

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANA  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

FÁBIO MAYER  
RONEI HENN

**ADAPTAÇÃO DE PLATAFORMA DE CORTE PARA FORRAGEIRA  
AUTOPROPELIDA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA  
2017

FÁBIO MAYER  
RONEI HENN

## **ADAPTAÇÃO DE PLATAFORMA DE CORTE PARA FORRAGEIRA AUTOPROPELIDA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Me. Ivair Marchetti  
Coorientador: Prof. Neron Alípio Cortes Berghauser

MEDIANEIRA

2017



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### ADAPTAÇÃO DE PLATAFORMA DE CORTE PARA FORRAGEIRA AUTOPROPELIDA

Por:  
FÁBIO MAYER  
RONEI HENN

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 20h20min do dia 13 de junho de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel no Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. Os acadêmicos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **aprovado**.

---

Prof. Me. Ivair Marchetti  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(Orientador)

---

Prof. Anderson Miguel Lenz  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
Convidado

---

Prof. Neron Alípio Cortes Berghauser  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(Coorientador)

---

Prof. Yuri Ferruzzi  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
Coordenador do Curso

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus pela proteção.

A nossas famílias pelo apoio, compreensão e confiança depositados em nós durante esse período e ao longo de toda nossa vida.

O professor Me. Ivair Marchetti por desempenhar o papel de orientador e ao professor Me. Neron Alípio Cortes Berghauser, por desempenhar o papel de co-orientador, ensinando-me, pacientemente, e mostrando-me que era capaz de desempenhar todas as funções a mim requeridas durante este período.

Aos nossos amigos, colegas de classe, professores que estiveram presentes durante este importante momento da nossa vida contribuindo para nossa formação profissional e acadêmica.

## RESUMO

MAYER, Fabio, HENN, Ronei. **ADAPTAÇÃO DE PLATAFORMA DE CORTE PARA FORRAGEIRA AUTOPROPELIDA**. 2017. 50p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2017.

O setor de agronegócios tem despontado no Brasil como um grande potencial de crescimento econômico. Para tanto, os agricultores precisam utilizar da melhor forma possível a produtividade de suas terras, além de experimentar rotações de culturas que sejam lucrativas. As práticas de silagem utilizando culturas de inverno, que incluem plantas como aveia, trigo e azevém, são muito pouco utilizadas na Região Sul do país, tendo em vista as dificuldades técnicas e culturais existentes. Dentre as limitações técnicas para este tipo de atividade estão os altos custos com equipamentos forrageiros que inviabilizam o agricultor em inovar em suas propriedades. Este trabalho apresenta a criação e montagem de uma alternativa barata e prática para o corte e trituração das plantas de inverno para uma propriedade rural na região Oeste do Paraná. Para o desenvolvimento da adaptação foi utilizada uma plataforma de corte de uma colheitadeira automotriz da marca John Deere®, acoplada a uma máquina forrageira da mesma marca. A proposta aqui descrita iniciou-se com os projetos mecânico, hidráulico e elétrico, e em seguida passou-se à montagem do protótipo. Foram realizados testes operacionais em campo e os resultados foram muito satisfatórios comparando-se com alto preço de um equipamento comercial para esta função ou a alternativa de realizar a silagem por meios manuais.

Palavras-chave: sistema de silagem; melhoria operacional; culturas de inverno.

## ABSTRACT

MAYER, Fabio, HENN, Ronei. **ADAPTAÇÃO DE PLATAFORMA DE CORTE PARA FORRAGEIRA AUTOPROPELIDA**. 2017. 50p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2017.

The agribusiness sector has emerged in Brazil as a great potential for economic growth. To do so, farmers need to make optimum use of their land productivity and experiment with profitable crop rotations. Silage practices using winter crops, which include plants such as oats, wheat and ryegrass, are poorly used in the southern region of the country, given the technical and cultural difficulties. Among the technical limitations for this type of activity are the high costs with forage equipment that make the farmer unfeasible to innovate in his properties. This work presents the creation and assembly of a cheap and practical alternative for the cutting and grinding of winter plants for a rural property in the Western of Paraná. For the development of the adaptation a cutting platform of a John Deere ® brand automotive harvester was used, coupled with a forage machine of the same brand. The proposal described here began with the mechanical, hydraulic and electrical designs, and then proceeded to the assembly of the prototype. Field operational tests were performed and the results were very satisfactory comparing with high price of a commercial equipment for this function or the alternative to perform the silage by manual means.

Keywords: silage system; operational improvement; winter crops.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Forragem picada descarregada no silo.....	15
Figura 2: Forrageira Autopropelida, modelo 7050.....	16
Figura 3: Plataforma Hydra Flex 618F, 18lf.....	17
Figura 4: Bomba de Engrenagem Bosch .....	20
Figura 5: Detalhes da Válvula Controladora de Fluxo da marca Parker.....	22
Figura 6: Detalhes de construção e montagem do motorreductor. ....	23
Figura 7: Reservatório de Óleo .....	24
Figura 8: Plataforma de corte com a adaptação em destaque.....	30
Figura 9: Detalhe da adaptação com identificação das partes.....	31
Figura 10: Diagrama do sistema hidráulico para o sistema proposto.....	32
Figura 11: Diagrama do circuito elétrico usado no protótipo. ....	33
Figura 12: Engrenagem maior com a bucha sextavada e transmissão por corrente.....	36
Figura 13: Bomba fixada ao suporte em aço.....	37
Figura 14: Reservatório de óleo e válvula controladora de fluxo.....	38
Figura 15: Motorreductor acoplado à válvula controladora de fluxo.....	38
Figura 16: Detalhe do motor hidráulico acoplado ao molinete.....	39
Figura 17: Detalhe da parte elétrica do sistema.....	40
Figura 18: Detalhe do sistema completo após término da montagem e testes. ....	41
Figura 19: Detalhe da adaptação durante testes funcionais. ....	41
Figura 20: Detalhe da adaptação durante a realização de testes funcionais. ....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Lista de materiais necessários para a adaptação .....	35
Tabela 2: Lista dos materiais e valores em R\$ para a montagem .....	36



## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

1 DC.....	<i>Direct Current</i> (CORRENTE CONTINUA)
2 A.....	AMPERE
3 m.....	METRO
4 mm.....	MILÍMETRO
5 PSI.....	<i>Pound Square Inch</i> (LIBRA FORÇA POR POLEGADA QUADRADA)
6 R\$.....	REAIS
7 PIB.....	PRODUTO INTERNO BRUTO
8 l/m.....	LITROS POR MINUTO
9 V.....	VOLTS
11 RPM.....	ROTAÇÃO POR MINUTO

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1 OBJETIVO GERAL .....	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
1.3 JUSTIFICATIVA .....	13
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>14</b>
2.1 PROCESSO DE ENSILAGEM .....	14
2.2 FORRAGEIRA AUTOPROPELIDA .....	15
2.3 PLATAFORMA HYDRAFLEX 600F .....	16
2.4 BOMBA HIDRÁULICA.....	17
2.4.1 Bombas Rotativas .....	17
2.4.2 Bombas Rotativas de Engrenagens .....	18
2.4.3 Bomba Rotativa de Parafuso.....	18
2.4.4 Bombas Rotativas de Palhetas Deslizantes .....	19
2.5 BOMBA UTILIZADA NA ADAPTAÇÃO .....	19
2.6 VÁLVULA DE CONTROLE DE FLUXO .....	20
2.6.1 Válvula Globo .....	20
2.6.2 Válvula de Esfera .....	21
2.6.3 Válvula de Agulha .....	21
2.6.4 Válvula Utilizada na Adaptação .....	21
2.7 MOTOR DC.....	22
2.8 MOTORREDUTOR .....	22
2.9 MOTOR UTILIZADO NA ADAPTAÇÃO .....	23
2.10 RESERVATORIO HIDRAULICO.....	23
<b>3 DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA .....</b>	<b>25</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>28</b>

4.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROTÓTIPO.....	28
4.2 SISTEMA MECÂNICO .....	29
4.2 SISTEMA HIDRÁULICO.....	31
4.3 CIRCUITO ELÉTRICO .....	32
<b>5 PROCEDIMENTO DE MONTAGEM.....</b>	<b>36</b>
5.1 TESTES OPERACIONAIS .....	40
5.2 VANTAGENS OBTIDAS COM O NOVO SISTEMA .....	42
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>46</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A agropecuária consiste no conjunto de atividades primárias, estando diretamente associada ao cultivo de plantas (agricultura) e à criação de animais (pecuária) para o consumo humano ou para o fornecimento de matérias-primas na fabricação de roupas, medicamentos, biocombustíveis, produtos de beleza, entre outros. Esse segmento da economia é um dos elementos que compõem o Produto Interno Bruto (PIB) de um determinado lugar.

Considerando o agronegócio o motor da economia brasileira, e levando em conta o constante aperfeiçoamento das tecnologias para a redução de custos e aumento da produtividade e qualidade da produção agrícola, faz-se necessário que surjam novas técnicas visando atingir esses objetivos. A obtenção de maior rendimento produtivo e a otimização do uso dos produtos, faz com que as adaptações surjam para que de forma eficiente e segura, o homem possa aplicá-las em seu trabalho (JANK,2005).

Há muito tempo a agropecuária desempenha um papel de grande importância no cenário da economia nacional, sendo ela, uma das primeiras atividades a ser desenvolvida no país. No contexto agrícola uma das principais preocupações dos produtores está relacionada a alimentação de rebanhos comerciais, tanto na produção de carne, quanto de leite e seus derivados (FREITAS, 2015).

De acordo com Cardoso (1995) uma das maneiras mais seguras de oferecer alimentação ao rebanho é transformar em silagem as culturas de milho, sorgo e milheto (tipo de gramínea), consideradas culturas de verão. No processo de ensilagem, essa colheita é realizada por meio de forrageiras automotrizes ou forrageiras acopladas no trator, sendo as forrageiras mais rápidas e eficientes. As colheitas realizadas por forrageiras automotrizes geralmente resultam em melhor qualidade da silagem comparada a forrageira acoplada ao trator. Entretanto esses equipamentos, em sua forma original, não conseguem realizar a colheita de culturas de inverno devido às características das plantas desta estação. Para isto seria necessário a aquisição de um equipamento específico de alto valor para aquisição no mercado internacional, por não ser vendido nacionalmente. Torna-se necessário,

portanto, uma nova proposta que permita às forrageiras automotrizes serem usadas em todas as estações do ano.

Este trabalho surgiu da problemática enfrentada pelos produtores rurais ou prestadores de serviços, em buscar novas alternativas para a utilização de seus maquinários e equipamentos na colheita e produção de silagem com culturas consideradas de inverno – azevém, aveia, trigo, triticales<sup>1</sup> e algumas espécies de gramíneas, de forma eficiente diminuindo os custos de produção. Para tanto, uma das ideias trabalhadas relacionou-se com o uso de plataformas de colheitadeiras de grãos tradicionais que possuem características específicas e que poderiam ser usadas no corte das culturas de inverno.

Tem-se então, como objetivo geral deste trabalho o estudo da adaptação de plataforma de colheitadeiras para utilização em forrageiras. Para tanto elegeu-se os modelos 7350 e 7380 da empresa John Deere ®, forrageiras autopropelidas como base do estudo e a plataforma de colheitadeira modelo HydraFlex 618F, da mesma fabricante.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Apresentar uma solução para a adaptação de uma plataforma de corte da marca John Deere ®, modelo 618F, utilizada em colheitadeiras, para acoplamento em forrageiras autopropelidas da mesma marca, modelos da série 7050 e 7080.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Encontram-se listados a seguir os objetivos específicos que foram realizados na execução deste trabalho:

---

<sup>1</sup> Nome de uma planta da família das Poáceas (ex-Gramíneas). Trata-se de uma planta híbrida criada pelo homem, através da mistura do trigo (*TRITICUM Aestivum*) e do centeio (*SeCALE Cereale*). O nome é formado por parte dos nomes científico dos dois cereais.

- a) Levantar as características técnicas e operacionais dos equipamentos envolvidos com o projeto (plataforma e forrageira);
- b) Identificar as principais mudanças necessárias a ambos os equipamentos para uma correta acoplagem;
- c) Planejar e organizar as mudanças nos equipamentos;
- d) Testar os resultados obtidos com as mudanças propostas;

### 1.3 JUSTIFICATIVA

A John Deere ®, fabricante mundial de equipamentos no setor agrícola, possui inúmeros modelos de equipamentos, dentre as quais, as forrageiras automotrizes da linha 7050 e 7080, que são comercializadas no Brasil apenas com plataforma para corte de cultura de verão, como por exemplo: Milho, Milheto e Sorgo. Esta estratégia limita as alternativas de produtores rurais e prestadores de serviços, que possuem o equipamento, ou mesmo aqueles que necessitam de silagem, para a realização de corte e silagem de culturas de inverno, tais como: Aveia, Trigo, Azevém, etc.

Em virtude disso, o projeto visa a solução deste problema por meio da adaptação de uma plataforma de corte de colheitadeiras de grãos (que podem ser usados para colher culturas de inverno) para serem utilizadas nas forrageiras, para que aqueles que possuem o equipamento possam realizar silagens de culturas de inverno.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 PROCESSO DE ENSILAGEM

Nas propriedades rurais, todo processo precisa ser realizado de forma a conseguir apresentar uma relação entre custo e benefício que seja viável para o proprietário. Para tanto, faz-se necessário um correto e eficiente planejamento das operações durante todo o ano. Condições climáticas e as estações do ano representam ao mesmo tempo que uma oportunidade de alta produção, o risco de grandes perdas principalmente tratando-se do inverno.

Ao se preparar com alimento para seu plantel, quer seja bovino, suíno ou demais categorias, o agricultor necessita usar de estratégias de preparo tais como a silagem. Este tipo de produto pode ser armazenado por meses garantindo alimentação farta e de boa qualidade para os animais da propriedade rural. Normalmente, em períodos de inverno, quando as pastagens se tornam escassas, o agricultor vê-se em um dilema que envolve decisões de produção a um custo mais alto. Para manter a produção de leite e carne, ele precisa alimentar seus animais com produtos de alto teor proteico e com grande capacidade de conversão. O problema está justamente em encontrar formas de armazenar o alimento para o gado com alta qualidade a um custo razoável. Uma opção para isto é o processo de silagem, que consiste em triturar as folhagens das diversas plantas.

A silagem é o resultado do processo de fermentação realizado por bactérias em forrageiras, durante o período em que permanecem armazenadas em silos, confinadas sem a presença de ar. Este processo é denominado ensilagem e possui grande importância pois consiste em conservar a forragem mantendo a qualidade original da planta que poderá alimentar animais durante períodos de escassez (PEREIRA *et al*, 2008).

De acordo com Cardoso e Silva (1995), o processo de ensilagem tem início com a colheita da forrageira, quando a forragem é picada em pequenas partículas que variam de 2 a 3 cm de comprimento. Após a colheita a forragem é colocada no silo e compactada, expulsando assim o ar que se faz presente na massa. Esta parte

do processo define a qualidade do produto ensilado. Ao final da ensilagem o produto obtido contém as mesmas características nutricionais da forragem verde. Na Figura 1 é possível observar detalhe da forragem sendo descarregada no silo protegido com lona plástica. Segundo Pereira *et al.* (2008) na produção de silagem podem ser utilizadas diversas variedades de forragem, dentre estas destacam-se as culturas de verão: Milho, Sorgo, Girassol, Capim Elefante, Cana, entre outras, que são consideradas culturas de verão. Existindo também as culturas de inverno, tais como: Azevém, Aveia, Trigo, Triticale, que podem ser utilizadas para a mesma finalidade.



**Figura 1: Forragem picada descarregada no silo.**  
**Fonte: AgriPoint Consultoria Ltda (2011).**

## 2.2 FORRAGEIRA AUTOPROPELIDA

De acordo com a John Deere ® (2016), a forrageira autopropelida é uma máquina automotriz, utilizada para realizar o corte das plantas de cereais e gramíneas por meio do seu sistema denominado picagem. A este equipamento podem ser acoplados diversos tipos de plataforma, para a realização da colheita da forragem, sendo que cada uma é utilizada para a colheita de culturas específicas. As forrageiras autopropelidas da John Deere ®, do modelo de série 7080 e 7050, são comercializadas no Brasil apenas com plataforma de corte para culturas de verão tais como milho, sorgo, milheto, etc. (Detalhe na Figura 2).





**Figura 2: Forrageira Autopropelida, modelo 7050.  
Fonte: John Deere ® Brasil (2016).**

### 2.3 PLATAFORMA HYDRAFLEX 600F

A plataforma de corte Hydra Flex 600F é utilizada em colheitadeiras de cereais, para a realização do corte e transporte do cereal até a colheitadeira para que ocorra debulho e separação dos grãos e da palha e pode ser observada na Figura 3 (JONH DEERE, 2015).

A tecnologia Dial-a-Speed, de propriedade da empresa John Deere ® permite que o operador ajuste a velocidade do eixo molinete, facilitando seu trabalho. Esta tecnologia, formada por um sistema hidráulico que automatiza permite a colheita em condições de alta produtividade e volume de palha sem necessidade de reduzir a velocidade. Trata-se de uma solução prática para troca de plataformas que facilita o trabalho do operador garantindo-lhe mais tempo e atenção para a colheita.



**Figura 3: Plataforma Hydra Flex 618F, 18lf.**

**Fonte: John Deere ® Brasil (2016).**

## 2.4 BOMBA HIDRÁULICA

De acordo com Linsingen (2003), a conversão de energia em um sistema hidráulico é realizada por meio de bombas hidráulicas, sendo a transformação de energia mecânica para hidráulica que após isso é transmitida para os atuadores onde então é convertida em energia mecânica para a produção de trabalho útil.

O funcionamento da bomba hidráulica tem como objetivo a geração de vazão dentro de um sistema hidráulico, tendo assim, também a função de acionar os atuadores. Entende-se então, que são responsáveis por converter a energia mecânica em energia hidráulica. (MICHAEL e SPILLARI,2013).

Linsingen (2003) comenta que há uma infinidade de tipos de bombas projetadas para as mais diversas necessidades e com distintas potências. De uma maneira geral as bombas hidráulicas rotativas podem ser: de engrenagens, de parafuso, de palhetas deslizantes, e outras. Na sequência são apresentados alguns destes equipamentos.

### 2.4.1 Bombas Rotativas

Mattos e Falco (1998) afirmam que bombas rotativas é um nome genérico para designar uma grande variedade de bombas todas elas volumétricas e

comandadas por um movimento de rotação daí a origem do nome.

#### **2.4.2 Bombas Rotativas de Engrenagens**

Macintyre (1987) comenta que se tem como exemplo um dos tipos mais comuns de bomba de engrenagem consiste em duas rodas dentadas, trabalhando dentro de uma caixa com folgas muito pequenas em volta e dos lados das rodas. Com

o movimento das engrenagens no sentido indicado o fluído aprisionado nos vazios entre os dentes e a carcaça, e empurrado pelo dente e forçado a sair pela tubulação direita. Novos espaços formam-se do lado esquerdo sendo preenchidos pelo fluido e assim sucessivamente.

Nessas bombas, Mattos e Falco (1998) comentam que quando a velocidade é constante a vazão é constante, a menos de um fator de perda devido ao rendimento volumétrico, isto é a relação entre o volume efetivamente bombeado e volume dado pelas características geométricas da bomba.

#### **2.4.3 Bomba Rotativa de Parafuso**

Para Mattos e Falco (1998), são bombas compostas por dois parafusos que tem movimento sincronizado através de engrenagens. O fluido é admitido pelas extremidades e, devido ao movimento de rotação e aos filetes dos parafusos, é empurrado para a parte central aonde é descarregado.

Os filetes dos parafusos não têm contato entre si, porém, mantêm folgas muito pequenas das quais depende o rendimento volumétrico.

Essas bombas são muito utilizadas para transporte de produtos de viscosidade elevada. Há projetos de bombas com uma camisa envolvendo os parafusos, por onde circula vapor com objetivo de reduzir a viscosidade do produto.

Conforme afirma Macintyre (1987) há casos em que essas bombas possuem

três parafusos e os filetes estão em contato entre si, e um caso em que há apenas um parafuso.

#### **2.4.4 Bombas Rotativas de Palhetas Deslizantes**

Macintyre (1987) comenta que as bombas rotativas de palhetas deslizantes são normalmente especificadas para sistemas óleo-dinâmicos de acionamento de média ou baixa pressão.

Conforme afirmam Mattos e Falco (1998) são compostas de um cilindro cujo eixo de rotação é excêntrico ao eixo da carcaça. O rotor possui ranhuras radiais onde se alojam palhetas rígidas com movimento livres nessa direção. Devido a sua rotação, a força centrífuga projeta as palhetas contra a carcaça formando câmeras entre elas de tal sorte que o fluido fique aprisionado. Devido a excentricidade do cilindro em relação à carcaça essas câmeras apresentam uma redução de volume no sentido de escoamento pois as palhetas são forçadas a se acomodarem sob o efeito da força centrífuga e limitadas na sua projeção para fora do rotor, pelo contorno da carcaça.

#### **2.5 BOMBA UTILIZADA NA ADAPTAÇÃO**

A bomba utilizada para adaptação pode ser vista na Figura 4, trata-se de uma bomba de engrenagem da marca Bosch, com capacidade de vazão de 15 l/m sendo utilizado por vários outros fabricantes de máquina agrícola, fabricada desde 1997 em Atibaia, São Paulo.



**Figura 4: Bomba de Engrenagem Bosch.**  
Fonte: Bosch (2017).

## 2.6 VÁLVULA DE CONTROLE DE FLUXO

De acordo com Linsingen (2003) as válvulas de controle de fluxo permitem um eficiente controle do escoamento, graças ao estrangulamento que provocam, possibilita o bloqueio total do líquido.

O mesmo autor ainda complementa que não se devem, todavia, ser superdimensionadas para o fim a que se destinam, pois isso as obrigaria a operar sempre parcialmente fechadas o que é prejudicial ao escoamento até mesmo a durabilidade das válvulas.

### 2.6.1 Válvula Globo

O nome Globo, dada a este tipo de válvula, segundo Unival (2015) se origina do formato de seu corpo. Possuem uma haste parcialmente rosqueada em cuja extremidade, oposta ao volante de manobra, existe um alargamento tampão ou disco para controlar a passagem do fluido por um orifício. Serve para regulação da

descarga, pois podem trabalhar com o tampão da vedação do orifício em qualquer posição, embora acarretem fortes perdas de carga mesmo com cobertura máxima. Conseguem uma vedação absolutamente estanque em tamanho pequeno pois o disco se apoia sem folga no assento.

### **2.6.2 Válvula de Esfera**

De acordo com Michael e Spillari (2013), as válvulas de esfera, são válvulas de uso geral, de fechamento rápido, muito usadas para ar comprimido, vácuo, vapor, gases e líquidos. Nas instalações de bombeamento são empregadas em serviços auxiliares, mas não são ligadas ao encanamento da bomba como válvula de bloqueio.

### **2.6.3 Válvula de Agulha**

As válvulas de agulha (*Needle Valve*), conforme Michael e Spillari (2013) têm essa denominação por possuir um obturador cônico com a ponta bastante fina com aspecto de agulha. A função das válvulas de agulha é permitir a regulagem da passagem de fluidos, gases, vapores, etc., e normalmente são utilizadas em linha de diâmetros pequenos. Existe uma gama bastante variada de válvulas de agulha, tanto do material com que são produzidas, suas extremidades ou pressões de trabalho.

### **2.6.4 Válvula Utilizada na Adaptação**

Para a montagem da adaptação, optou-se por utilizar uma válvula do tipo agulha, marca Parker, comumente presente em equipamentos da marca John Deere® tais como as colhedadeiras de modelos 1450 e 1550. Na Figura 5 é possível

visualizar um equipamento deste tipo devidamente instalado na adaptação.

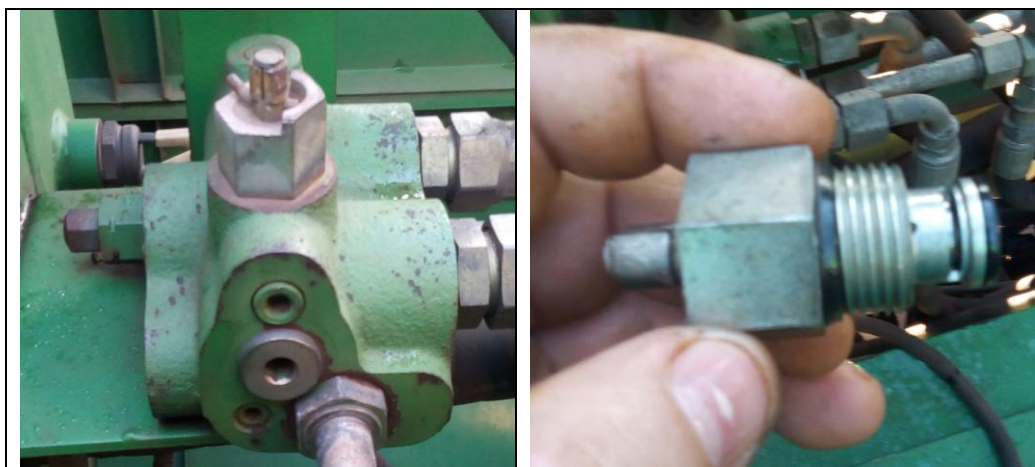


Figura 5: Detalhes da Válvula Controladora de Fluxo da marca Parker.  
Fonte: Os autores.

## 2.7 MOTOR DC

Existem diversos tipos de motores DC, tais como os de ímã permanente, sem escovas ou ainda de relutância variável. Os mais comuns, que podem ser encontrados numa enorme faixa de tamanhos e tensões de trabalho, são os que fazem uso de escovas, um conjunto de bobinas gira, tendo sua corrente comutada por escovas que invertem o sentido da corrente a cada meia volta de modo a manter o movimento. Eles podem ser encontrados numa ampla faixa de tensões nominais, tipicamente entre 1,5 e 48 V (BRAGA, 2014)

## 2.8 MOTORREDUTOR

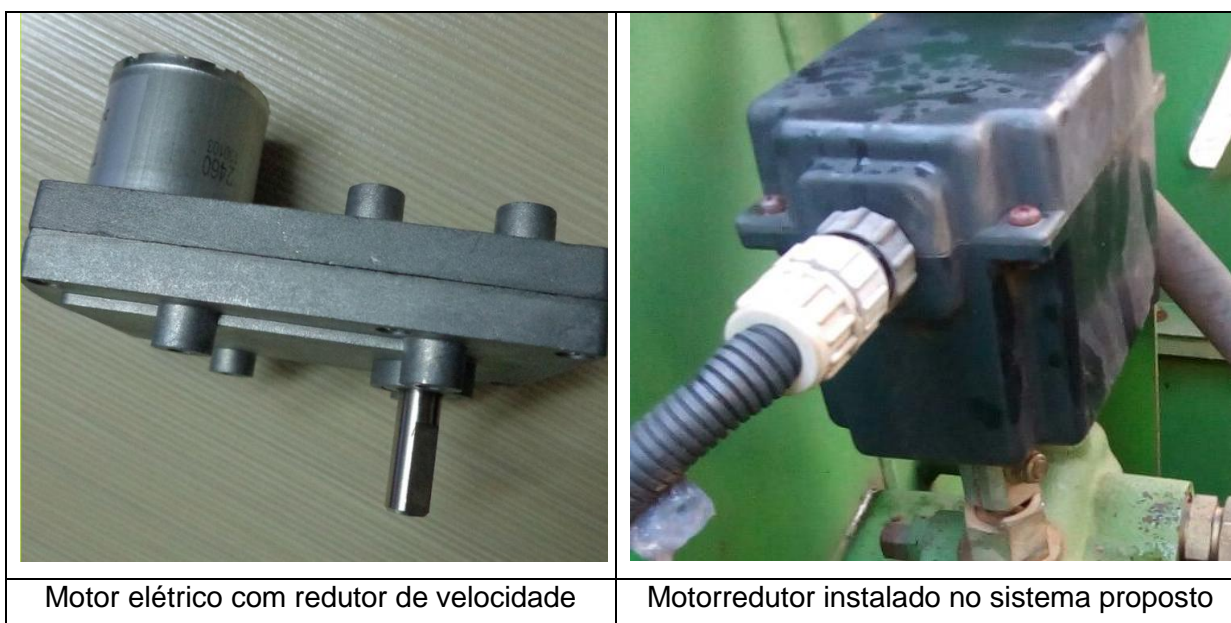
Na prática, Queiroz (2003) comenta que é possível obter motores que já disponham de caixas de redução ou então as próprias caixas que podem ser acopladas aos motores, mas que pode ser trocado por outro dependendo da aplicação. Com este motor, a rotação do eixo principal é reduzida e a força momento

é ampliada podendo ser aplicada diversos sistemas.

Utilizando-se caixas de redução apropriadas e controles de velocidade e sentido, é possível obter qualquer tipo de movimento com estes motores, desde os mais suaves até o movimento rápido (BRAGA, 2014).

## 2.9 MOTOR UTILIZADO NA ADAPTAÇÃO

O motorreductor utilizado na adaptação pode ser visto na Figura 6.



**Figura 6: Detalhes de construção e montagem do motorreductor.**  
Fonte: Os autores.

## 2.10 RESERVATORIO HIDRAULICO

Um reservatório possui várias funções. A mais evidente delas é servir de depósito para o fluido a ser utilizado pelo sistema, fornecendo também ajuda no resfriamento do fluido e na precipitação das impurezas. As funções do reservatório são basicamente de armazenamento, resfriamento por condução e convecção. Levando em consideração as funções a serem exercidas pelo reservatório, o



projetista depara-se com duas situações para resolver, o volume mínimo de fluido e a mínima superfície necessária para trocas térmicas. No ponto de vista do dimensionamento, o reservatório parece ser o elemento mais trivial de um circuito hidráulico, porém, na realidade por não estar sujeito a nenhum critério prévio de unificação pode causar ao projetista algumas dificuldades quanto ao seu dimensionamento e posicionamento de seus elementos e acessórios (MICHAEL e SPILLARI, 2013).



**Figura 7: Reservatório de Óleo.**  
**Fonte: Os autores.**

### 3 DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA

A adaptação pode ser considerada um sistema simples e funcional na área em que foi aplicado, e consiste na montagem de uma plataforma convencional de colhedeira de grãos na estrutura de uma forrageira autopropelida.

A forrageira autopropelida conforme fornecida em seu conjunto convencional, só consegue efetuar o corte de plantas de culturas de verão tais como milho, milheto<sup>2</sup> e sorgo. Para o caso de o agricultor também optar por produzir silagem de culturas como aveia, trigo, azevém, etc. haveria a necessidade de aquisição de uma nova plataforma específica para o corte desses cereais. Entretanto, para esta operação, os custos envolvidos são muito altos, pois esse tipo de implemento é importado, tornando inviável esta proposta na região Oeste do Paraná visto que o plantio de tais culturas não é comumente realizado. A importação não é uma boa alternativa por não apresentar uma boa relação custo x benefício. Trata-se, portanto, de uma adaptação que possui uma relação de custo e benefício bastante atrativa para o agricultor.

A adaptação vem como uma alternativa mais viável, pois trata-se de adaptar uma plataforma mais barata e comumente encontrada na região. A adaptação descrita neste trabalho teve seu início com a necessidade apontada pelos agricultores da região em ser desenvolvida uma solução prática e de baixo custo para a produção de silagem feita com plantas características de inverno (cujas partes nutritivas estão mais próximas do solo). Para tanto foi efetuado um estudo sobre a viabilidade em se usar uma plataforma usada normalmente para a colheita de grãos como alimentadora de massa vegetal para a máquina forrageira que a tritura produzindo a silagem. Neste caso, como a forrageira usada no experimento era da marca John Deere®, houve a necessidade de se adquirir uma plataforma da mesma marca para implementar a adaptação, tendo sido comprada uma plataforma já usada para baixar ainda mais os custos envolvidos.

---

<sup>2</sup> Segundo a Embrapa (2008) o milheto, sexto cereal mais cultivado em todo o mundo, é uma espécie bastante rústica e adaptada a solos de baixa fertilidade. Responde bem à adubação em crescimento e à produção de forragem e grãos. Ele pode substituir o milho e o sorgo em até 70% na formulação de rações para aves, peixes e ruminantes.

A plataforma Hydra Flex do modelo da série 600 com a largura de corte de 18 pés foi a que mais se adaptou a aplicação deste trabalho, pois tem um tamanho ideal para a aplicação porque a forrageira tem seu pescoço fixo, isto é não trabalha lateralmente. O grande desafio desse trabalho foi como fazer o molinete girar, pois ele é acionado por um motor hidráulico para que nas colhedeiras de grão ele possa ser ajustado na velocidade que precisa para a melhor colheita da soja ou trigo sem quebra do produto e desperdício. Nas colhedeiras de grão esse acionamento é feito por uma bomba acoplada com correia direto no motor da máquina e sua velocidade é controlada por uma válvula de controle de fluxo acionada por um motor elétrico DC 12V com redução para o ajuste da válvula, acionado por um botão na cabina do operador para facilitar a operação.

Para não mexer no corpo físico da forrageira e pensando na comodidade e facilidade de acoplar e desacoplar a plataforma foi adaptado os componentes, bomba e válvula de regulação de fluxo diretamente ao chassi da plataforma já adquirida.

Então para isolar completamente o sistema adaptado da plataforma completamente da forrageira também foi adquirido de uma empresa terceira um reservatório de óleo de capacidade para 18l de uma máquina SLC John Deere ® 6200 que é utilizado na máquina com a mesma função de reservatório para a bomba do molinete.

Como a barra de corte e o sem-fim da plataforma é acionado por um cardam universal de 21 estrias acoplado diretamente na saída de força da forrageira. Foi feito um suporte para a bomba logo acima do cardam para com que o movimento de rotação do cardam acionasse a bomba de engrenagem, para transferir a força do cardam para bomba foi utilizado uma transmissão de corrente e duas engrenagens a da saída do cardam com 65 dentes e a da entrada da bomba com 15 dentes.

Adaptado também o reservatório ao chassi da plataforma e a válvula de controle de fluxo adaptado na lateral do reservatório, foram realizadas as ligações das mangueiras de alta pressão após a saída da bomba passando pela válvula controladora de fluxo e da válvula até o motor hidráulico que faz a movimentação do molinete e mangueiras de baixa pressão do retorno do motor até o reservatório e também do reservatório até a bomba.

A alimentação do motorreductor que originalmente é acoplado à válvula de controle de fluxo, foi ligada à bateria da forrageira passando por um fusível de 7.5A e

posteriormente a um botão de inversão de polaridade instalado na cabine do operador para obter o movimento do motor elétrico no sentido horário e anti-horário para a regulação de fluxo de óleo.

Para permitir uma troca rápida e segura entre as plataformas de culturas inverno e verão foi instalado um conector bipolar simples para a ligação do motor de acionamento manual da válvula de controle de rotação do molinete.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROTÓTIPO

Para a confecção do protótipo, foi necessário selecionar e analisar quais seriam os equipamentos e os materiais a serem utilizados em sua montagem, cada qual especificado para atender às necessidades do sistema, para o bom funcionamento do equipamento. Esses itens estão em uma lista detalhada dos materiais e equipamentos utilizados.

O método de pesquisa utilizado neste trabalho foi o prático aplicado, no qual foi transformada e adaptada uma plataforma de corte de cereais usada em colheitadeiras, para a mesma trabalhar com corte de culturas de inverno em forrageira autopropelida.

Para que o protótipo fosse confeccionado, foi montado um sistema de acionamento do molinete da plataforma por meio de uma bomba hidráulica e motor, e uma válvula de controle de fluxo, para regulação de velocidade do molinete. Também foi necessária a montagem de um sistema de transmissão para o acionamento da bomba hidráulica, e das linhas hidráulicas para conexões entre bomba, válvula de controle, motor hidráulico e reservatório de óleo hidráulico, que é realizado por meio de mangueiras hidráulicas.

Após todas as adaptações prontas e a plataforma funcionando perfeitamente foram realizados os testes em campo com o corte de aveia para silagem.

Os materiais utilizados para a montagem do protótipo, e a função de cada um estão descritos a seguir:

- a) Plataforma de corte John Deere Hydra Flex®, modelo 618F ou 620F;
- b) Bomba hidráulica: converte a energia mecânica em energia hidráulica, na qual é responsável pelo acionamento do motor hidráulico;
- c) Reservatório hidráulico; utilizado para armazenar e fornecer óleo hidráulico para a bomba;
- d) Válvula de controle de fluxo: controla o fluxo de óleo da bomba

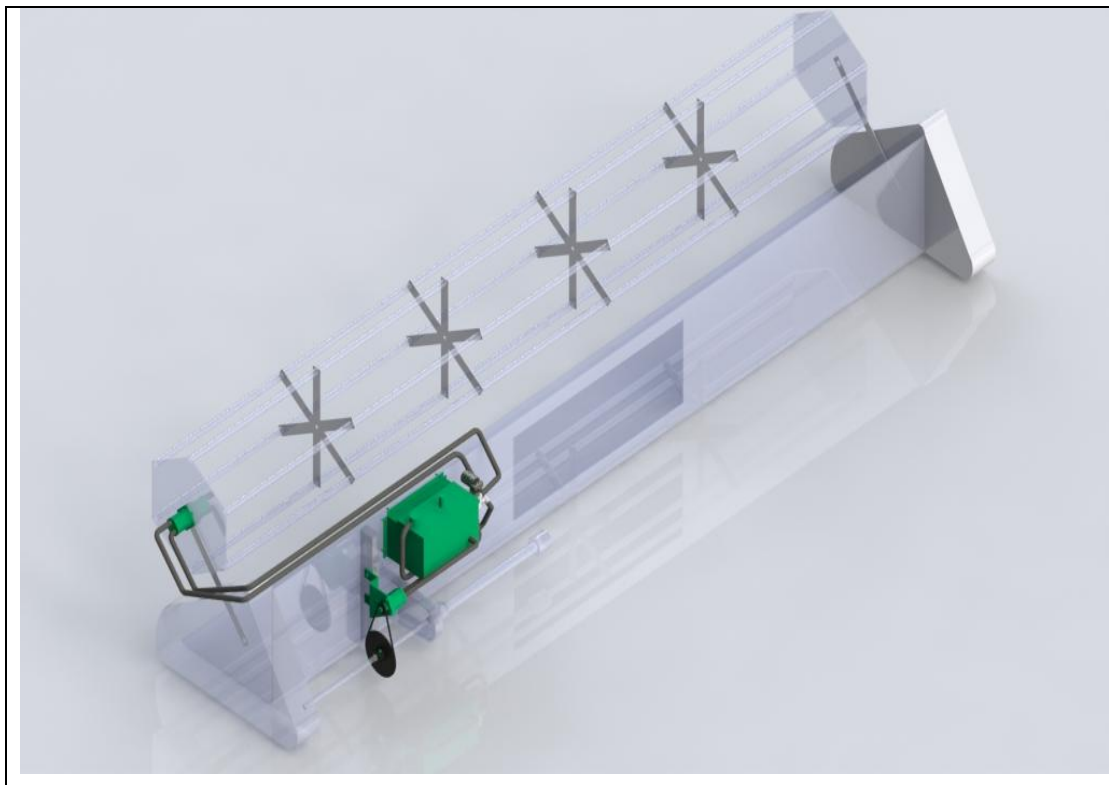
hidráulica para o acionamento do motor hidráulico, com isso possibilitando o controle de velocidade do molinete.

- e) Mangueiras hidráulicas de alta pressão com diâmetro de 1/2" e de baixa pressão com diâmetro de 1" as quais foram utilizadas para as ligações das linhas hidráulicas, sistema hidráulico: bomba, válvula de controle de fluxo, motor hidráulico e reservatório.
- f) Os sistemas de transmissão são realizados por corrente A 50 e engrenagens com 56 e 15 dentes respectivamente; utilizado para fazer o acionamento mecânico da bomba hidráulica.
- g) Motor de redução; utilizado para fazer o acionamento da válvula de controle de fluxo, garantindo assim o controle da velocidade do molinete.
- h) Chicotes elétricos: utilizado para a conexão entre o botão de controle ao acionamento do motorreductor.

## 4.2 SISTEMA MECÂNICO

Os detalhes das peças que foram utilizadas para esta adaptação estão apresentados em Apêndice, com as dimensões e formas especificadas para tal.

Para a montagem do sistema mecânico, foi planejada a confecção de peças conforme os desenhos apresentados na sequência. Conforme pode ser visto na Figura 8, os detalhes da montagem em destaque mais escuro na imagem.



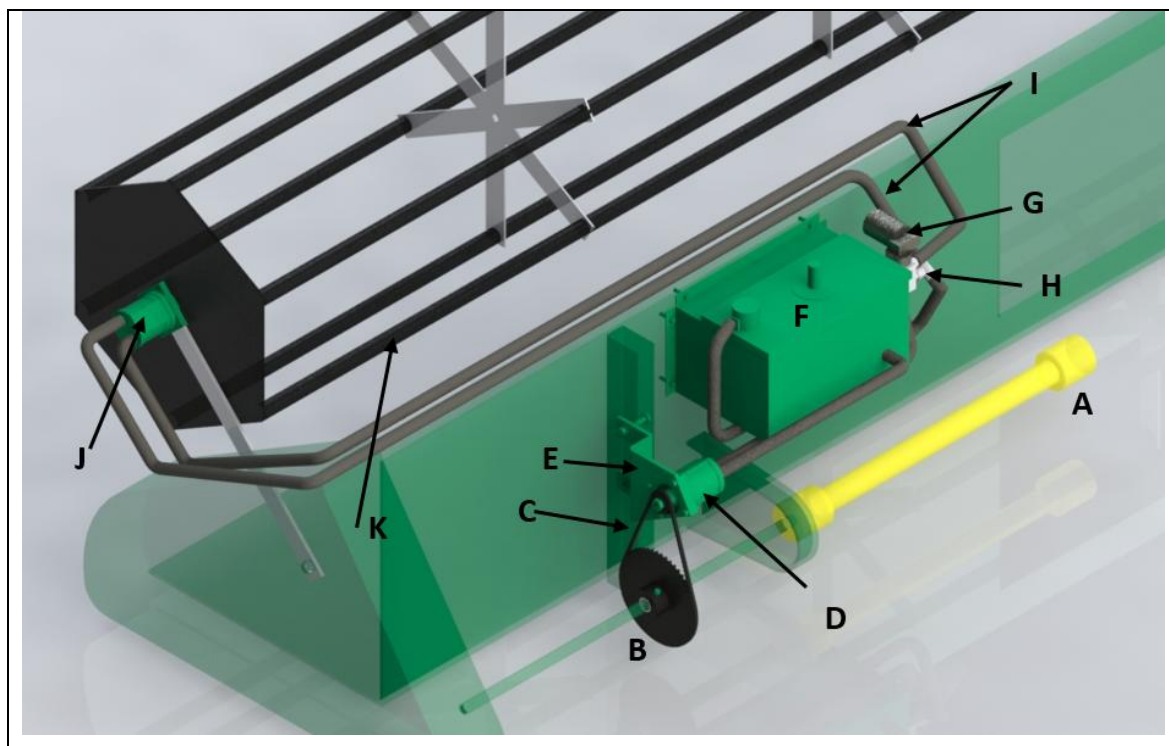
**Figura 8: Plataforma de corte com a adaptação em destaque.**  
**Fonte: Os autores.**

Na Figura 9 foram identificados todos os elementos do sistema para que se possa descrever o seu funcionamento operacional. As peças selecionadas para a adaptação estão identificadas por letras, as quais servem para referenciar os elementos e o funcionamento do sistema.

A finalidade desse trabalho é que a plataforma utilizada em colheitadeiras seja movimentada pelo motor de uma forrageira autopropelida.

Através do cardam (A) acoplado ao eixo da forrageira, faz-se movimentar todo o sistema da plataforma de corte da colheitadeira, passando pelo eixo sextavado encontra-se a engrenagem (B) que, por meio de acionamento de corrente (C) movimenta a bomba hidráulica (D).

A bomba é fixada ao chassi da plataforma pelo suporte (E), em seguida tem-se o reservatório (F) cuja saída está ligada a válvula de controle de fluxo (H). Esta válvula é acionada pelo motor de redução (G), o qual é comandado eletricamente por uma botoeira na cabine da forrageira. A válvula direciona o óleo através das mangueiras (I), acionando o motor hidráulico (J) que comanda o giro do molinete (K). O óleo retorna pela mangueira (I) até o reservatório (F).



**Figura 9: Detalhe da adaptação com identificação das partes.**  
**Fonte: Os autores.**

Nas condições normais de trabalho, a válvula de controle de fluxo, estando aberta, irá regular a velocidade de giro do motor hidráulico que movimenta o molinete o qual direciona as plantas para o corte na plataforma.

Dependendo da posição da válvula de controle de fluxo, o motor poderá até chegar a ficar parado, ou seja, dependendo da necessidade operacional é possível com maior ou menor abertura da válvula controlar a velocidade de giro do motor hidráulico e conseqüentemente do molinete.

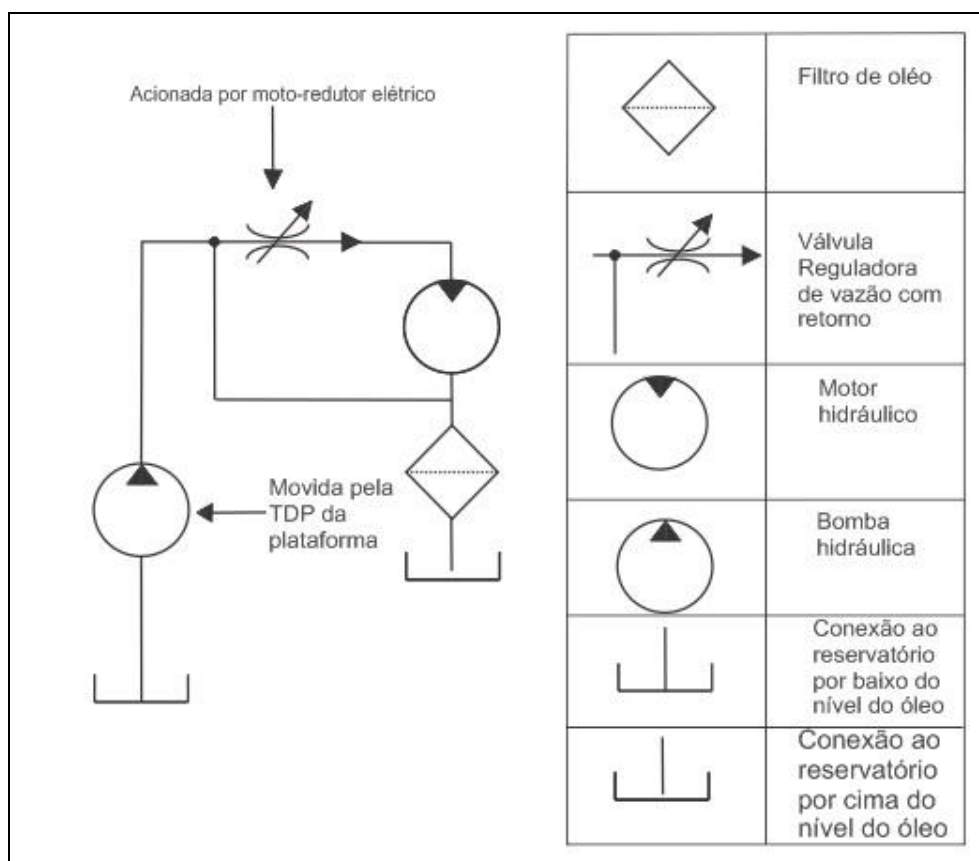
Por se tratar de um circuito fechado e contínuo, o óleo retorna, passando pelo filtro e ficando dentro do reservatório pronto para ser injetado novamente ao sistema.

## 4.2 SISTEMA HIDRÁULICO

Com base no diagrama hidráulico apresentado na Figura 10, o óleo,



estocado no reservatório é bombeado para o circuito por meio da bomba hidráulica que passa pela válvula reguladora de vazão, que, com a pressão gerada, controla a velocidade de giro do motor hidráulico. Então o óleo retorna da válvula para o reservatório passando por um filtro instalado internamente no reservatório.



**Figura 10: Diagrama do sistema hidráulico para o sistema proposto.**  
**Fonte: Os autores.**

### 4.3 CIRCUITO ELÉTRICO

O circuito elétrico montado para a adaptação pode ser visto na Figura 11, o circuito é composto por uma chave inversora, ligada a uma bateria por meio de um fusível que aciona o motorreductor de velocidade.

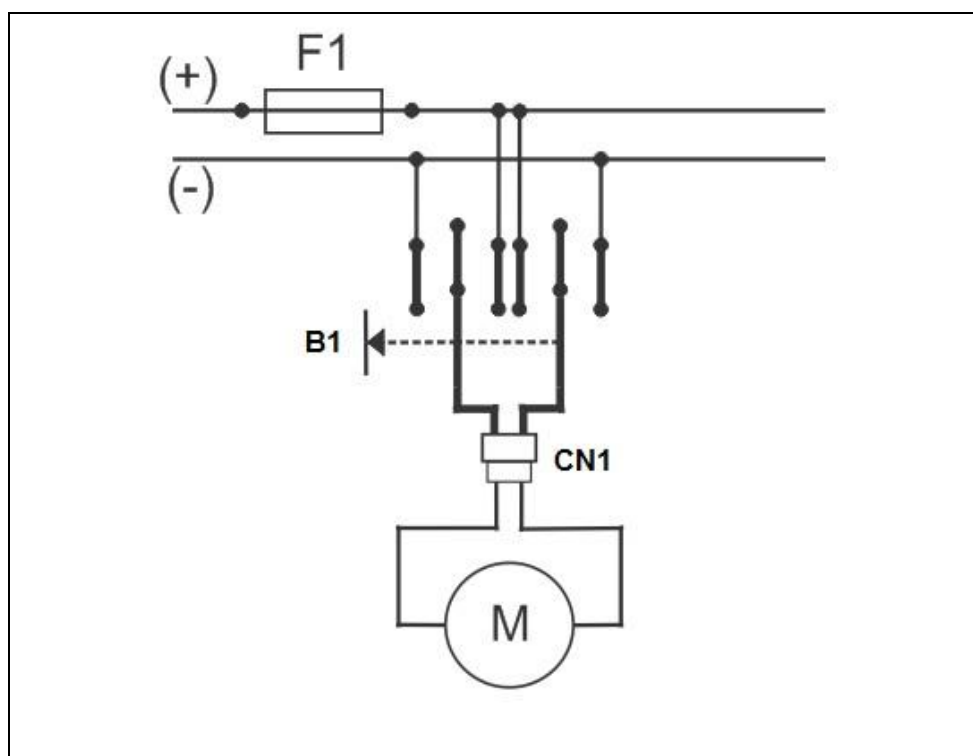
A válvula de controle de fluxo é regulada por um motor elétrico com redução. A alimentação elétrica do motor em 12V DC é feita após a chave de ignição da forrageira autopropelida para que quando a máquina estiver desligada o circuito não fique energizado o qual pode danificar a parte elétrica da forrageira ou até

descarregando as baterias, causando curto-circuito ou incêndio.

Quando a chave de ignição da máquina estiver ligada, a tensão de alimentação passa por um fusível de proteção de 7,5A deixando o circuito pronto para funcionar.

O circuito é acionado pela operação da chave inversora (B1) localizada na cabine da forrageira. Ao comando da chave, o motorredutor é acionado no sentido horário e anti-horário determinando a abertura e fechamento da válvula controladora de fluxo.

Para permitir uma troca rápida e segura entre as plataformas de culturas inverno e verão foi instalado um conector bipolar simples (CN1) para a ligação do motor de acionamento manual da válvula de controle de rotação do molinete.



**Figura 11: Diagrama do circuito elétrico usado no protótipo.**  
Fonte: Os autores.

Na Tabela 1 pode-se verificar a listagem de componentes e equipamentos utilizados na montagem da adaptação.

**Tabela 1: Lista de materiais necessários para a adaptação**

<b>Material</b>	<b>Quantidade</b>
Bomba Hidráulica (Bosch)	1
Reservatório de Óleo	1
Válvula de controle de fluxo	1
Motor de regulação	1
Mangueira de pressão (1/2 "3.250 psi)	3m
Mangueira de baixa pressão (1 "200 psi)	1m
Corrente de transmissão Asa 50	1m
Engrenagem dentada de 56 dentes	1
Abraçadeira de 1"	3
Botoeira (inversão de polaridade)	1
Porta fusível	1
Fusível (7.5A)	1
Cabo elétrico de 2x1,5 mm	12m
Conector 2 vias	1
Parafuso 10x45	8
Porca 10mm	8

Quanto aos custos envolvidos com a compra dos materiais e equipamentos e com os serviços contratados, além do transporte da plataforma adquirida para a confecção da adaptação, ambos estão na Tabela 2 apresentando também os valores desembolsados.

Lembra-se que em alguns casos, optou-se por comprar algumas partes já usadas, mas que não iriam comprometer a confiabilidade e segurança do equipamento depois de montado. Para estes casos, os valores lançados na tabela foram equivalentes a 50% do valor de um componente novo.

**Tabela 2: Lista dos materiais e valores em R\$ para a montagem**

<b>Material/Equipamento</b>	<b>Valor (R\$)</b>
Bomba Hidráulica Cód. DQ 00366	1.5000,00
Reservatório Cód. DQ 67820	900,00
Motor de Regulagem Cód. HP 68016	1.000,00
Válvula controladora Cód. DQ.47018	2.600,00
Suporte de Bomba	250,00
Mangueiras	200,00
Engrenagem	360,00
Torno	150,00
Plataforma D 618 (John Deere ®)	60.000,00
Transporte	1.500,00
Mão de Obra Montagem	3.000,00
Outros	230,00
<b>TOTAL</b>	<b>71.690,00</b>

## 5 PROCEDIMENTO DE MONTAGEM

Para a confecção da bucha sextavada da engrenagem motora e o suporte da bomba propostos nesta adaptação, optou-se pela contratação de uma empresa metalúrgica que já possuía os equipamentos de tornearia e soldagem necessários ao dispositivo.

No caso da montagem do protótipo foi confeccionada uma bucha sextavada internamente e adaptada a engrenagem por meio de solda, na mesma também foi feito um furo roscado no qual um parafuso irá travar a engrenagem no eixo principal de acionamento da plataforma. Para a fixação da bomba hidráulica ao chassi da plataforma foi confeccionado um suporte em aço, o mesmo dispendo de furos para a fixação da bomba e acoplamento ao chassis da plataforma de corte (Figura 12).



**Figura 12: Engrenagem maior com a bucha sextavada e transmissão por corrente.**  
Fonte: os autores.

Após a montagem da engrenagem no eixo sextavado, a bomba hidráulica foi fixada ao suporte através de parafusos e porcas, com esses dois elementos

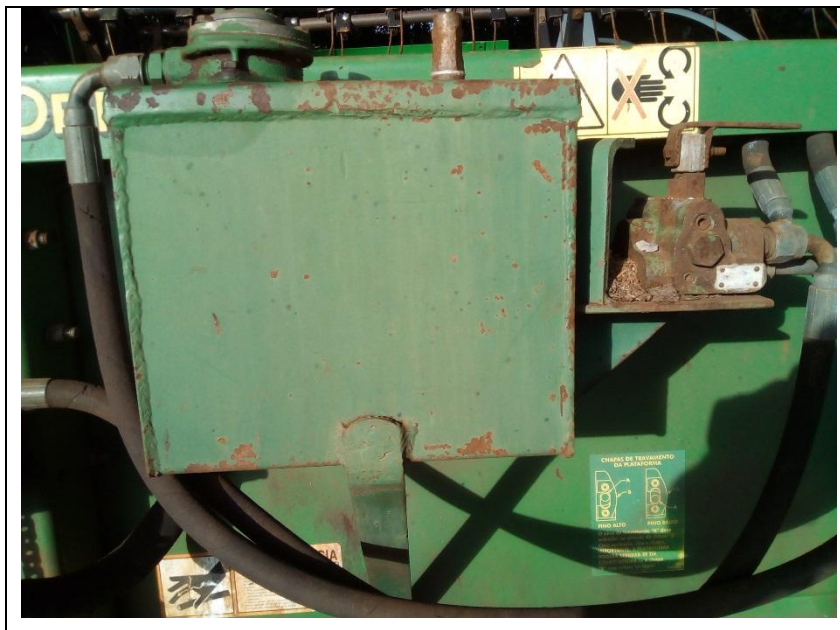
dispostos no suporte a plataforma foi realizado o alinhamento entre a engrenagem que esta fixada ao eixo sextavado e a engrenagem da bomba, após o alinhamento a engrenagem que esta disposta no eixo sextavado foi travada com parafusos e porcas, conferindo o alinhamento foi acoplada a corrente ASA-50. Na Figura 13 é possível perceber a disposição final entre a bomba hidráulica e a engrenagem fixada ao eixo sextavado, tendo a corrente como elemento de transmissão.



**Figura 13: Bomba fixada ao suporte em aço.**  
**Fonte: Os autores.**

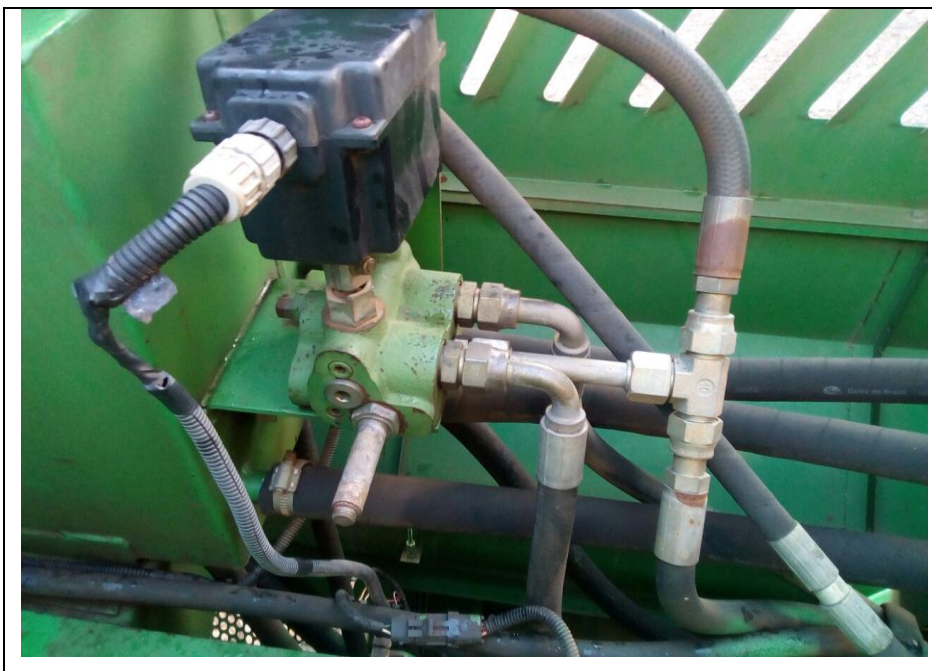
Para a adaptação do reservatório de óleo hidráulico foi necessário fazer furos ao chassi da plataforma de corte, sendo sua fixação realizada por meio de parafusos e porcas. Estando o mesmo fixado no local destinado a ele, foi realizado a conexão das mangueiras a bomba hidráulica, para garantir que não haja vazamento durante a operações em campo, as mangueiras foram apertadas com braçadeiras (Figura 14).





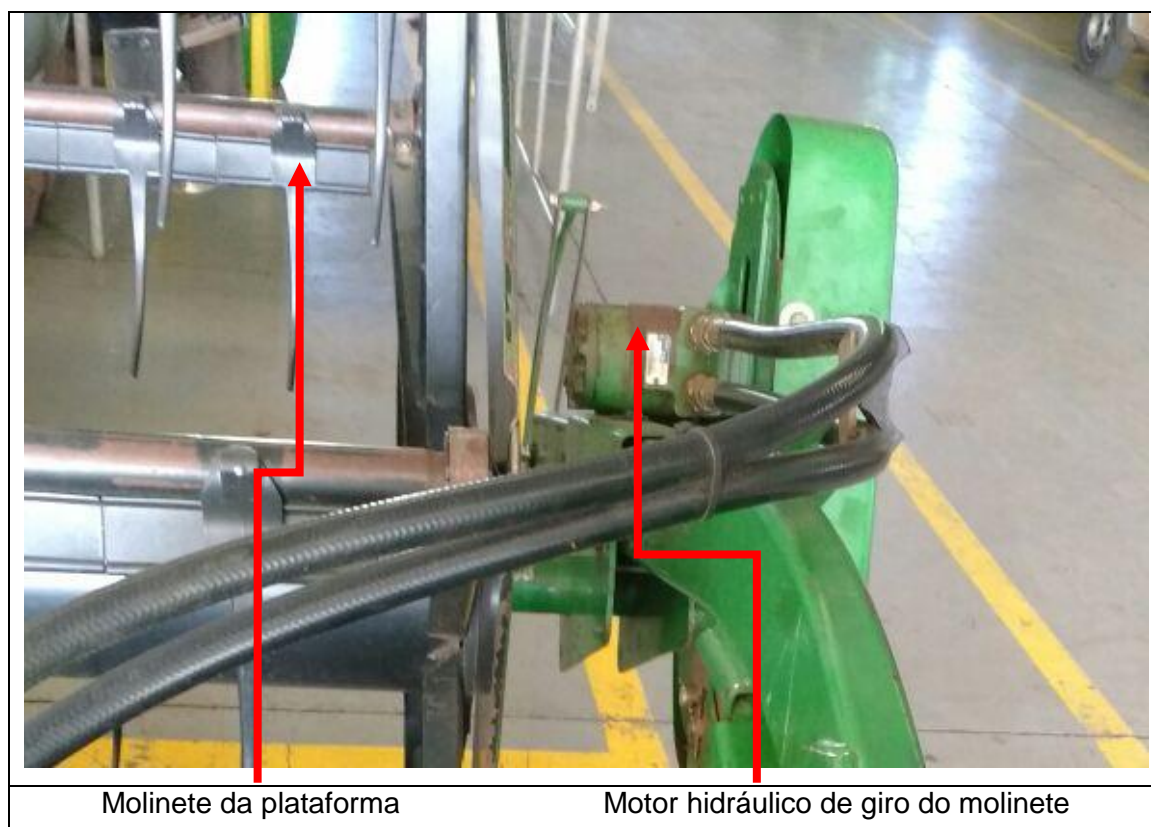
**Figura 14: Reservatório de óleo e válvula controladora de fluxo.**  
Fonte: Os autores.

Com o reservatório fixado no local especificado para o mesmo, a próxima etapa foi a instalação da válvula de controle de fluxo, a qual controla a quantidade de fluido hidráulico usado durante as operações. A mesma foi fixada por meio de porcas no suporte do reservatório e conectada ao motor de redução na saída do reservatório (Figura 15).



**Figura 15: Motorreductor acoplado à válvula controladora de fluxo.**  
Fonte: Os autores.

Para que ocorra o giro do molinete é necessário que haja a alimentação do óleo ao motor hidráulico, apresentado na Figura 16. Esse sistema é um circuito fechado no qual se tem a alimentação e retorno do fluido, para que isso ocorra foram instaladas as mangueiras hidráulicas ao sistema.



**Figura 16: Detalhe do motor hidráulico acoplado ao molinete.**  
**Fonte: Os autores.**

No painel da forrageira foi instalado a parte do comando elétrico, o chicote elétrico e o botão que comanda o giro do motor de redução. Para facilitar o acoplamento e desacoplamento do equipamento na máquina foi instalado um conector macho e fêmea de fácil acesso e encaixe, conforme pode ser visto na Figura 17.



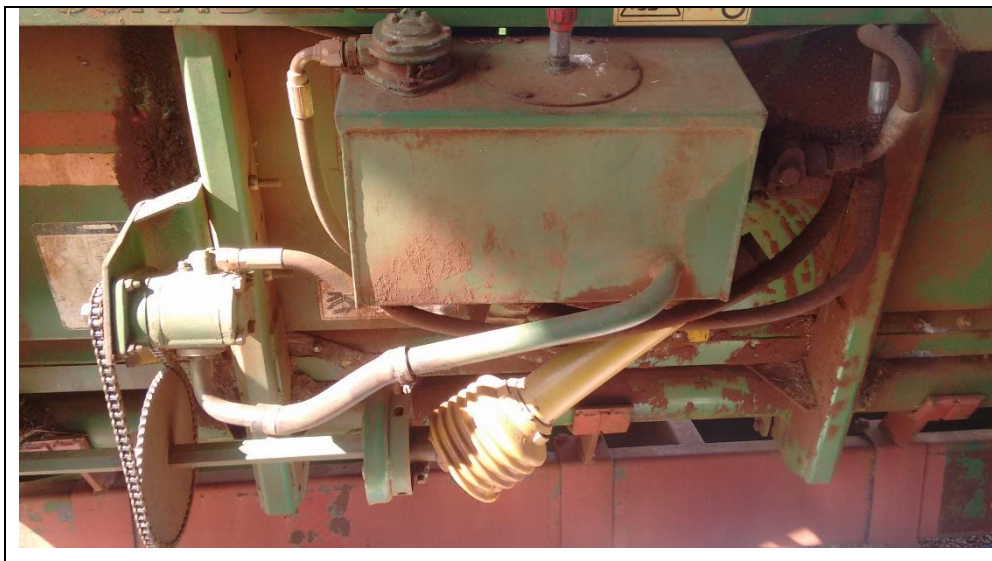


**Figura 17: Detalhe da parte elétrica do sistema**  
**Fonte: Os autores.**

## 5.1 TESTES OPERACIONAIS

Com os elementos dispostos no sistema, foram conferidos os apertos de parafusos e porcas; braçadeiras das mangueiras hidráulicas; alinhamento da engrenagem à bomba hidráulica; fixação do cardam ao eixo sextavado; abastecimento de óleo hidráulico no reservatório até o nível e o acoplamento da plataforma à forrageira; efetuou-se os testes operacionais.

Para que esta atividade fosse devidamente realizada, foi acionado o sistema de verificação de funcionamento do equipamento, a fim de constatar se houve alguma falha durante a montagem. Na Figura 18 pode-se visualizar a adaptação completa depois de montada, testada e utilizada em condições reais.



**Figura 18: Detalhe do sistema completo após término da montagem e testes.  
Fonte: Os autores.**



**Figura 19: Detalhe da adaptação durante testes funcionais.  
Fonte: Os autores.**

Após a realização de vários testes apenas com o giro do molinete na oficina, foi comunicado e sugerido ao proprietário do equipamento para que fossem realizados os testes em campo. O equipamento foi conduzido a uma lavoura de aveia, tendo assim, bons resultados de colheita e solucionando seu problema para este tipo de cultura de inverno na sua região. Nas Figuras 19 e 20 é possível visualizar a realização dos testes funcionais com a adaptação completamente

concluída e a plataforma acoplada à forrageira. Com essa adaptação foi possível obter redução de custos consideráveis na montagem do protótipo, comparado com a aquisição de uma plataforma original da forrageira.



**Figura 20: Detalhe da adaptação durante a realização de testes funcionais.**  
**Fonte: Os autores.**

## 5.2 VANTAGENS OBTIDAS COM O NOVO SISTEMA

Com a conclusão da montagem da adaptação, faz-se necessário a análise dos resultados obtidos, considerando-se uma relação entre custos e benefícios envolvidos.

Inicialmente, levantou-se o custo da aquisição de uma solução comercialmente oferecida pela própria John Deere ®. Foi identificado junto àquela empresa que, para efetuar a compra, ela teria que ser feita por meio de importação de um fornecedor norte americano, e que os custos totais seriam em torno de R\$ 200.000,00. Considerando-se que na Tabela 2 (p.37) toda a adaptação representou um custo de R\$ 71.000,00, pode-se afirmar que a solução representou um grande ganho financeiro.

Outra vantagem em virtude da disponibilidade deste novo equipamento

percebida com a solução refere-se à ampliação da possibilidade do agricultor em decidir pela produção de outras culturas, visto que, com esta nova alternativa de trabalho, ele poderá passar a comercializar a forragem para criadores de gado de corte ou mesmo leiteiro. Salienta-se que este tipo de atividade é muito frequente na região Oeste do Estado do Paraná.

Ao optar pelo aumento na quantidade de culturas passíveis de plantio, devido a este novo negócio, o agricultor poderá melhorar consideravelmente a qualidade do solo de sua propriedade pelo efeito de rotação de culturas.

Com a decisão de armazenar forragem por meio do sistema de ensilagem, o proprietário poderá reduzir a área de cultura de pasto e compensar na ampliação da sua área de produção agrícola (soja, milho, trigo, etc).

Considera-se, portanto, que a mudança proposta para esta adaptação trouxe grandes ganhos, comprovando a sua viabilidade técnica, operacional e financeira.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o término deste trabalho, é possível afirmar que os objetivos apresentados ao seu início foram alcançados, pois a adaptação foi concluída e os testes foram satisfatórios, pois se conseguiu efetuar os cortes das plantas em um curto tempo e com eficiência.

No primeiro objetivo, foram levantadas as características técnicas e operacionais da plataforma, do reservatório, da bomba, do acionador e da própria válvula, também foram verificadas as especificações técnicas para definição da corrente do fusível e da corrente de funcionamento da botoeira.

No segundo objetivo foram identificadas as principais características que a adaptação teria que possuir para poder funcionar conforme o projeto.

No terceiro objetivo, foram efetuados o planejamento e a organização para as montagens necessárias para o funcionamento do equipamento. As partes hidráulicas e elétricas foram devidamente montadas e testadas.

Como quarto e último objetivo, depois de montada e testada na oficina, o equipamento foi levado a campo para realização dos testes operacionais, que se mostraram com bons resultados.

Uma das premissas do profissional de Tecnologia em Manutenção Industrial é de que desenvolva competências para projetar, especificar, implantar e testar mudanças em equipamentos eletromecânicos, hidráulicos e elétricos. A adaptação descrita neste trabalho apresenta características correlatas a grande parte das disciplinas vistas durante o curso.

Como proposta de continuidade deste trabalho, sugere-se a elaboração de um estudo sobre a viabilidade financeira, que comprove os resultados obtidos considerando os valores investidos e o tempo de retorno. Também se sugere um trabalho em que sejam realizados testes de esgotamento operacional da plataforma, considerando-se possíveis intervenções corretivas e preventivas. A ideia seria levantar o tempo de vida útil da plataforma a partir do momento em que é instalada para este fim. Esta proposta considera o fato da plataforma não ter sido projetada pelo fabricante especificamente para a função corte de massa verde (que

normalmente é mais pesada e causa desgastes maiores ao sistema).

Os testes operacionais realizados com o equipamento indicaram que a solução certamente gerará bons retornos para o agricultor que resolver nela investir. Portanto considera-se que a proposta atingiu seus objetivos plenamente.

## REFERÊNCIAS

BRAGA, Newton. **Como funciona o Motor de Corrente Contínua.** (ART476). Instituto Newton Braga. 2014. Disponível em < <http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/3414-art476a>>, acessado em 21/maio/2017.

CARDOSO, Esther Guimarães; SILVA, José Marques da. **Silos, Silagem e Ensilagem.** 1995. Disponível em: <http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD02.html>. Acesso em: 03 fev. 2016.

CERQUEIRA, Wagner de. **AGROPECUÁRIA.** Disponível em: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/agropecuaria-5.htm>. Acesso em: 21 abr.2017.

EMBRAPA. **A Cultura do Milheto.** Publicações Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 2008. Disponível em [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2008/folders/Fol\\_14.pdf](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2008/folders/Fol_14.pdf), acesso em 8/maio/2017.

FREITAS, Eduardo de. **A Importância da Agropecuária Brasileira.** Disponível em: <http://www.brasilecola.com/brasil/a-importancia-agropecuaria-brasileira.htm>. Acesso em 30 jan. 2016.

JANK, Marcos Sawaya; NASSAR, Andre Meloni, TACHINARDI, Maria Helena. Agronegócio e comércio exterior brasileiro. **REVISTA USP.** São Paulo, n.64, p. 14-27, dezembro/fevereiro 2004-2005.

JOHN DEERE. **Colheitadeiras e Plataformas.** Disponível em < [http://www.deere.com.br/pt\\_BR/products/equipment/grain\\_harvesters/platforms/platforms.page?>](http://www.deere.com.br/pt_BR/products/equipment/grain_harvesters/platforms/platforms.page?>) Acesso em 05/fev/2016.

JOHN DEERE. **FORAGEIRAS, feno e forragens.** Disponível em <[http://www.deere.com.br/pt\\_BR/products/equipment/hay\\_and\\_forrage/hay\\_and\\_forrage.page?>](http://www.deere.com.br/pt_BR/products/equipment/hay_and_forrage/hay_and_forrage.page?>) Acesso em 05/fev/2016.

LINSINGEN, Irlan Von. **Fundamentos de Sistemas Hidráulicos.** Florianópolis, SC. Editora UFSC, 2003.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Bombas e Instalações de Bombeamento**. Editora: LTC, edição: 2ª ed. 1997

MATTOS, E. E; FALCO, R. **Bombas Industriais**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998

MICHAEL, E.; SPILLARI, T.R. **Dimensionamento De uma transmissão Hidráulica para um protótipo** Baja Sae. Trabalho de Conclusão de Curso. Horizontina, 2013. Disponível em: [http://www.fahor.com.br/publicacoes/TFC/EngMec/2013/Mec\\_Evandro\\_Thiago.pdf](http://www.fahor.com.br/publicacoes/TFC/EngMec/2013/Mec_Evandro_Thiago.pdf), acessado em :30 abr.2017.

PEREIRA, Ricardo Gomes de Araújo et.al. **Processos de Ensilagem e Plantas a Ensilar**. Disponível em: [http://www.cpafrro.embrapa.br/media/arquivos/publicacoes/doc124\\_processosdeensilagem.pdf](http://www.cpafrro.embrapa.br/media/arquivos/publicacoes/doc124_processosdeensilagem.pdf). Acesso em: 03 fev. 2016.

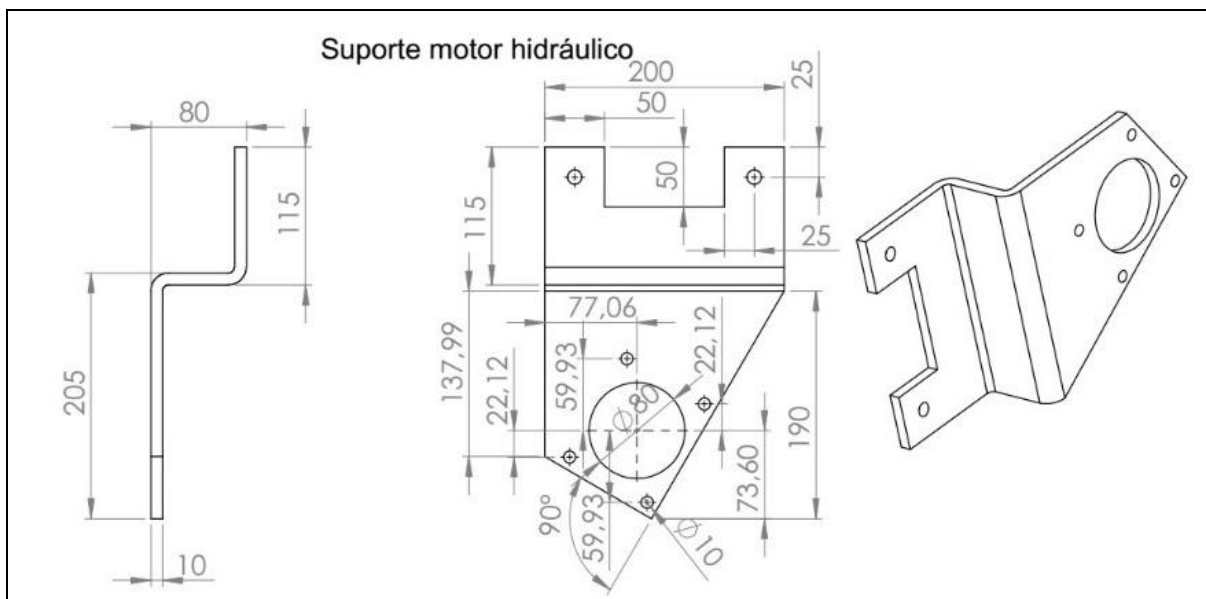
QUEIROZ, R.A.A. **Motores de Passo**. Unifacs Núcleo de Pesquisa em Redes de Computadores. Universidade Salvador – 2003. Disponível em <http://www.ppgel.ufsj.edu.br/uaisoccer/downloads/1272062510.pdf> . Acesso 29 de abril 2017.

UNIVAL VÁLVULAS E CONEXÕES. **Especificações de Válvulas**. 2015. Disponível em < <http://www.unival.com.br/produto/valvulas-industriais/valvula-globo/> > , acessado em 12/maio/2017.

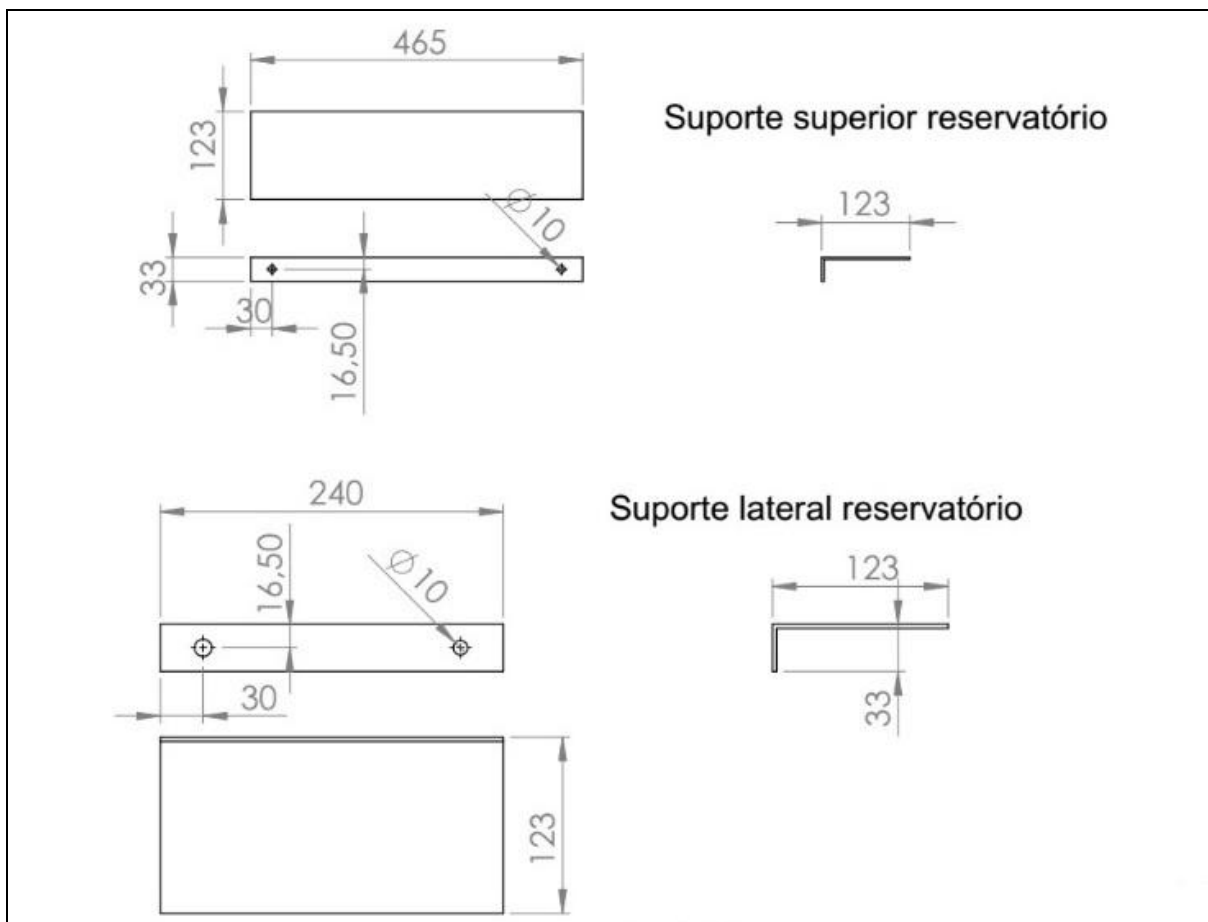


**APÊNDICE**

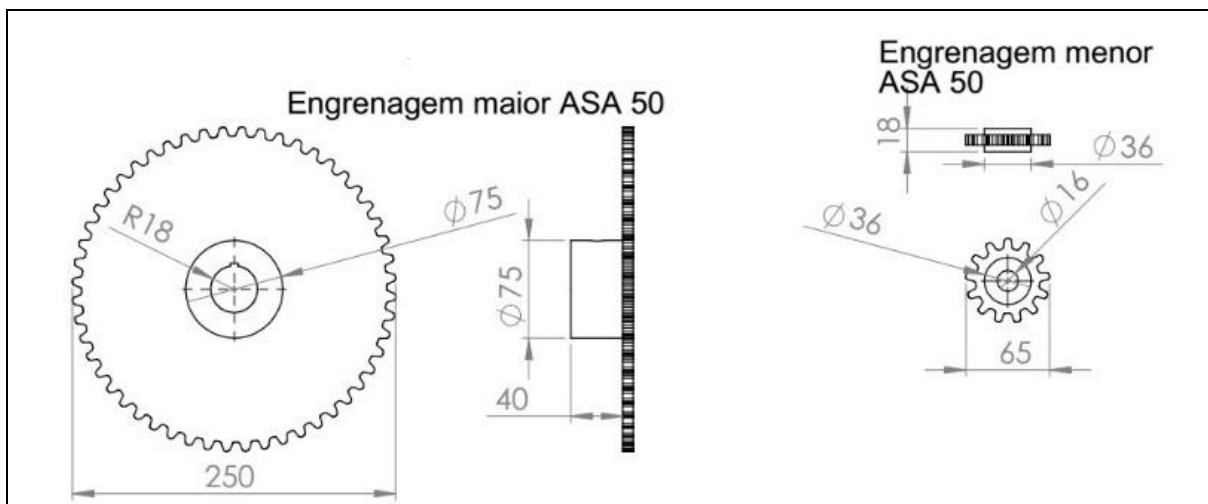
DESENHOS ESQUEMÁTICOS COM AS PEÇAS ELABORADAS PARA A MUDANÇA PROPOSTA.



**Detalhe do suporte do motor hidráulico da adaptação.**



Detalhe dos suportes dos reservatórios usados na adaptação.



Detalhe das engrenagens usadas na adaptação.