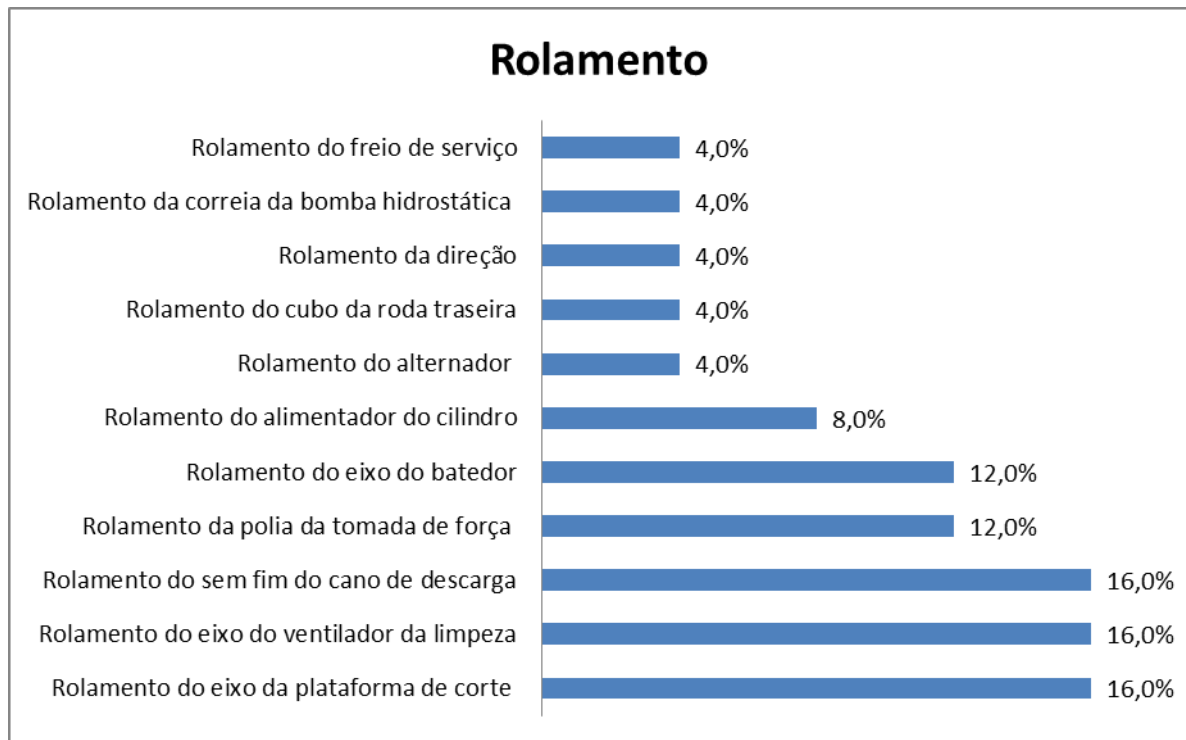
**Fonte: Autoria própria.**

Conforme o gráfico 6 os rolamentos representam 8,7% das ocorrências de falhas em máquinas.

Observando o gráfico 8 que alguns rolamentos tem uma taxa alta de troca isso ocorre pois são pontos que se tem um trabalho mais frequente.

A maioria dos rolamentos é constituída de anéis com pistas (um anel interno e um anel externo), corpos rolantes (tanto esferas como rolos) e um elemento retentor dos corpos rolantes (gaiola). O retentor (gaiola) separa os corpos rolantes em intervalos regulares entre as pistas internas e externas permitindo que girem livremente. Pista (anel interno e anel externo) A superfície onde os corpos rolantes giram é chamada pista. A carga aplicada no rolamento é

suportada por esta superfície de contato. Geralmente o anel interno se fixa no eixo e o externo no mancal. Corpos rolantes. Os corpos rolantes são classificados em dois tipos: esferas e rolos. Existem quatro tipos de rolos: cilíndricos, de agulhas, cônicos e esféricos. As esferas geometricamente têm um contato pontual com as pistas dos anéis interno e externo, enquanto a superfície de contato dos rolos é linear. Teoricamente, os rolamentos são construídos para permitir que os corpos rolantes girem orbitalmente enquanto giram em seu próprio eixo ao mesmo tempo. Gaiolas. A gaiola mantém os corpos rolantes a uma distância constante, entretanto a carga nunca é aplicada diretamente na gaiola, além de prevenir que os corpos rolantes caiam do rolamento quando são manuseados. Os tipos de gaiolas variam de acordo com a maneira como são fabricados, podem ser prensadas, usinadas e forjadas.



**Gráfico 8 - Tipos e frequência de ocorrência de manutenção nos rolamentos**

**Fonte: Autoria própria.**

Os rolamentos possuem uma vida útil, mas para que esta vida útil seja válida é necessário que o operador tenha algumas precauções, deve ser engraxado periodicamente pelo operador, verificar o quanto as correias e correntes estão tensionadas, pois os rolamentos de polias e esticadores de corrente quando tensionado em excesso podem ser danificados, manter

a máquina limpa pois a poeira em alguns modelos de rolamentos os quais não são blindados acabam danificando, no momento em que for lavar não apontar o jato de água diretamente nos rolamentos. A Figura 5 ilustra um dos principais rolamentos que apresentam defeitos na colheitadeira JOHN DEERE 1175.



**Figura 5 - Rolamento do eixo da plataforma de corte**

**Fonte: Autoria própria.**

Conforme o gráfico 6 as correias representam 7,7% das ocorrências de falhas em máquinas.

Correia são elementos flexíveis, que pode ser composta de vários materiais e formas, representada na figura 6, é responsável pela transmissão de rotação entre duas árvores paralelas ou reversas. Em sua forma mais simples, a transmissão por correias é composta por um par de polias, uma motriz e outra resistente. A transmissão por correia é bem adequada para utilizações em que a distância entre eixos rotativos é grande, e é usualmente mais simples e mais econômica que as outras formas alternativas de transmissão de potência. A transmissão por correia frequentemente elimina a necessidade de um arranjo mais complicado de engrenagens, mancais e eixos. Com discernimento apropriado fácil reposição e, em muitos

casos, em função da sua flexibilidade e capacidade de amortecimento, reduzem a transmissão de choques mecânicos e vibrações espúrias entre eixos.



**Figura 6 - Correia do ventilador do Motor**

**Fonte: Aatoria própria.**

A transmissão de potência no conjunto só é possível quando existir atrito entre polia e correia, e o mesmo é obtido através de uma tensão inicial uniforme entre o conjunto. Quando em funcionamento essa tensão desaparece, não fica uniforme e observa-se que enquanto um lado fica tensionado o outro fica frouxo, causando consideravelmente uma deformação na correia ("CREEP"). De forma mais simples essa deformação pode ser explicada: um lado estica e o outro comprime. Outro fenômeno que pode acontecer em correias é o "deslize" cuja principal causa é uma tensão inicial insuficiente e/ou sobrecarga no eixo resistente, não dando o atrito necessário entre o conjunto (polia e correia). O fenômeno CREEP é inevitável, já o deslize pode ser evitado com a aplicação de uma tensão inicial correta na correia.

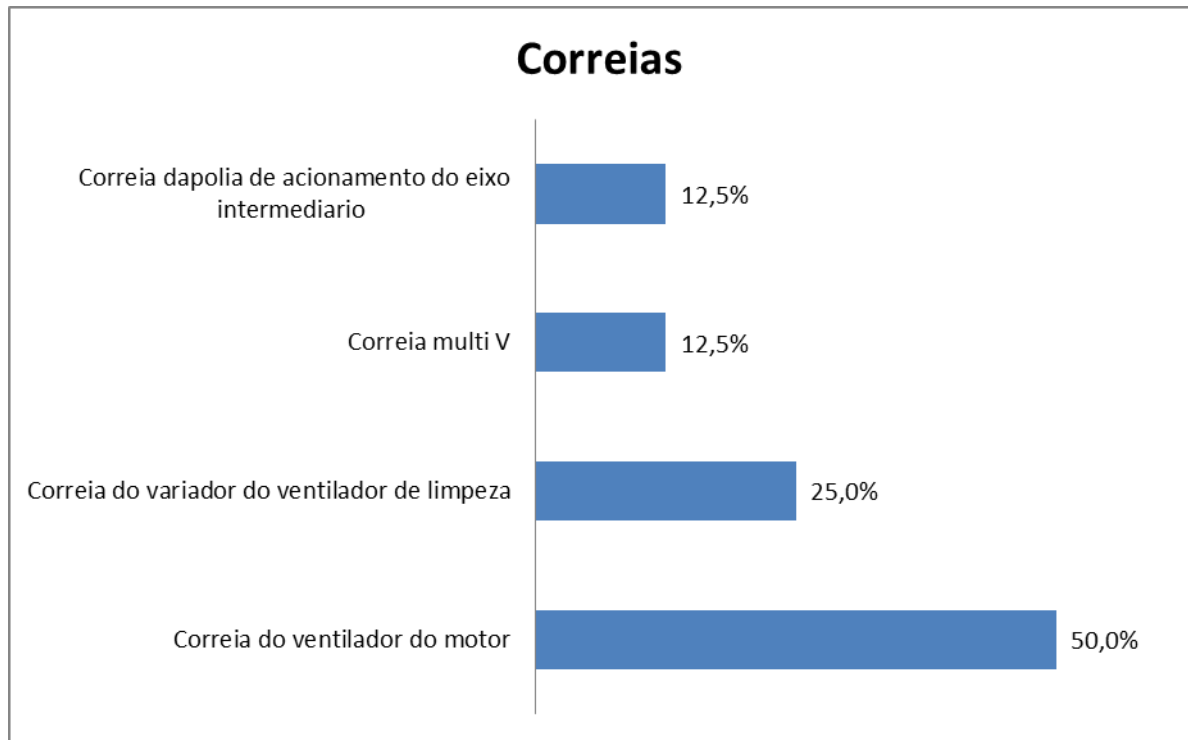
Além do fenômeno de deslize outro fator muito importante seria o desgaste natural das correias, este para que a máquina não quebre no momento da colheita deverá ser feita uma inspeção visual antes e durante a utilização, evitando assim possíveis quebra de outros componentes.

As correias distendem-se quando novas. Portanto é necessário verificar a tensão de correias novas várias vezes durante os primeiros dias de uso. As correias danificam-se tanto por pouca tensão como por tensão em excesso. No momento da limpeza deve-se cuidar o tipo de produto utilizado, pois pode danificar as correias.

A vida da correia depende também das condições das polias. Uma polia danificada

pode também danificar a correia.

Observando o gráfico 9 verificamos que a correia do ventilador do motor é a que possui a maior taxa de falha correspondendo a 50% das falhas apresentadas nas correias.

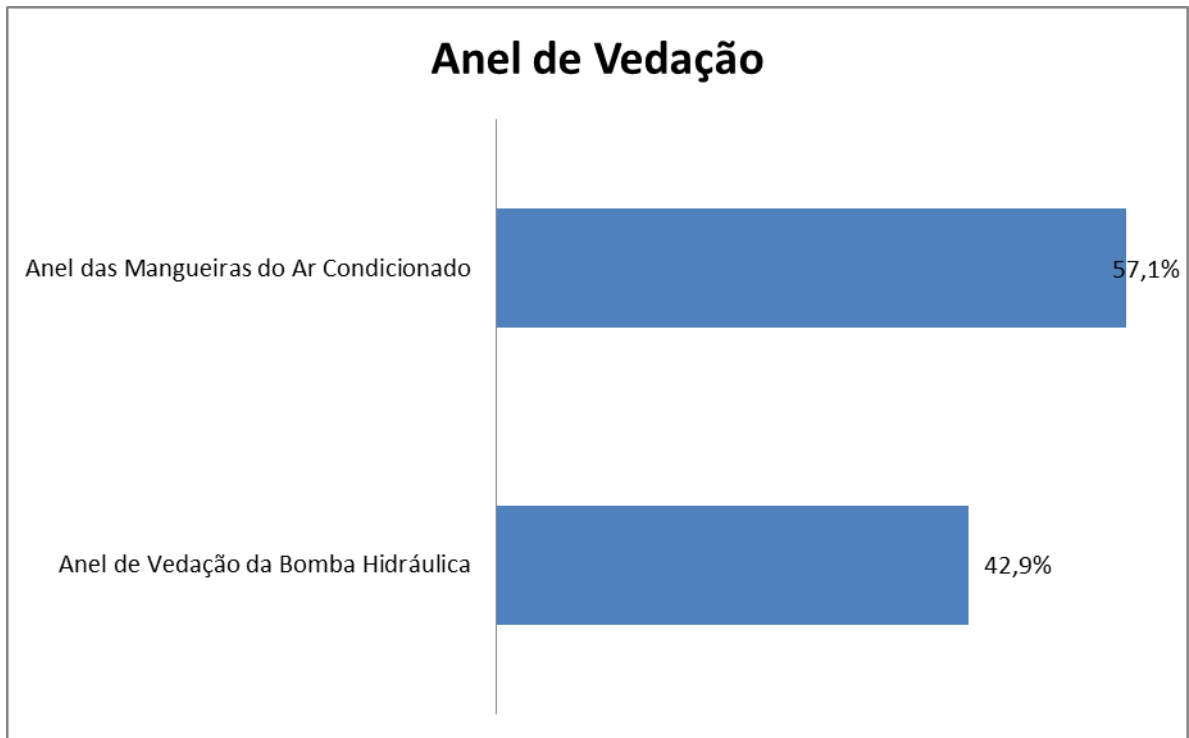


**Gráfico 9 - Tipo e frequência de ocorrência de manutenção nas correias**

**Fonte: Autoria própria.**

Conforme o gráfico 6 os Anéis de vedação representam 4,2% das ocorrências de falhas em máquinas.

No gráfico 10, mostra-nos que os principais pontos de falhas da máquina com relação a anéis de vedação são os anéis do comando hidráulico e das mangueiras do ar condicionado, isso ocorre pois são pontos em que ao acionar a máquina já estão em trabalho.



**Gráfico 10 - Tipo e ocorrências de manutenção nos anéis de vedação**

**Fonte: Autoria própria.**

O anel O'RING, o mais simples e versátil dos vedadores, é adequado tanto para aplicação estática quanto para a dinâmica. São fabricados em elastômero e borrachas nitrílicas em formato de O, como mostra na figura 7. São comuns para serviços gerais de vedação de óleo principalmente em mangueiras e comandos hidráulicos.

Ele é projetado para acentuar a ranhura e compressão durante a montagem entre duas ou mais partes, criando um selo na interface.

São indicados para vedação em eixos ou hastes com movimento recíproco e vedações estáticas de diversos fluidos, nas mais variadas condições de trabalho. A fabricação é feita de acordo com padrões internacionais e moderna tecnologia. É um dos anéis mais comuns usados no desenho de máquinas, pois são baratos, fáceis de fazer, confiáveis e têm exigências simples para sua montagem, podendo suportar uma grande pressão. Os anéis O'RING estão disponíveis em vários tamanhos padrões e métricos. Em geral, são especificados pelo diâmetro interno, secção transversal e espessura.

Os anéis O'RING são danificados devido à variação excessiva de temperatura na peça em que se encontra, por ser um componente que não possui lubrificação e nem resfriamento constante vai destemperando o material, com isso a necessidade de uma inspeção



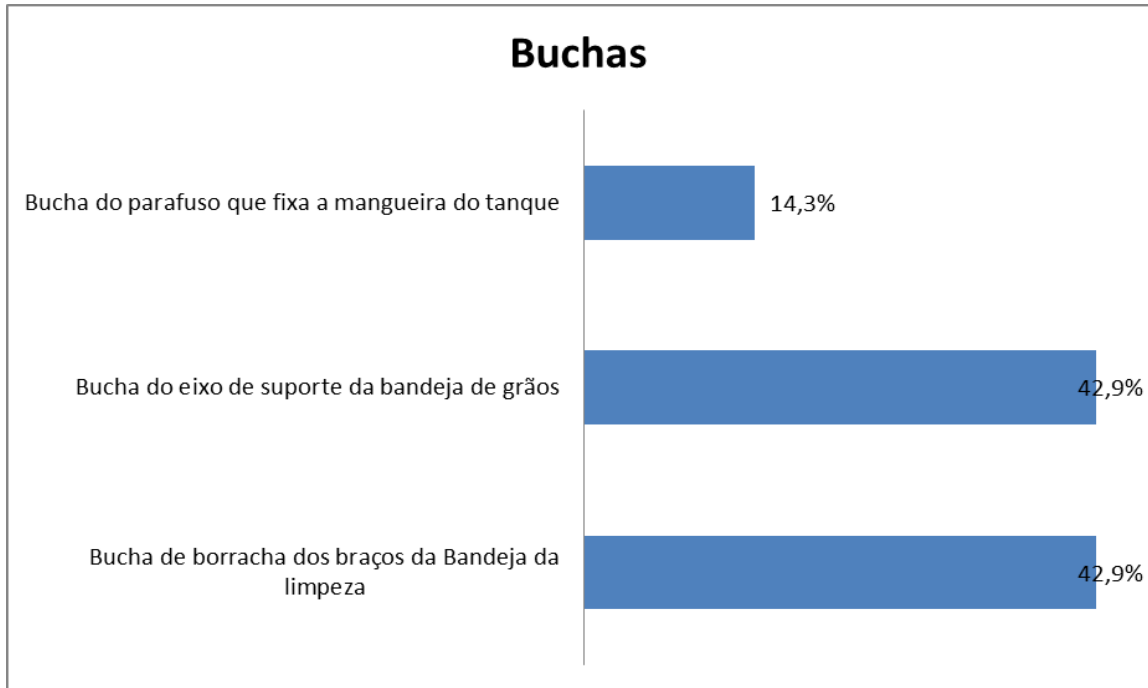
visual pelo operador se torna mais frequente, levando em consideração somente os pontos de maior índice de falhas com isso criar um plano específico para a sua máquina fazendo um histórico constante.



**Figura 7 - Anel O'RING**

**Fonte: Autoria própria.**

Conforme o gráfico 6 as buchas representam 4,2% das ocorrências de falhas em máquinas. Verificamos no gráfico 11 quais são as principais buchas que dão defeito nas colheitadeiras JOHN DEERE 1175.



**Gráfico 11 - Tipo e frequência de ocorrências nas buchas**

**Fonte: Autoria própria.**

As buchas de borrachas dos braços da bandeja da limpeza, conforme mostra na figura 8, evitam o atrito entre as partes de ferro, com isso elas trabalham junto com a peneira, como as peneiras trabalham em movimento contínuo ocorrendo assim um aquecimento acelerando assim o desgaste. Verificou-se a necessidade de uma verificação e troca a cada 400 horas de trabalho.

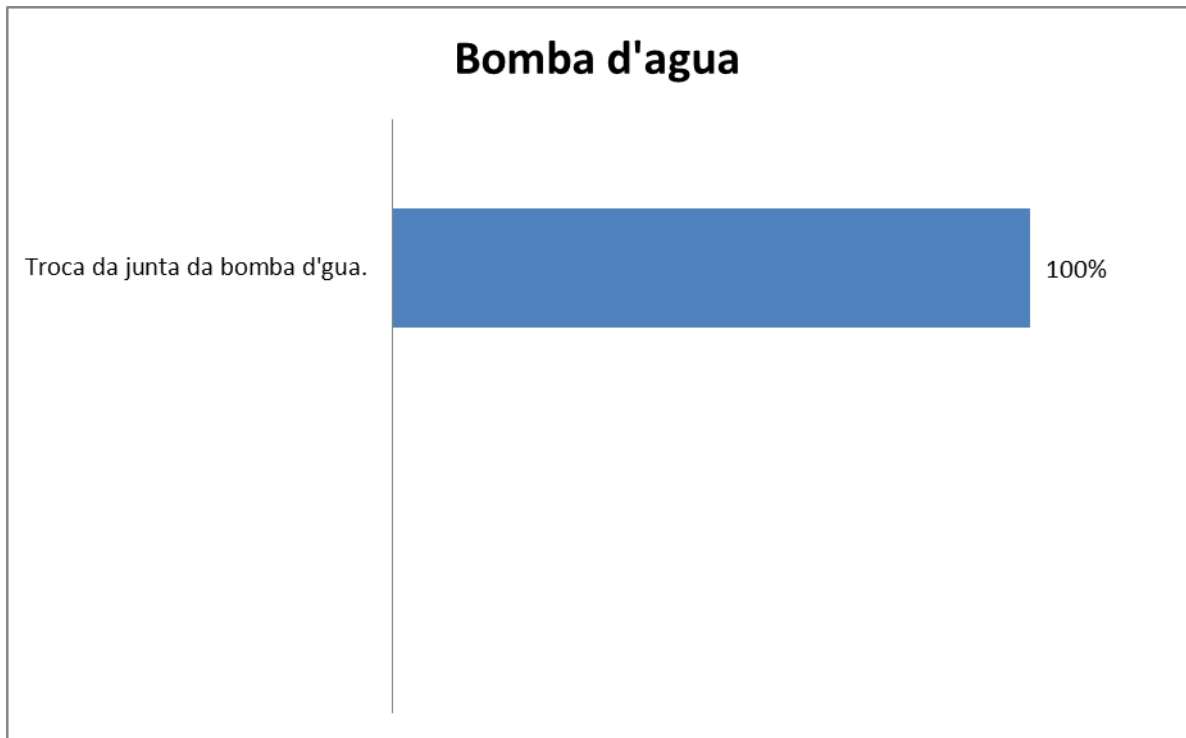


**Figura 8 - Borracha dos braços da caixa de peneira**

**Fonte: Autoria própria.**

Conforme o gráfico 6 a Bomba D'água representam 3,5% das ocorrências de falhas em máquinas. Verificamos no gráfico 12 a troca da junta da bomba d'água corresponde a 100% das manutenções feitas em bomba d'aguas, pois quando é feita a retirada desta bomba da máquina para manutenção e feita à troca do Kit de reparo, para que não haja um vazamento do liquido de arrefecimento é efetuada a troca da junta.

A Bomba d'água é um mecanismo utilizado no sistema de arrefecimento de motores à combustão interna, cuja função é gerar um fluxo e fazer circular o líquido de arrefecimento pelo motor – bloco e cabeçote – até atingir o radiador, onde ocorre a troca de calor com o ar externo. A bomba d'água é acionada pelo próprio motor através de uma correia.



**Gráfico 12 - Tipo e frequência das ocorrências de manutenção na bomba d'agua**

**Fonte: Autoria própria.**

O não funcionamento da bomba d'água interrompe o fluxo do líquido de arrefecimento, comprometendo o funcionamento de todo o sistema e colocando em risco a própria durabilidade do motor, uma vez que o líquido de arrefecimento não circulará por ele e não será resfriado no radiador, provocando superaquecimento. Por isso, é importante ficar atento a vazamentos, ruídos e estado da correia de acionamento da bomba d'água.

Uma bomba d'água tem uma vida útil que varia de 3 a 4 mil horas dependendo muito de outros componentes do sistema, verificações constantes a cada 200 horas devem ser feitas para que não haja uma parada da máquina no momento da colheita, verifica-se que a bomba está apresentando problema quando se visualiza vazamento na graxeta que se encontra na carcaça da bomba. Quando isso ocorre é necessário efetuar a troca do Kit de reparo da bomba d'água conforme mostra na figura 9.



**Figura 9 - Reparo da Bomba D'agua**

**Fonte: Autoria própria.**

## 7. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo a conclusão do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial na Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Medianeira, e a análise das falhas mais frequentes das colheitadeiras John Deere 1175 para evitar que a máquina fique parada durante o processo de trabalho no campo.

Concluimos todos os objetivos propostos, onde foram coletadas todas as informações referentes à manutenção das colheitadeiras na empresa de Medianeira, num período de 2 anos, onde foram analisados os principais pontos de quebra da máquina e quais os procedimentos a serem utilizados, conforme o manual do operador e também o que não estava previsto no mesmo.

Com a aplicação das ferramentas de qualidade, foram observadas as demandas de manutenção mais importantes, e o método de análise desenvolvido neste trabalho, demonstrou ser mais eficaz na identificação das falhas mais frequentes dos componentes, bem como conduzir o processo de implementação e elaboração de ações preventivas que não estavam previstas no manual do operador.

Com base nos dados levantados pode-se concluir que a identificação dos fatores causadores da falha são primordiais em uma análise de falha, sendo identificadas ações preventivas que podem ser executadas evitando a reincidência, visto que o método identifica as tarefas a serem realizadas para sua prevenção.

Verificou-se há necessidade de serviço técnico especializado proposto no manual do operador quando feita uma manutenção preventiva garantindo menos tempo de máquina parada e a garantia de trabalho bem feito. Foram identificados que os pontos mais frequentes de quebra incluem válvulas, correias e rolamentos, por desgaste e até mesmo falha de fabricação, e foi verificado o procedimento a ser realizado conforme previsto no manual.

Foram sugeridas inspeções visuais pelo operador durante o processo em que a máquina está em operação, bem como trocas de componentes danificados ou com desgaste progressivo, revisões mais frequentes e trocas de equipamentos defeituosos para evitar maiores danos e uma eventual manutenção corretiva, assegurando maior produtividade e confiabilidade na execução do trabalho. Com manutenções preventivas os gastos também são menores. Sugere-se também que os manuais venham com informações do tempo de uso e de troca recomendado das correias, rolamentos e válvulas.

Este trabalho foi importante para o entendimento, conhecimento e aprofundamento dos processos utilizados em manutenção de colheitadeiras 1175, visto que, permitiu-nos um conhecimento mais amplo nessa área.

Deixamos como sugestão para trabalhos futuros o aprofundamento no estudo do processo de manutenção das colheitadeiras, pois com apenas um processo simples de troca ou cuidado com peças ou equipamentos, pode-se evitar grandes perdas.

## 8. REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

BARROS, G.S.C. & Silva, S.F. O saldo comercial do agronegócio e o crescimento da economia brasileira. Disponível em: [http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/saldo\\_cresc.pdf](http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/saldo_cresc.pdf)  
Acesso em: 19/06/2015 15h00min.

BRASIL ESCOLA. Agricultura.  
Disponível em: <http://www.brasilecola.com/geografia/agricultura-5.htm>  
Acesso em: 06/09/2015 16h00min

DEERE. 50 Anos de colheitadeiras produzidas no Brasil. Disponível em:  
[https://www.deere.com.br/pt\\_BR/products/equipment/grain\\_harvesters/50-years.page?](https://www.deere.com.br/pt_BR/products/equipment/grain_harvesters/50-years.page?)  
Acesso em: 31/10/2015 13h00min

DEERE. Treinamento a Clientes. Disponível em:  
[https://www.deere.com.br/pt\\_BR/services\\_and\\_support/training\\_courses/training\\_to\\_customers/training\\_to\\_customers.page?](https://www.deere.com.br/pt_BR/services_and_support/training_courses/training_to_customers/training_to_customers.page?)  
Acesso em: 31/10/2015 17h44min

FONTE DO SABER. Agricultura Brasileira – História, Tipos de Cultivo e Mecanização.  
Disponível em: <http://www.fontedosaber.com/geografia/agricultura-brasileira.html>  
Acesso em: 06/09/2015 17h00min

FONSECA, M. D. G. D. Concorrência e progresso técnico na indústria de máquinas para agricultura: um estudo sobre trajetórias tecnológicas. 1990. 268 (Doutorado). Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo.

KARDEC PINTO, Alan e RIBEIRO, Haroldo: Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma; Qualitymark Editora – 2002.

KARDEC PINTO, Alan e NASCIF XAVIER, Júlio: Manutenção Função Estratégica; Qualitymark Editora – 1999.

KARDEC, A., XAVIER, J. A. N. Manutenção Função Estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2006.

KARDEC, A., FLORES, J. F., SEIXAS, E. Gestão Estratégica e Indicadores de Desempenho. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2002. (Coleção Manutenção).



GESTÃO DA MANUTENÇÃO - Coleção O GESTOR/julho1994. Disponível em:  
<http://rsval.com.br/importancia.php>

MOTTER, Osir. Manutenção industrial. SÃO PAULO: Hemus, 1992. 201p.

NASCIF, J., DORIGO, L. C. Manutenção Orientada para Resultados. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2010.

NETO, João Amato. A indústria de máquinas agrícolas no Brasil - origens e evolução. Rev. adm. empres. vol.25 no.3 São Paulo July/Sept. 1985 Available from:  
<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-75901985000300005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-75901985000300005&script=sci_arttext)>. ISSN 0034-7590. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-75901985000300005>

PENA, Rodolfo F. Alves. Agricultura no Brasil atual. Disponível em:  
<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/agricultura-no-brasil-atual.htm>  
Acesso em: 06/10/2015 15h00min.

SARAIVA, Naiele Larissa Sieben. Análise de custo dos planos de manutenção de colheitadeiras STS John Deere. Disponível em:  
[http://www.fahor.com.br/publicacoes/TFC/EngPro/2012/Naiele\\_Larissa\\_Sieben\\_Saraiva.pdf](http://www.fahor.com.br/publicacoes/TFC/EngPro/2012/Naiele_Larissa_Sieben_Saraiva.pdf)  
Acesso em: 31/10/2015 18h30min.

SIGNIFICADOS. O que é Agricultura.  
Disponível em: <http://www.significados.com.br/agricultura/>  
Acesso em: 06/09/2015 16h30min

SOBER. Evolução histórica da indústria de máquinas agrícolas no mundo: origens e tendências. Disponível em : <http://www.sober.org.br/palestra/15/1208.pdf>  
Acesso em: 07/09/2015 15h45min

TEDLOW, R. S. Sete Homens e os Impérios que Construíram. São Paulo. Editora Futura, 2002.

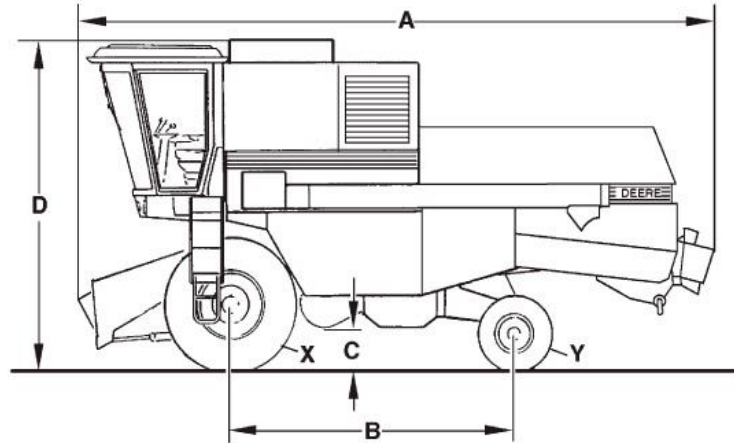
THE CITIES. Agricultura Brasileira. Disponível em:  
[http://www.thecities.com.br/Artigos/Brasil/Economia/Atividades\\_Econ%C3%B4micas/Atividades\\_Prim%C3%A1rias/Agricultura\\_Brasileira/](http://www.thecities.com.br/Artigos/Brasil/Economia/Atividades_Econ%C3%B4micas/Atividades_Prim%C3%A1rias/Agricultura_Brasileira/)  
Acesso em: 07/09/2015 14h50min

VIAN, Carlos Eduardo de Freitas; ANDRADE JUNIOR, Adilson Martins; BARICELO, Luis Gustavo and SILVA, Rodrigo Peixoto da. Origens, evolução e tendências da indústria de

máquinas agrícolas. Rev. Econ. Sociol. Rural [online]. 2013, vol.51, n.4 [cited 2015-08-18], pp. 719-744 . Available from: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-20032013000400006&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032013000400006&lng=en&nrm=iso)>. ISSN 0103-2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032013000400006>.

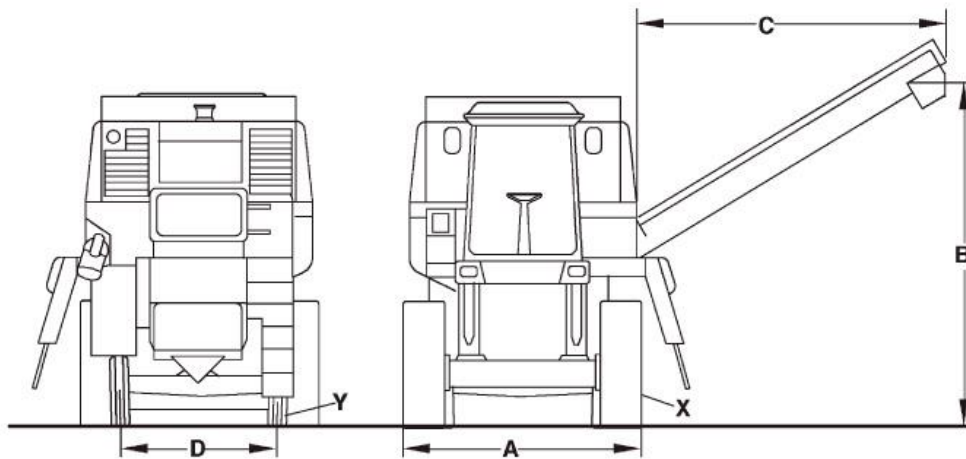
## ANEXO I – CROQUI DA COLHETADEIRA 1175

Dimensões



ZZ009857

Modelo	X	Y	A	B	C	D
1175	28.1-26	12.4-24	7.117 mm	3.574 mm	507 mm	3.834 mm



ZX009281

Modelo	X	Y	A	B	C	D
1175	28.1-26	12.4-24	3.355 mm	4.198 mm	3.713 mm	2.276 mm

## ANEXO II – CHECK-LIST DA COLHETADEIRA 1175



John Deere Brasil Ltda  
 Av. Jorge A. D. Logemann, 600  
 98920-000 Horizontina – RS – Brasil  
 Fone: (55) 3537-5000 Fax: (55) 3537-1599  
 www.johndeere.com.br

Atualizado em: 28Ago2008

<b>Formulário de Informações da Revisão de Pré-Entrega</b> <b>CHECK-LIST COLHEITADEIRAS</b>
--

### 1 Estão corretos os níveis de óleo ou água?

Sim	Não		
		1.1	Motor
		1.2	Transmissão
		1.3	Sistema Hidráulico
		1.4	Sistema de Arrefecimento
		1.5	Sistema Hidrostático
		1.6	Sistema de Freios
		1.7	Outros

### 2 Há vazamentos?

Sim	Não		
		2.1	Motor
		2.2	Transmissão
		2.3	Sistema Hidráulico
		2.4	Sistema de Arrefecimento
		2.5	Demais Tubulações e Componentes
		2.6	Comando Hidráulico
		2.7	Sistema de Combustível
		2.8	Sistema Hidrostático
		2.9	Sistema de Ar Condicionado
		2.10	Sistema de Freio
		2.11	Outros

### 3 Apresentam-se corretamente regulados, tensionados ou alinhados?

Sim	Não		
		3.1	Pedais de freio e embreagem
		3.2	Componentes Picador de Palhas
		3.3	Componentes Saca-Palha ou Rotor
		3.4	Componentes Elevadores
		3.5	Correntes e correias
		3.6	Outros

### 4 Apresentam funcionamento correto?

Sim	Não		
		4.1	Sistema Elétrico
		4.2	Instrumento e Indicadores do Painel
		4.3	Faróis
		4.4	Luzes indicadoras
		4.5	Comandos e Controles
		4.6	Sistema de Direção
		4.7	Freios de Serviço
		4.8	Freio de Estacionamento "Park"
		4.9	Embreagem
		4.10	Alavanca de Câmbios
		4.11	Sistemas Hidráulicos

		4.12	Há código de falhas nas unidades de controle? Se houver, anote aqui: _____
		4.13	O circuito de segurança de partida está funcionando?
		4.14	Outros

### 5 Outras verificações

Sim	Não		
		5.1	A bateria apresenta carga adequada
		5.2	Apresenta defeitos de pintura
		5.3	Apresenta peças danificadas
		5.4	Se equipado com cabine, seu interior apresenta boa aparência
		5.5	O filtro de ar está instalado corretamente
		5.6	Chapas e blindagens estão instaladas corretamente
		5.7	O cinto de segurança está funcionando (quando aplicável)
		5.8	Se equipado com ar quente, ar condicionado, funcionam corretamente
		5.9	A aparência geral da Colheitadeira é Boa?
		5.10	Existem itens faltantes
		5.11	Outros

### 6 Observações

---



---

**Chassi:** \_\_\_\_\_ **Número DTAC:** \_\_\_\_\_

**Executado por:** \_\_\_\_\_ **Data:** \_\_\_\_\_