

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

DIOGO MARCELO LOCKS
SANDRO CONTI

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO PARA
REFILAR PEÇAS MOVELEIRAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2016

DIOGO MARCELO LOCKS

SANDRO CONTI

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO PARA REFILAR PEÇAS MOVELEIRAS

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado a disciplina de Trabalho de Diplomação, do curso superior de Tecnologia em Manutenção Industrial, como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Medianeira.

Orientador: Me. Anderson Miguel Lenz

Coorientador: Me. Neron Alípio Berghauser

MEDIANEIRA

2016



TERMO DE APROVAÇÃO

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO PARA REFILAR PEÇAS MOVELEIRAS

Por
Diogo Marcelo Locks
Sandro Conti

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 18hs 40min do dia 01 de Dezembro de 2016 como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. Os candidatos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof. Me. Anderson Miguel Lenz
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Orientador)

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

Prof. Me. Ivair Marchetti
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Convidado)

Prof. Me. Yuri Ferruzzi
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Convidado)

Prof. Me. Paulo Job Brenneisen
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Resp. pelas atividades de Tcc)

O Termo de Aprovação devidamente assinado deste documento, encontra-se na Coordenação do Curso no Câmpus Medianeira.

AGRADECIMENTOS

Aos nossos pais Mario/Ines e Alexandre/Ida, pelo incentivo constante nos meus estudos.

Ao nosso professor orientador Anderson Miguel Lenz, e ao nosso professor coorientador Neron Alípio Berghauser pelo auxílio prestado durante o desenvolvimento desse trabalho. Também a todos os professores que de uma forma ou de outra contribuíram com o seu conhecimento ao longo da faculdade.

Aos nossos ex-colegas de faculdade e companheiros de trabalho, pela troca de conhecimentos e pela convivência.

RESUMO

LOCKS, Diogo Marcelo; CONTI, Sandro. **Desenvolvimento de um Sistema Automatizado para Refilar Peças Moveleiras**, 2016. 48 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnologia em Manutenção Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2016.

Atualmente o setor da indústria tem diversos obstáculos, para manter-se no mercado altamente competitivo, contando desde a produção até mesmo a entrega de produtos ou serviços. Um dos fatores de relevância está no planejamento e desenvolvimento de projetos que viabilizem melhoria nos processos de fabricação, rapidez e eficiência na entrega dos mesmos e também a redução de gastos com matéria prima e mão de obra. O presente trabalho apresenta a idealização e execução de um sistema automatizado para refilar peças moveleiras, com intuito de agilizar o processo, aumentar a precisão, diminuir o tempo gasto do operador, ocasionando um ganho de produção e uma diminuição no custo com fitas de bordas. Foi desenvolvido um quadro de fácil acesso para o operador equipado com um botão de emergência, para proteção do equipamento, foi instalado um inversor de frequência para regular a velocidade do motorreductor, proporcionando um melhor acabamento para o material.

Palavras Chave: Sistema Automatizado. Indústria Moveleira. Refiladeira de Bordas.

ABSTRACT

LOCKS, Diogo Marcelo; CONTI, Sandro. **Development of an Automated System to Refill Mobile Parts**, 2016. 48 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnologia em Manutenção Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2016.

Currently the industry sector has several obstacles, to remain in the highly competitive market, from production to delivery of products or services. One of the factors of relevance is in the planning and development of projects that allow improvement in manufacturing processes, speed and efficiency in the delivery of them and also the reduction of expenses with raw material and labor. The present work presents the idealization and execution of an automated system to refine furniture pieces, in order to streamline the process, increase the precision, reduce the time spent by the operator, resulting in a production gain and a decrease in cost with edge ribbons. It was developed an easy access for the operator equipped with an emergency button, to protect the equipment, a frequency inverter was installed to regulate the speed of the gearmotor, providing a better finish for the material.

Keywords: Automated System. Furniture industry. Edge Reefer.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Detalhe de um motorreductor Modelo GS51	16
Figura 2: Vista geral do sistema de corte para preparo da fita de borda.....	20
Figura 3: Vista explodida da máquina	21
Figura 4: Detalhe da estrutura da base com suas dimensões	22
Figura 5: Detalhe da estrutura base da máquina.....	23
Figura 6: Detalhe do eixo de sustentação dos rolos	24
Figura 7: Detalhe da fixação do anel externo	25
Figura 8: Detalhe dos rolos de alimentação e tração	26
Figura 9: Detalhe do suporte da caixa redutora.....	27
Figura 10: Detalhe do dispositivo de corte	28
Figura 11: Detalhe do fuso regulador de largura da fita.....	29
Figura 12: Detalhe do dispositivo com indicação da medida da fita.....	29
Figura 13: Detalhe dos cutelos A e B.....	30
Figura 14: Detalhe das chapas de trabalho.....	31
Figura 15: Detalhe do diagrama de força e comando.....	32
Figura 16: Detalhe do quadro de força e comando.....	33
Figura 17: Inversor de frequência utilizado.....	34
Figura 18: Detalhe do equipamento montado	36
Figura 19: Detalhe das condições de trabalho anteriores à implantação do projeto	39
Figura 20: Detalhe do equipamento após sua montagem final	40

LISTA DE QUADROS E TABELAS

QUADRO1: Lista dos componentes do quadro de força e comando 38

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

A	Ampére
V	Volts
W	watts
MDF	Medium-density fiberboard
L.E.R.	Lesão por Esforço Repetitivo
mm	Milímetros
cm	Centímetros
CV	Cavalovapor
Kg	Quilograma
PVC	Cloreto de polivinila
DIN	Instituto Alemão para Normatização

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivos Específicos	12
1.2 A IMPORTÂNCIA DO TRABALHO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 AUTOMAÇÃO E MANUTENÇÃO: FUNDAMENTOS	14
2.2 MOTORREDUTOR	15
2.3 INVERSOR DE FREQUÊNCIA	16
3 EMPRESA	18
3.1 CONCEITO DE FITA DE BORDA EM MOBILIÁRIOS	18
3.2 CONCEITO DE COLADEIRA DE BORDA EM PRODUÇÃO MOVELEIRA	19
3.3 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA DO EQUIPAMENTO	19
4 ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DO PROTÓTIPO	21
4.1 PROJETO MECÂNICO	21
4.1.1 Estrutura da Base da Máquina	22
4.1.2 Desenvolvimento dos Rolos de Alimentação e Tração	23
4.1.3 Suporte Caixa Redutora e Regulagem da Correia	26
4.1.4 Suporte Dispositivo de Corte e Regulagem da Largura da Fita	27
4.1.5 Chapas de Trabalho	30
4.2 DESCRIÇÃO DO COMANDO ELÉTRICO	31
4.2.1 Inversor de Frequência Utilizado	33
4.2.2 Motorreductor utilizado	34
4.3 DADOS TÉCNICOS DO EQUIPAMENTO MONTADO	35
5 DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO E FUNCIONAMENTO DA MÁQUINA	37
5.1 FUNCIONAMENTO DA MÁQUINA	37
5.2 LISTA DOS COMPONENTES UTILIZADOS E PREÇOS	38
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS	42
APÊNDICE	43

1 INTRODUÇÃO

A crescente competitividade entre as empresas e a necessidade de melhorias contínuas dos processos produtivos foram fatores de grande influência para os avanços ocorridos no desenvolvimento da manutenção industrial, buscando a otimização no desempenho dos equipamentos. Atualmente, a manutenção não serve apenas para a correção de falhas em equipamentos, mas está inserida como uma função estratégica nas empresas e que vem ganhando relevância ao longo do tempo.

As organizações do setor produtivo têm incorporado aos seus processos, novas tecnologias que propiciam vantagens fundamentais, tais como redução de custos, diminuição do tempo de produção ou execução dos serviços, padronização e simplificação dos processos. À medida que essas mudanças passaram a fazer parte das organizações, o perfil e conhecimento dos profissionais que atuam em sua operação e manutenção também tem sido objeto de maiores exigências, seja em qualificação, conhecimento técnico ou experiências que garantam sua adequação a esse exigente mercado de trabalho.

No setor moveleiro, esta realidade parece ser mais evidente, visto a carência de estudos que proporcionem melhorias aos processos de produção com vistas à redução de custos e tempos e conseqüente aumento na eficiência global.

O protótipo apresentado neste trabalho refere-se a uma proposta de melhoria no acabamento das bordas de peças de móveis. Da forma com que esta tarefa é feita na empresa em estudo, ocorrem perdas consideráveis tanto de matéria prima quanto de tempo de produção, visto tratar-se de um processo feito à mão. Trate-se, portanto, de um projeto de automatização de um procedimento industrial que trará resultados positivos para a empresa, pois é realizado cotidianamente e representa uma ótima oportunidade melhorar seus indicadores de produtividade.

1.1 OBJETIVOS

Para o presente projeto elaborou-se os seguintes objetivos, geral e específicos:

1.1.1 Objetivo Geral

Elaborar e realizar um protótipo de melhoria para uma máquina de refilamento de fitas de bordas para móveis em madeira e similares. A ideia básica consiste em desenvolver um equipamento que funcione por meio de dois rolos, um de entrada e um de saída, em que um motorreductor puxa a fita e ao mesmo tempo a enrola novamente após o corte. Procura-se, com isto, fazer com que o operador apenas alimente o equipamento e regule a largura desejada para a fita, com intuito de agilizar o processo, aumentar a precisão, diminuir o tempo gasto do operador, ocasionando um ganho de produção e uma diminuição no custo com fitas de bordas.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Elaborar o projeto mecânico e elétrico do novo sistema de refilamento de bordas;
- b) Levantar material necessário para a implantação planejada;
- c) Realizar o projeto por meio da instalação de um sistema de motorreductor para tracionamento da fita acionado por botoeiras;

1.2 A IMPORTÂNCIA DO TRABALHO

A importância do desenvolvimento deste projeto está no fato de permitir aos acadêmicos a ampliação de seus saberes técnicos em áreas específicas da Tecnologia em Manutenção Industrial, exercitando conhecimentos específicos de automação, manutenção, instalações elétricas, gestão de empreendimentos, etc.

O operador da máquina de preparo da fita de borda, normalmente desperdiça grande tempo e matéria prima todas as vezes que trabalha neste equipamento. Isto ocorre principalmente porque, após finalizar o corte conforme as dimensões necessárias para o acabamento da peça, é necessário enrolar novamente toda a fita para armazenamento em local limpo e seguro. Como comentado anteriormente, os rolos novos possuem comprimento de 50m de fita e são de difícil operação porque eles tendem a se desenrolar facilmente devido a característica do material. Salienta-se ainda que ocorrem perdas de material porque frequentemente, como o corte é feito manual, e não há uma regulagem apropriada, o corte sai desalinhado ocasionando um mal acabamento na largura e um grande desperdício de material.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 AUTOMAÇÃO E MANUTENÇÃO: FUNDAMENTOS

Segundo Capelli (2008), a indústria evoluiu para células automatizadas, cujos sistemas compartilhavam a informação, uma nova realidade que vem com a integração da operação industrial. Esse sistema abrange desde o nível de chão de fábrica (sensores e atuadores) até o controle de processo, tudo interligado nas diversas redes industriais.

A integração dos sistemas é uma preocupação de grande parte dos profissionais da área. Muitas associações técnicas normativas foram criadas para propor soluções padronizadas para a comunicação e troca de dados entre equipamento de diferentes fabricantes.

Nos ambientes industriais, de uma maneira geral, tendo em vista a necessidade de aperfeiçoar os processos de produção, surge a necessidade de executar a engenharia de manutenção em máquinas e equipamentos de modo geral, visando sempre a criação de um processo industrial de produtos com maior qualidade.

Essa evolução, conforme afirma Capelli (2008, p.18) traz inúmeros benefícios para o processo produtivo direta e indiretamente, tais como:

- a) Maior produtividade;
- b) Otimização de espaço nas fábricas;
- c) Melhora da qualidade do produto final;
- d) Baixo MTTR (tempo máquina parada);
- e) Maior segurança para os operadores;
- f) Menor consumo de energia elétrica;
- g) Redução de refugos.

O efeito do processo de automação sobre a ocupação de mão-de-obra tem sido significativa e muitas vezes, erroneamente julgada como negativa. Até meados do ano de 2001, a automação e o incremento da produtividade reduziram o percentual de funcionários que desempenham funções de trabalho tradicionais. No entanto, a

demanda competitiva aumentou o número do pessoal técnico que desempenha funções analíticas: engenharia, marketing, gerenciamento e administração.

Mesmo os indivíduos ligados diretamente a produção e a prestação de serviços são valorizados por suas sugestões para melhorar a qualidade, reduzir custos e diminuir ciclos.

2.2 MOTORREDUTOR

Andrade (2000) define que o motorreductor é um conjunto constituído por motor elétrico e um sistema de engrenagens para se promover a redução de velocidades deste motor. Este tipo de equipamento pode ser utilizado em diversas aplicações, desde sistemas mecânicos industriais até dispositivos usados no cotidiano de edifícios, parques de diversão etc. O mesmo autor ainda comenta que o motorreductor é um dispositivo industrial que tem o objetivo de fornecer movimentos rotativos (rpm) diversificados e ainda o diferencial de apresentar uma força torque mais elevada (Nm).

Na Figura 1 é possível ver um modelo de motorreductor proposto por Geremia (2016).

[...] um conjunto de eixos com engrenagens cilíndricas de dentes retos, helicoidais, cônicas ou somente com uma coroa com parafuso sem fim, que tem como função reduzir a velocidade de rotação do sistema de acionamento do equipamento. Conseqüentemente com a redução da velocidade tem-se um aumento significativa no torque transmitido.



Figura 1: Detalhe de um motorreductor Modelo GS51
Fonte: Geremia (2016)

2.3 INVERSOR DE FREQUÊNCIA

Os inversores ou conversores de frequência, conforme afirmam Segundo e Rodrigues (2015) são equipamentos eletroeletrônicos que têm a função de converter a tensão de rede (na forma alternada e senoidal - AC) em tensão contínua (DC) para somente depois, converterem novamente em uma tensão alternada mas de amplitude e frequência variáveis. Os mesmos autores lembram que este tipo de equipamento também tem configuração de apenas transformar a tensão contínua obtida de baterias ou outras fontes em tensão alternada de tensão e frequência variadas.

Para a realização deste trabalho, foi necessário o uso de um inversor que promovesse o controle de velocidade de um motorreductor que foi usado no equipamento projetado. Andrade (2000), comenta que a velocidade de rotação de um motor de indução depende diretamente da frequência da tensão que o alimenta, ou seja, quanto maior a frequência, maior a rotação e vice-versa. Por isso, se um motor for alimentado por um inversor de frequência, a velocidade de saída do eixo pode ser controlada, com a variação de frequência feita pelo inversor. Conforme defendem

Segundo e Rodrigues (2015), a frequência de operação de um inversor característico é normalmente entre 0,5 e 400Hz, isso pode variar conforme modelo e marca.

3 EMPRESA

Em 1977, a empresa estudada iniciou suas atividades fabricando móveis residenciais sob encomenda. Cinco anos depois, ingressou no mercado hoteleiro, onde se especializou e se destacou ao longo dos anos.

Por sua qualidade, agilidade e compromisso com prazos, a empresa conquistou espaço nesse mercado, atendendo aos principais hotéis de alto padrão no Brasil. Em 1994, passou a atuar também no mercado norte-americano de móveis de jardim. Onde também realizou alguns empreendimentos hoteleiros.

A partir de 2015, com todo o *know how* que adquiriu ao longo dos anos, a empresa estudada passou a atender às necessidades de seus clientes em relação à qualidade, prazos e logística de entrega. Instalada em um parque industrial de 15.000 m², na cidade de Medianeira, Paraná, a fábrica está instalada em um polo de mão-de-obra qualificada e altamente especializada na fabricação de mobiliário, o que qualifica o processo produtivo.

Através de muito esforço e dedicação ao que faz, a companhia estudada tornou-se a líder no mercado brasileiro de móveis sob encomenda para hotelaria, e segue constantemente aprimorando seus serviços para melhor satisfazer seus clientes e transformar projetos em realidade.

Dentre as obras já realizadas pela filial (hotelaria sob-medida) se destacam a montagem e perfeito acabamento dos hotéis Bank Boston, Copacabana Palace, Hotel das Cataratas e Clínica de Estética Beaux.

3.1 CONCEITO DE FITA DE BORDA EM MOBILIÁRIOS

As fitas de borda são indispensáveis na indústria moveleira, não só pelo seu aspecto funcional e ergonômico, mas também pela valorização estética que dão aos móveis. A fita de borda é uma solução para acabamentos nas bordas dos móveis que pode ser encontrada nos padrões unicolores ou madeirados. Para a aplicação devem-se utilizar equipamentos apropriados como coladeira de bordas.

A aplicação da fita de borda é importante, além de fazer parte da arte decorativa

do móvel, sob o ponto de vista técnico o seu uso é obrigatório para proteger os painéis dos impactos laterais e da umidade.

3.2 CONCEITO DE COLADEIRA DE BORDA EM PRODUÇÃO MOVELEIRA

Em um sistema de produção moveleiro a máquina coladeira de borda é um equipamento responsável por realizar a colagem das bordas nas peças, por isso a necessidade de laminar as bordas com mais precisão para que não sobre muita borda nos cantos, assim a coladeira cola com mais eficiência e o acabamento fica de ótima qualidade, não deixando cantos vivos ou sem bordas.

Numa empresa moveleira que, presa por produtos de ótima qualidade, é indispensável a utilização de uma coladeira de bordas, para que os móveis fiquem com um bom acabamento.

3.3 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA DO EQUIPAMENTO

O equipamento em que se realizou a melhoria é responsável por recortar as fitas de bordas usadas em móveis variados fabricados pela empresa estudada. Estas fitas são utilizadas para dar acabamentos à grande parte das peças industrializadas na fábrica tais como como painéis, portas, armário, bancadas, etc.

Como a empresa em questão produz móveis planejados e em várias dimensões conforme a exigência dos clientes, para garantir um baixo custo e ao mesmo tempo a confiabilidade na produção, são comprados rolos de fita de bordas em larguras maiores, sendo necessário, então, recortá-las nas medidas desejadas, possibilitando a reutilização das sobras para outros móveis. Entretanto, isso somente poderá acontecer nos casos em que as larguras das fitas que sobraram sejam compatíveis com as dimensões das bordas dos móveis que estão sendo elaborados. O termo usado na indústria moveleira para as operações ligadas ao corte e colagem das fitas nas bordas dos móveis é refilamento, e as máquinas que realizam este trabalho são chamadas refiladeiras.

Para a realização do corte das fitas, os funcionários do setor produtivo da empresa estudada utilizam um estilete, fixado à uma bancada conforme pode ser vista na Figura 2. As fitas normalmente usadas pela empresa são adquiridas em rolos com 50m de comprimento, fato que gera dificuldades de uso racional desta matéria prima pois, para a ação de desembalar e soltar os rolos de fita ocorrem perdas do produto. A ação diária de abrir os rolos e puxar a fita para realizar o corte e armazenar as sobras de fitas para uso posterior, que poderá ter que passar por nova operação de corte, acaba por gerar prejuízos, atrasos e gastos financeiros à empresa.

O propósito deste estudo foi de realizar um projeto de automatização da mesa de corte das fitas de bordas dos móveis, garantindo ao mesmo tempo o fornecimento das bordas em comprimento e largura desejados pelo operador do equipamento e com a garantia e segurança, sem desperdícios adicionais ao processo.

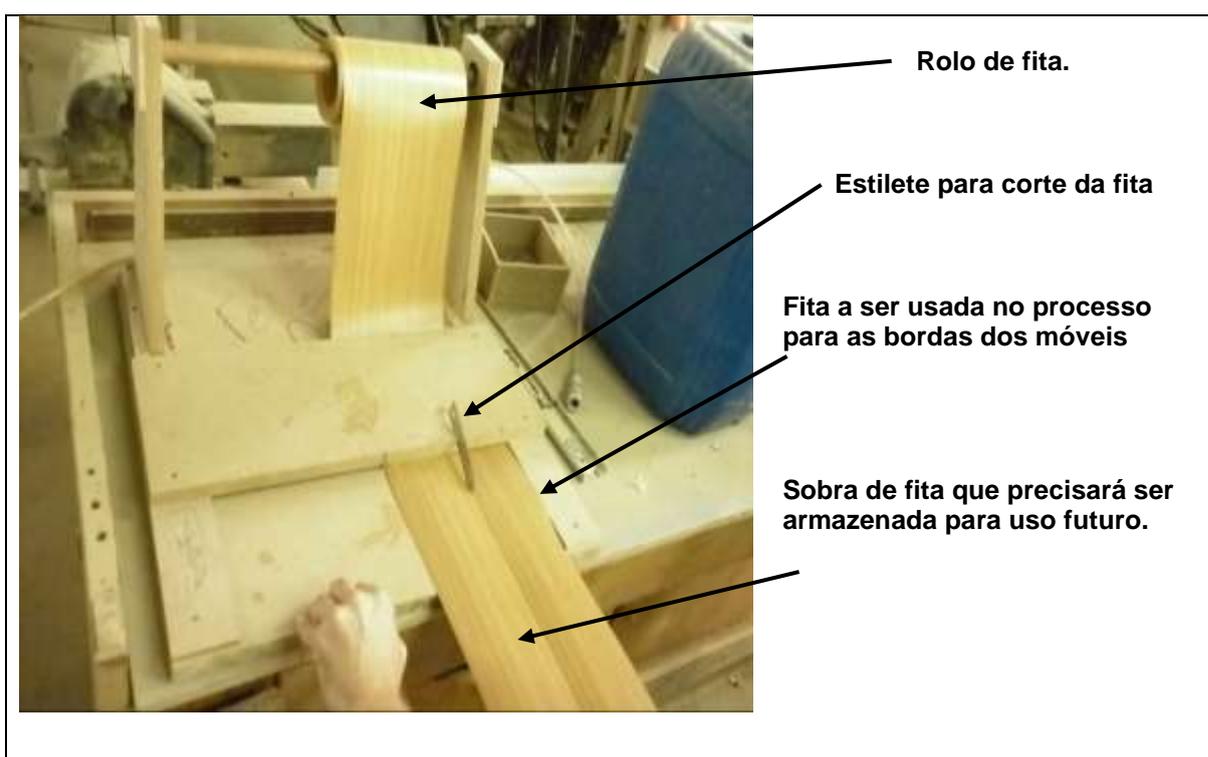


Figura 2: Vista geral do sistema de corte para preparo da fita de borda
Fonte: Os autores (2016)

4 ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DO PROTÓTIPO

4.1 PROJETO MECÂNICO

Um projeto de elaboração e execução de uma máquina busca, a partir da sua ideia, realizar a concepção da máquina, por isso, é de suma importância realizar um levantamento minucioso de como será elaborado e executado, a fim de atender as expectativas e necessidades de que a máquina irá suprir.

A seguir serão descritas as etapas de construção e desenvolvimento da máquina supracitada. Na Figura 3 é possível visualizar uma vista explodida da máquina com os componentes especificados. O detalhamento maior do projeto com as dimensões de todas as peças é apresentado em Apêndice.

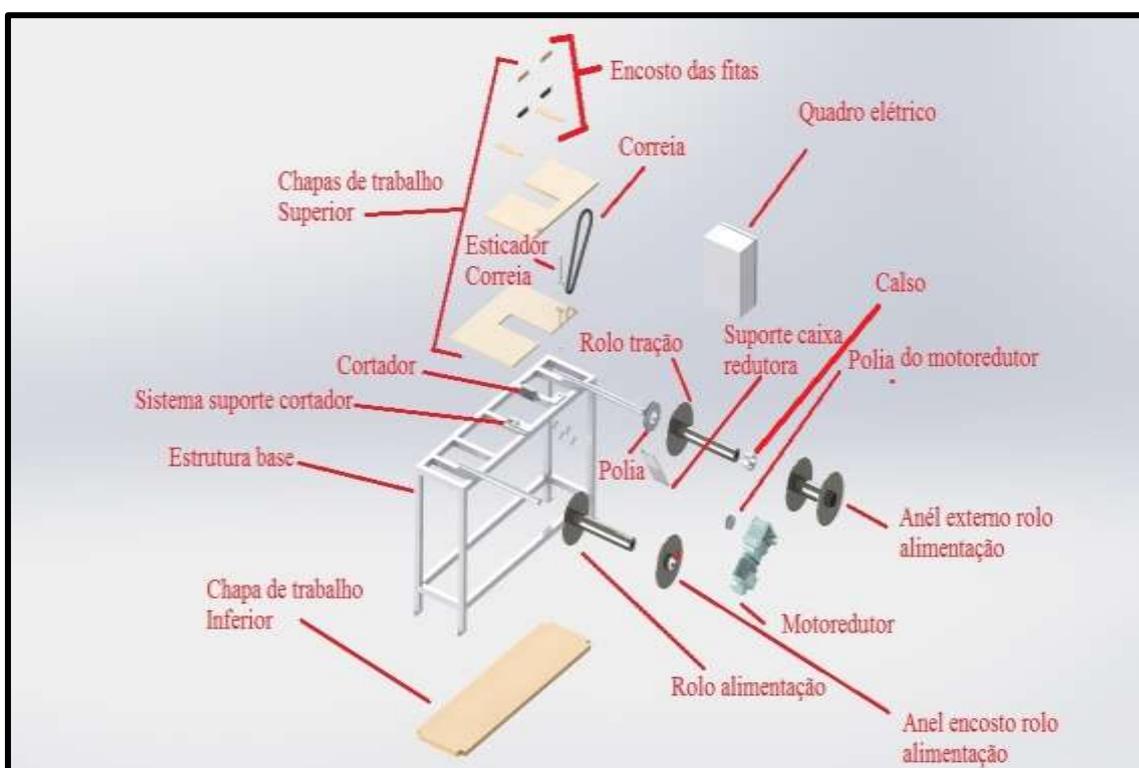


Figura 3: Vista explodida da máquina
Fonte: Os autores. (2016)

4.1.1 Estrutura da Base da Máquina

Na elaboração do protótipo, especificou-se que o equipamento deve apresentar a seguinte estrutura para a base: tubos de ferro quadrados 40mm de lados e 1,30mm de espessura, cortados por abrasivos em suas devidas dimensões, como pode ser visualizado na Figura 4. Para a montagem do conjunto da base da máquina, os tubos metálicos foram unidos pelo processo de soldagem MIG/MAG de modo a produzir no final a estrutura vista na Figura 5.

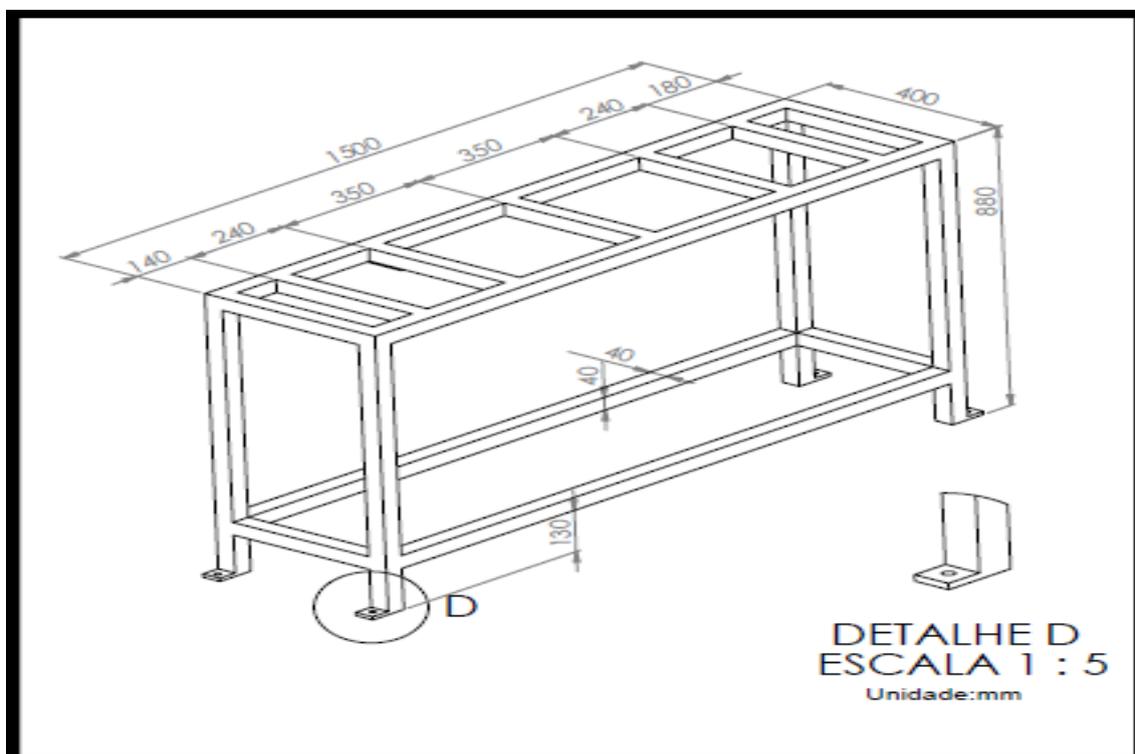


Figura 4: Detalhe da estrutura da base com suas dimensões
Fonte: Os autores. (2016)



Figura 5: Detalhe da estrutura base da máquina
Fonte: Os autores. (2016)

4.1.2 Desenvolvimento dos Rolos de Alimentação e Tração

Para a sustentação dos rolos de tração e alimentação, foram fixados por meio do processo de soldagem MIG/MAG, dois eixos de ferro maciço circulares com 20mm de raio e 660mm de comprimento, uma em cada lado da estrutura base, (como pode ser visualizado na Figura 6).

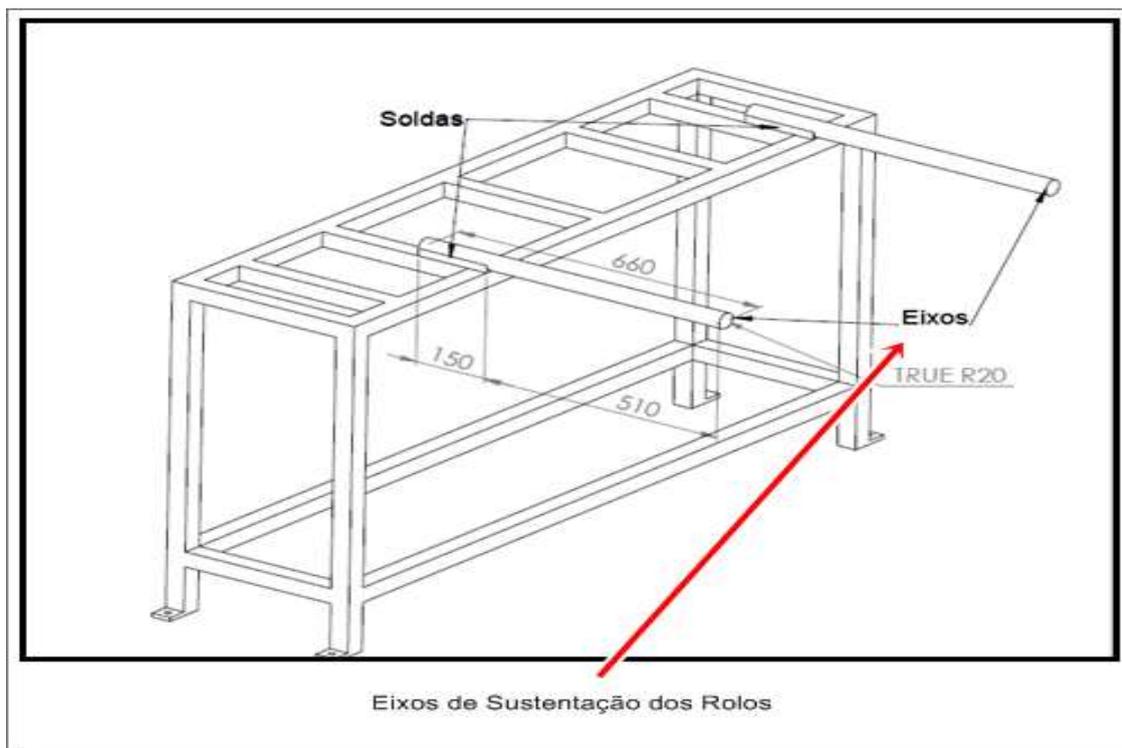


Figura 6: Detalhe do eixo de sustentação dos rolos
Fonte: Os autores. (2016)

O rolo de alimentação foi construído com um tubo circular de vão livre com 60mm de diâmetro e 510mm de comprimento, para que ele gire sobre o eixo de sustentação foram feitas buchas de nylon, assim o rolo de alimentação se move livremente. Nele foram colocados dois anéis de encosto um interno fixo no tubo e outro externo livre para que se possa retirar o mesmo para colocar as fitas na máquina, depois de alimentar o rolo com a fita a ser cortada, coloca-se o anel externo pressionando a fita entre os dois anéis, o anel externo é fixado no tubo por meio de um parafuso Allen 6 mm sem cabeça, como pode ser visualizado na Figura 7.



Figura 7: Detalhe da fixação do anel externo
Fonte: Os autores.

O rolo de tração também foi construído com um tubo circular de vão livre com 60mm de diâmetro e 500mm de comprimento, foram feitas buchas de nylon para que ele gire sobre o ferro de sustentação. Diferente do rolo de alimentação, o rolo de tração possui três anéis de encosto, (como pode ser visualizado na Figura 8). O primeiro na parte interna foi feito junto com uma polia para acoplá-la ao motorreductor por meio de uma correia do tipo A-30 para tracionar o mesmo.

O anel central foi alinhado com o anel interno do rolo de alimentação e fixado junto ao rolo de tração, já o anel externo é livre para que possa colocar calços da mesma largura da fita em que foi colocada no rolo de alimentação e também para que, após serem refiladas e enroladas, as fitas possam ser retiradas da máquina, tanto as que serão utilizadas quanto as sobras. Seguindo a mesma técnica descrita no item anterior, para a fixação do rolo de tração também foi utilizado um parafuso Allen 6mm sem cabeça.

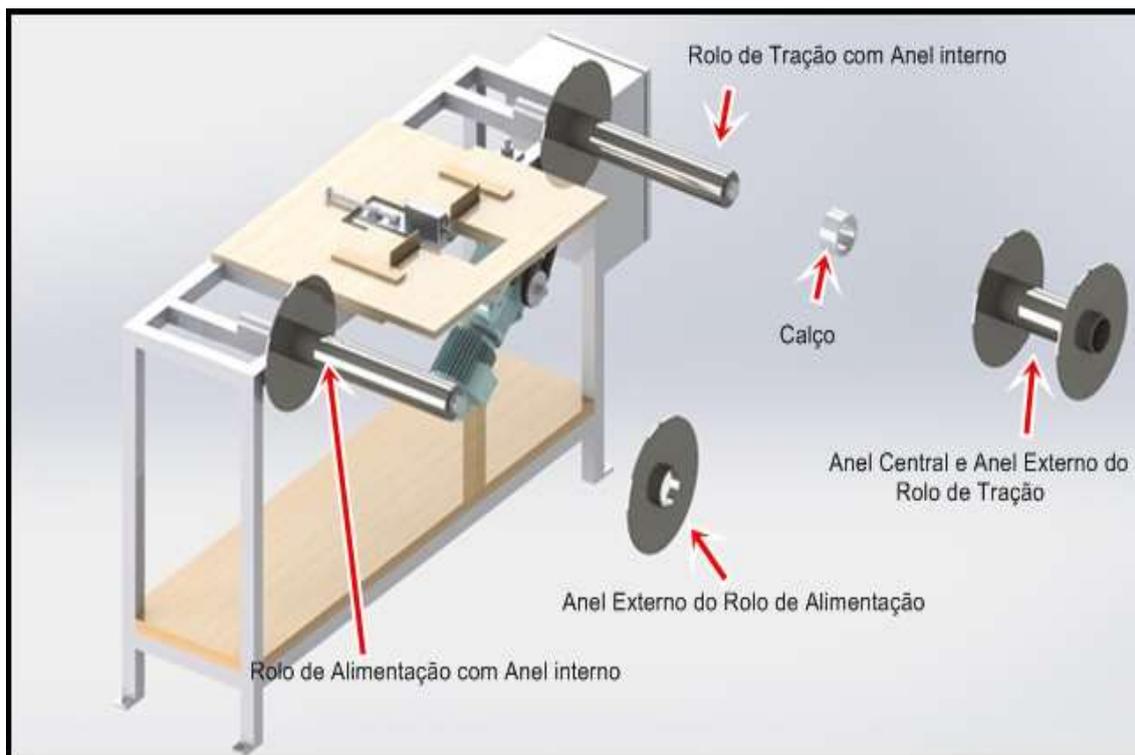


Figura 8: Detalhe dos rolos de alimentação e tração
Fonte: Os autores.

4.1.3 Suporte Caixa Redutora e Regulagem da Correia

O suporte foi construído com uma chapa de ferro com 200mm de largura x 300mm de comprimento x 5mm de espessura. A fixação desta peça à estrutura da máquina foi feita por meio de um pino móvel, podendo assim ajustar-se a tensão da correia que traciona o rolo de tração. Para fazer essa regulagem foi feito um sistema com um parafuso, (como pode ser visualizado na Figura 9), por meio do qual conseguiu-se chegar a tensão ideal da correia. No suporte foram feitos 4 furos de 10mm para fixação do motorreductor.

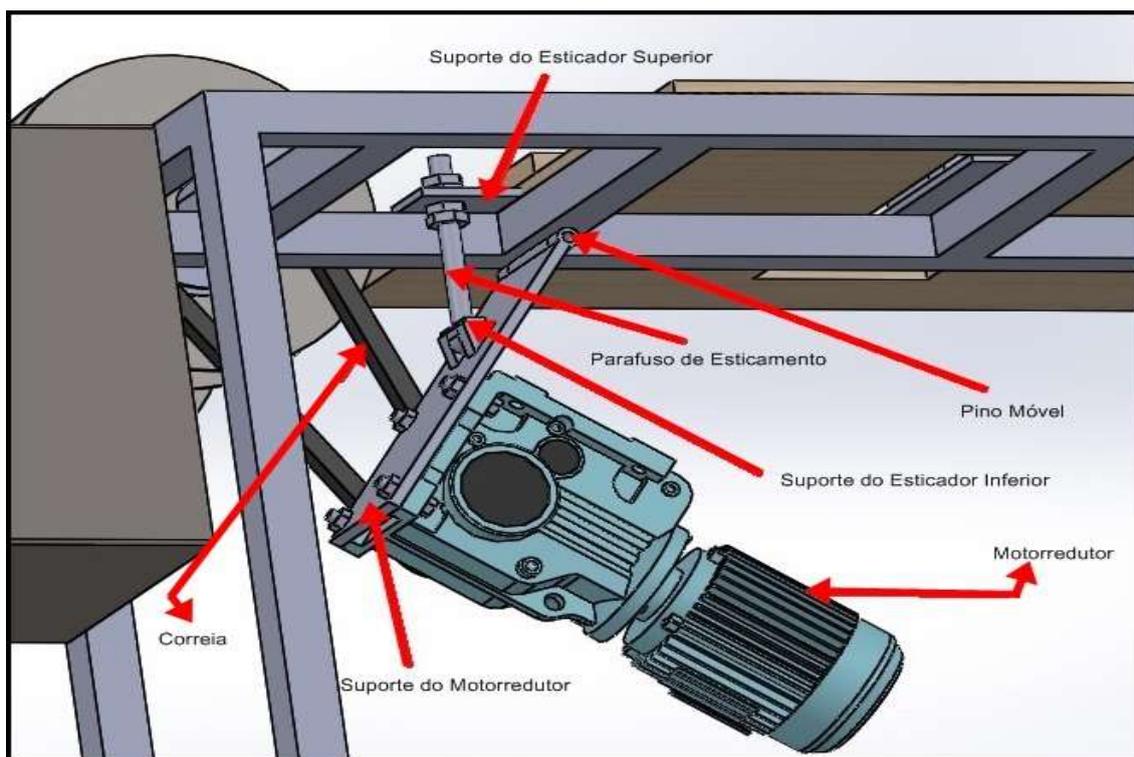


Figura 9: Detalhe do suporte da caixa redutora

Fonte: Os autores.

4.1.4 Suporte Dispositivo de Corte e Regulagem da Largura da Fita

O suporte do dispositivo de corte foi construído com uma chapa de ferro com 100mm de largura x 300mm de comprimento x 5mm de espessura. Sua fixação foi feita através de soldagem na estrutura base da máquina, nesta chapa foi desenvolvido um trilho, no qual o dispositivo de corte possa deslizar facilmente para regulagem da largura de corte.

Para a regulagem da largura das fitas a serem cortadas, foi desenvolvido um fuso, ele foi feito com uma barra roscada 12mm, numa das extremidades da mesma foi feito um encaixe em que é colocado no dispositivo de corte e fixado através de um pino. Na outra extremidade da barra roscada foi colocada uma porca sextavada 12mm e soldada para fazer o ajuste, para que o fuso possa ser regulado foi fixado um guia com rosca 12mm na estrutura base da máquina, (como pode ser visualizada na Figura 10).

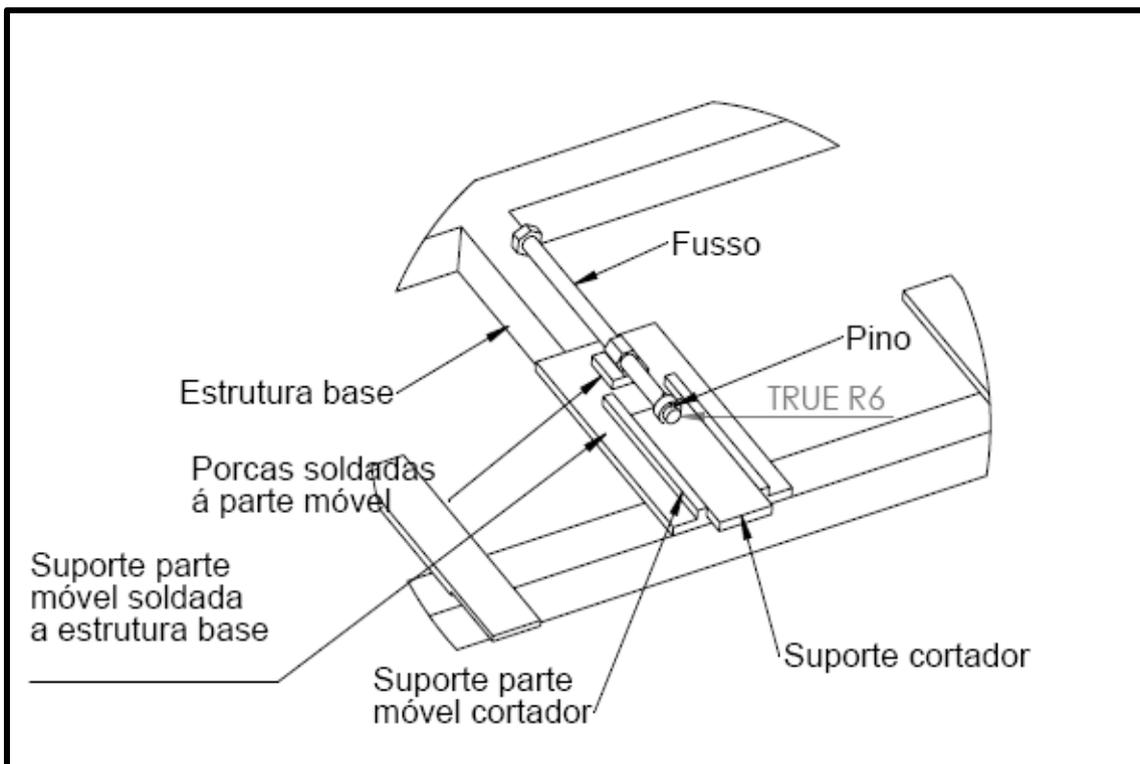


Figura 10: Detalhe do dispositivo de corte

Fonte: Os autores.

Este fusso é de fácil manuseio, (conforme pode ser visto na Figura 11), para que o operador obtenha um ajuste mais prático e preciso da largura de corte desejada para a fita. Para isso o dispositivo possui uma régua graduada de fácil acesso do operador (conforme pode ser visto na Figura 12) cuja sua precisão é micrométrica, com isso diminuem-se os gastos, pois o corte fica mais preciso causando menos desperdício de material.

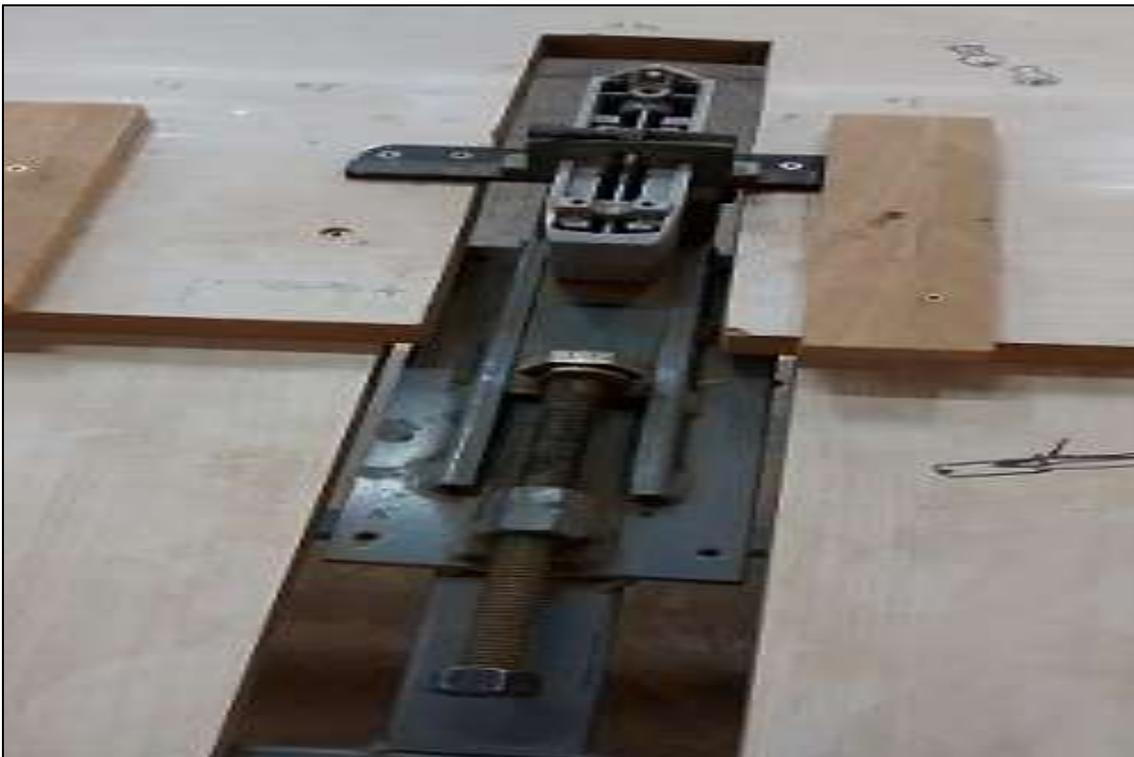


Figura 11: Detalhe do fuso regulador de largura da fita
Fonte: Os autores.



Figura 12: Detalhe do dispositivo com indicação da medida da fita
Fonte: Os autores

O corte da fita utilizada para acabamento dos móveis, ocorre por meio de fricção entre os cutelos A e B. Na Figura 13, destacou-se a disposição destes componentes.

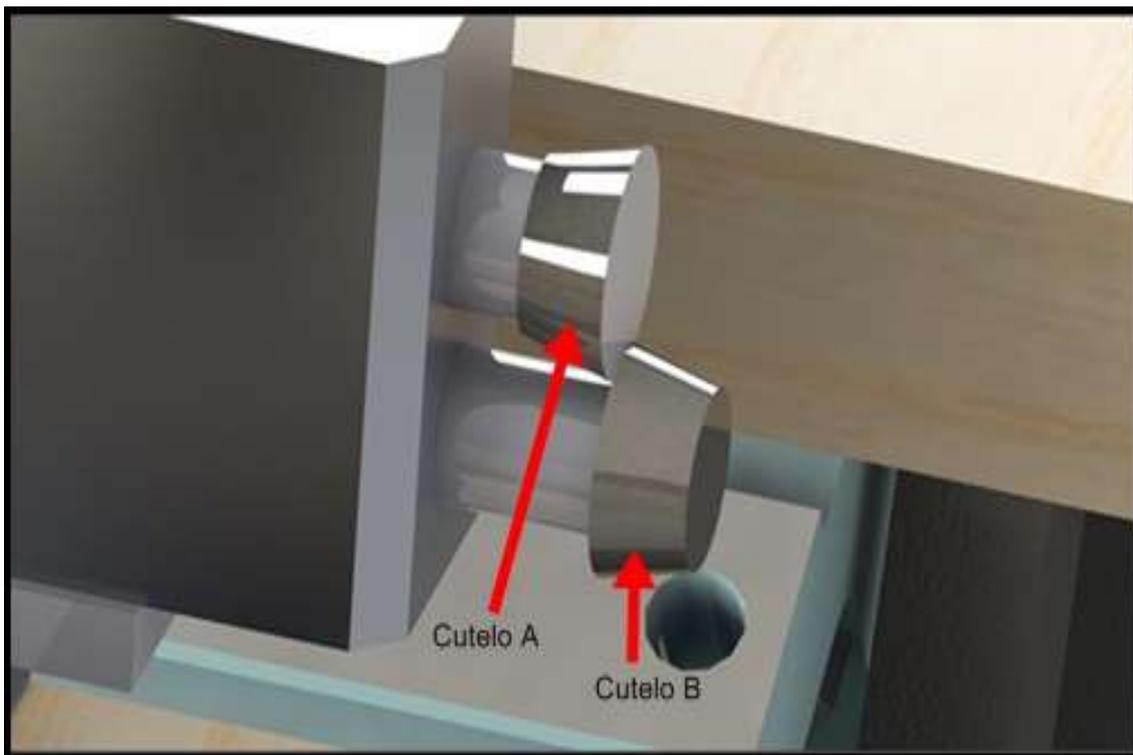


Figura 13: Detalhe dos cutelos A e B
Fonte: Os autores.

4.1.5 Chapas de Trabalho

Nesta máquina existem duas chapas de trabalho uma inferior e outra superior, ambas foram feitas em MDF, (como pode ser visualizada na Figura 14).

A chapa superior é onde a fita de borda passa para ser refilada, nela possuem dois guias para que as fitas não fiquem desalinhadas e possam sair com um corte mais preciso, visualizado também na Figura 3.

A chapa inferior foi desenvolvida com intuito de armazenar as fitas, ou seja, serve para organizar o estoque.

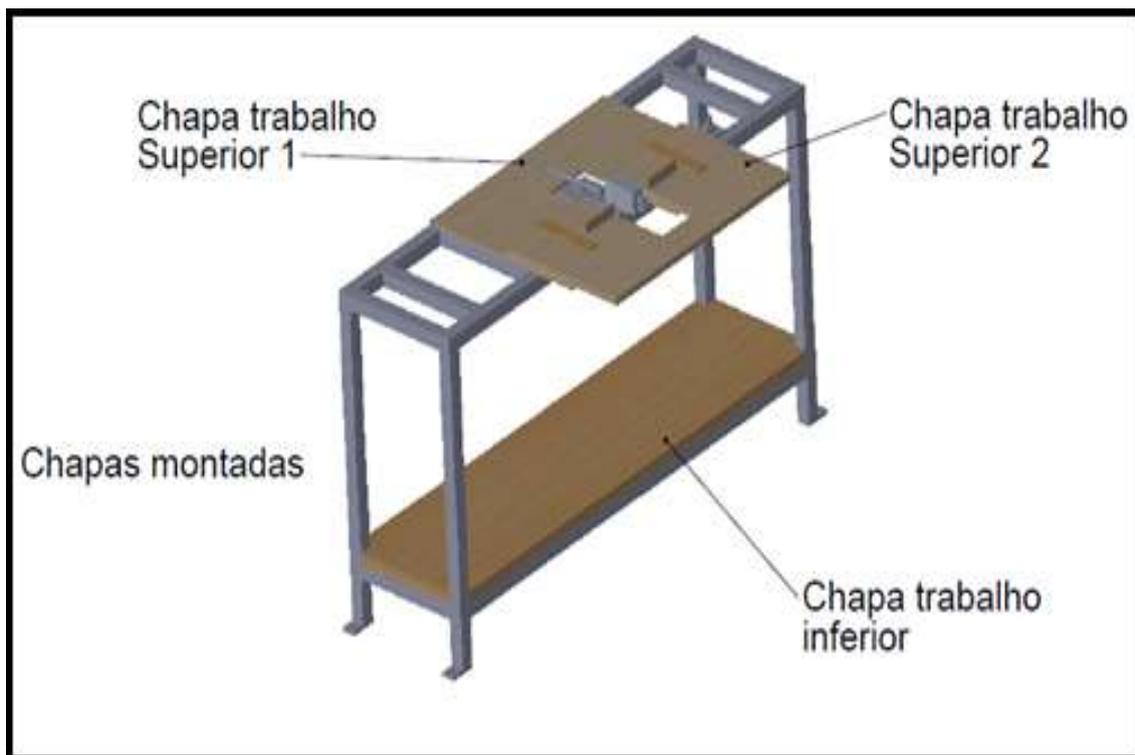


Figura 14: Detalhe das chapas de trabalho

Fonte: Os autores.

4.2 DESCRIÇÃO DO COMANDO ELÉTRICO

Para o desenvolvimento da máquina, foi montado um quadro elétrico, no qual se encontra parte da força e comando que aciona o motor para o devido funcionamento, conforme o diagrama de comando e o de força, (como pode ser visualizada na Figura 15).

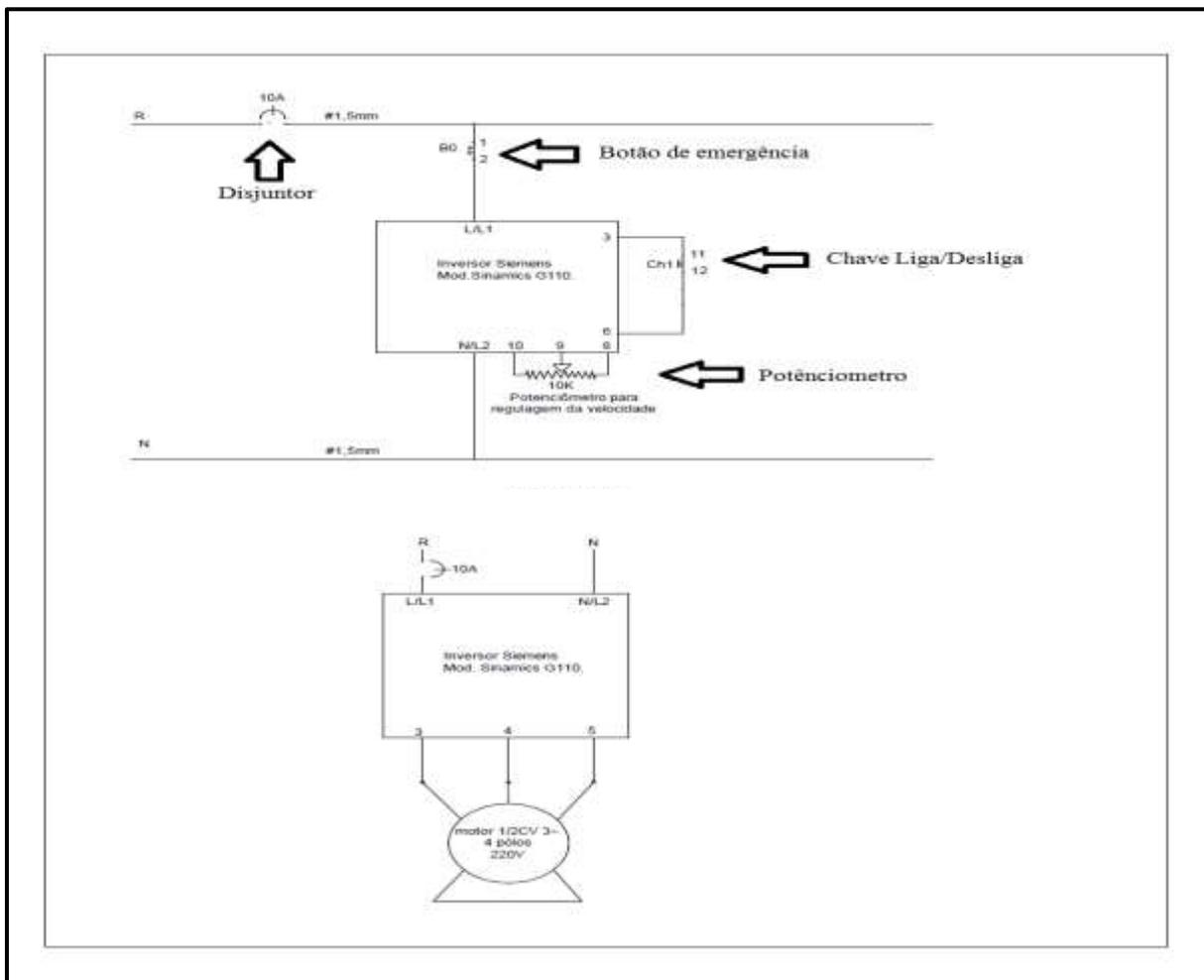


Figura 15: Detalhe do diagrama de força e comando
Fonte: Os autores.

No quadro foi instalado um inversor de frequência, que irá ajustar a velocidade do motorreductor. Foi instalado também um disjuntor monopolar de 10A, para proteger contra sobrecarga.

A parte de comando elétrico possui as seguintes finalidades operacionais:

a) Ligar e desligar o motor principal, que é acionado por uma chave que envia sinal para o inversor de frequência 220V/60Hz;

b) Possibilitar o ajuste de velocidade do motorreductor por meio do ajuste do potenciômetro do inversor;

c) Acionar a parada de emergência por meio de uma botoeira do tipo cogumelo com contato NF;

Como já havia um quadro pré-montado, que não estava em uso, foi reutilizado o quadro e algumas peças que seria compatível com o projeto. A montagem final dos

dispositivos de força e comando pode ser visualizado na Figura 16.

O painel foi fixado com parafusos M5x30 e porcas M5, por meio de furos passantes.



Figura 16: Detalhe do quadro de força e comando
Fonte: Os autores

4.2.1 Inversor de Frequência Utilizado

Para o presente projeto foi utilizado um inversor da marca Siemens, modelo Sinamics G110, conforme pode ser visto na Figura 17. Este é utilizado para controlar a velocidade do motorreductor que move os rolos de alimentação.



Figura 17: Inversor de frequência utilizado
Fonte: Siemens (2016)

As especificações técnicas do inversor usado neste trabalho são:

- a) Modelo: Sinamics G110
- b) Tensão de alimentação: monofásica 200...240 V 50/60Hz
- c) Potência:0,37KW

Como o quadro de comando já estava sendo utilizado em outro equipamento, não foram necessárias muitas mudanças nas configurações do inversor.

Para o tracionamento correto das fitas, houve a necessidade de pré-ajustar a velocidade do motorreductor que é feita por meio do inversor de frequência. Este equipamento precisou ser configurado para ajuste externo de frequência através de potenciômetro instalado no painel frontal do quadro de comando.

4.2.2 Motorreductor utilizado

Como os rolos de alimentação são tracionados diretamente à polia, através de uma correia, optou-se pela utilização de um motorreductor. Para que não houvesse

danos às polias e fitas em casos de sobrevelocidade, proporcionando-se assim uma maior precisão do corte.

Como havia uma máquina que foi desativada na fábrica e não seria mais utilizada possuindo um motorreductor, a refiladeira foi projetada e as suas dimensões adaptadas com a finalidade de reaproveitar suas peças.

4.3 DADOS TÉCNICOS DO EQUIPAMENTO MONTADO

A seguir, são apresentados os dados técnicos do equipamento planejado para este trabalho e representados na Figura 18.

- a) Largura de corte: de 12 a 120 mm;
- b) Espessura de corte: até 2,0 mm para laminado/fórmica e 0,4 mm para bordas de PVC;
- c) Potência do Motor: 1/2 CV;
- d) Velocidade: Controlada por inversor de frequência;
- e) Peso: 40 kg;
- f) Construída com estrutura formada por barras quadradas de lados de 40 mm em aço soldado;
- g) Dois rolos confeccionados em ferro, sendo um deles instalado para acondicionar as fitas a ser refiladas e o outro para tracionar e enrolar depois de pronto;
- h) A parte de corte é composta por um fuso micrométrico para regular com precisão a largura da tira a ser cortada;
- i) Um sensor fim de curso, para que no momento em que acabe a fita, a máquina se desligue automaticamente.

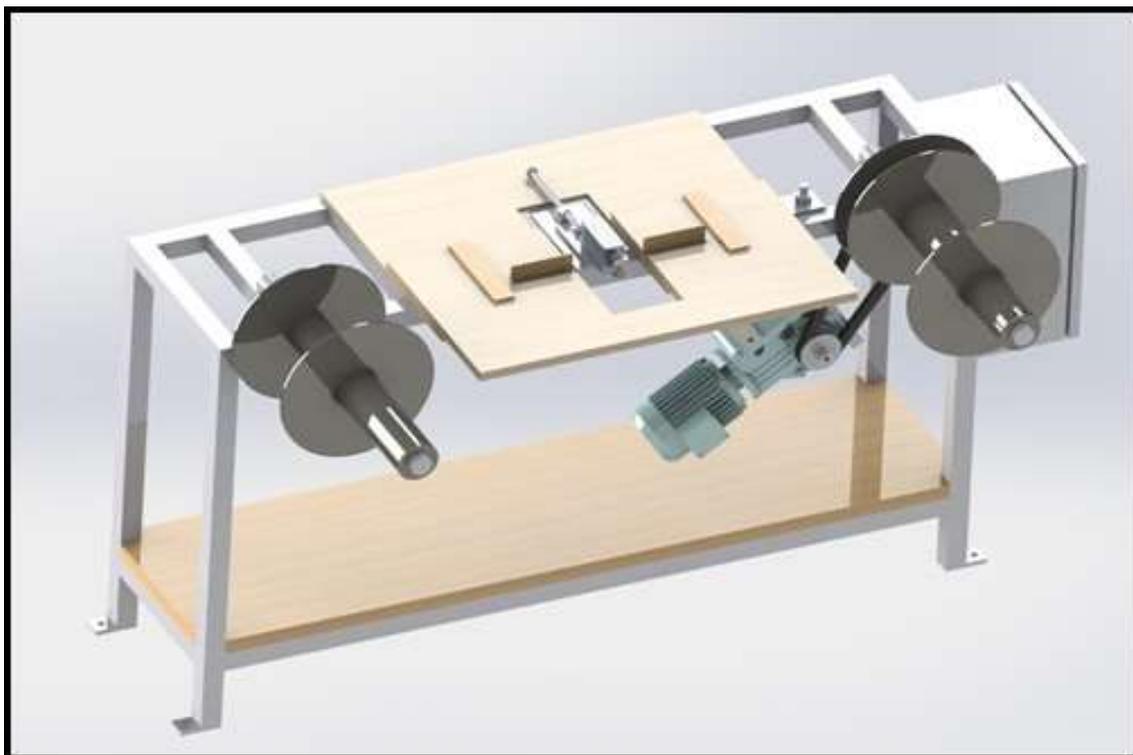


Figura 18: Detalhe do equipamento montado
Fonte: Os Autores

5 DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO E FUNCIONAMENTO DA MÁQUINA

Nesta seção apresenta-se um memorial descritivo contendo alguns passos que o operador terá de providenciar para alimentar a máquina, também se descreve alguns componentes utilizados para construção do presente projeto e seus custos.

5.1 FUNCIONAMENTO DA MÁQUINA

A parte de alimentação dos rolos da máquina é executada de forma manual, primeiramente o operador irá retirar o anel de encosto externo do rolo de alimentação e em seguida colocará a fita de borda a ser refilada, pressionando-a contra o anel de encosto interno e recolocando o anel externo para sustentar a fita para que ela se mova em linha reta.

O próximo passo é fazer a regulagem da largura da fita, para isso o operador ira movimentar o fuso, com uma chave catraca 17 mm ele gira no sentido horário para aumentar a largura de corte, ou gira no sentido anti-horário para diminuir a largura de corte, a medida a ser regulada é facilmente visualizada pelo operador. Após a regulagem concluída, ele pega a fita de borda e puxa-a passando pelos encostos que existem na chapa de trabalho superior, passando pelos cutelos e levando até o rolo de tração, lá ele colocará um calço da medida da fita de borda colocada no rolo de alimentação e ira prender a fita no rolo de tração, em seguida é só o operador ligar a máquina que o rolo já comece a puxar a fita e conseqüentemente cortando-a na largura desejada e enrolando-a novamente.

5.2 LISTA DOS COMPONENTES UTILIZADOS E PREÇOS

No Quadro 1 estão relacionados os componentes que foram utilizados para a montagem do quadro de comando, o mesmo possui a quantidade, descrição dos componentes e valor unitário.

Quantidade	Descrição dos componentes	Valor
01	Quadro de comando Cemar CE 500 x 400 x200	R\$150,00
01	Disjuntor monopolar 10 ^a	R\$7,00
01	Inversor de frequência Siemens G110CPM110AIN	R\$345,00
01	Trilho DIN 25 para fixação disjuntor	R\$12,00
01	Motor de indução trifásico 1/2CV Eberle	R\$200,00
01	Caixa redutora Flender redução 1/37	R\$270,00
01	Correia de transmissão A30	R\$20,00
01	Botão cogumelo trava vermelho 22 mm Schmersal	R\$15,00
01	Dispositivo de corte Virutex	R\$570,00
01	Elemento de contato 1NA 1NFTelemecanique	R\$10,00
01	Botão de comando duplo 3SA8 22mmSIEMENS	R\$15,00
01	Sinalizador XD8-2 Olho de Boi Vermelho 220VAC	R\$5,00
10m	Cabo flexível preto 1,5mm ²	R\$35,00/m
	TOTAL:	R\$1.969,00

Quadro 01: Lista dos componentes do quadro de força e comando

Fonte: Os autores

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a implantação deste projeto havia a expectativa de oferecer para a empresa, uma solução eficiente que levasse à redução de perdas mantendo a qualidade dos produtos por ela elaborados. A ideia era de que, com a construção do equipamento fosse possível motivar os empresários a investir em melhorias no processo produtivo e também em soluções mais práticas para o setor de manutenção.

Anteriormente o processo de refilar era todo manual, tendo que desenrolar um rolo de 50 m de fitas, para puxar contra um estilete, cortando no tamanho desejado.

O objetivo principal deste trabalho foi o de desenvolver uma técnica automática para o corte da fita de borda em móveis, tendo em vista que foram levadas em conta as muitas queixas do operador quanto ao tempo perdido, cansaço, mal aproveitamento do material e a má qualidade do corte.

Na Figura 19 pode-se ver as condições em que o trabalho do operador era realizado antes da implementação da solução aqui descrita.



Figura 19: Detalhe das condições de trabalho anteriores à implantação do projeto
Fonte: Os autores.

Os resultados obtidos com a construção deste equipamento foram:

- a) Redução dos esforços com deslocamento de material;
- b) Otimização do processo produtivo com o aumento da qualidade percebida pelo cliente;
- c) Maior confiabilidade no produto;
- d) Melhor padronização no processo de refilamento;



Figura 20: Detalhe do equipamento após sua montagem final
Fonte: Os autores.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da máquina foi de suma importância para a empresa, pois trouxe melhorias para o processo produtivo, ocasionando uma maior eficiência no trabalho, menos desperdício de tempo do operador e de matérias.

Salienta-se também a importância do Tecnólogo em Manutenção Industrial na garantia da qualidade dos serviços e de produtos feitos pela empresa. Com a sua visão crítica sobre a operação dos equipamentos o tecnólogo pode colaborar muito com a empresa colaborando não apenas nas ações de manutenção, mas com um colaborador que resolve problemas por meio de ideias e projetos inovadores.

Durante a realização deste projeto, surgiram novas propostas que, tornaram-se sugestões para trabalhos futuros como é o caso da inserção de um sistema de proteção para final da fita. Neste caso haveria a necessidade de um monitoramento da fita por meio de um sensor, mecânico ou ótico

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Alan Sulato de. **Elementos Orgânicos de Máquinas II**. Material de aula. Universidade Federal do Paraná. Curso de Engenharia Mecânica. Disponível em <www.madeira.ufpr.br/disciplinasalan/AT102-Aula04.pdf>, acessado em 20/set/2016.

CAPELLI, Alexandre. **Automação Industrial**: controle do movimento e processos contínuos. 2 ed. São Paulo: Érica, 2008.

CURZEL, Jeferson L. **Sensores Industriais**. Material de aula. Instituto Federal Santa Catarina. Disponível em <http://www.joinville.ifsc.edu.br/~jlcurzel/CLP/1%20-%20Sensores%20Industriais/Parte%202%20-%20SENSORES%20INDUSTRIAIS_2013.pdf>, acessado em 24/set/2016.

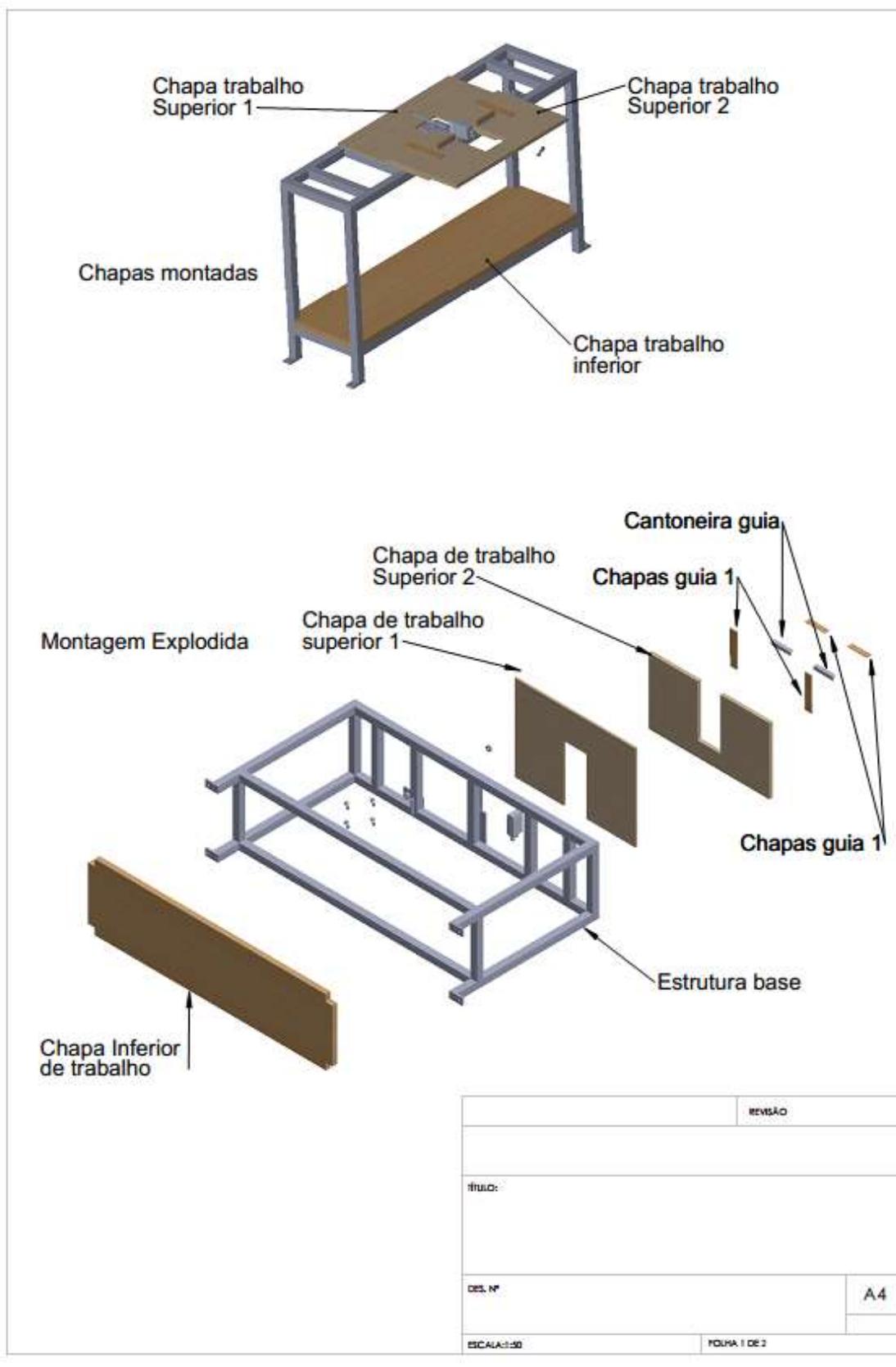
GEREMIA REDUTORES. **Catálogo de redutores**. Disponível em <http://www.geremiarredutores.com.br/download-pdf.php?menu=catalogo&arquivo=redutor-catalogo-linha-gs.pdf>. Acessado em 21/Out/2016.

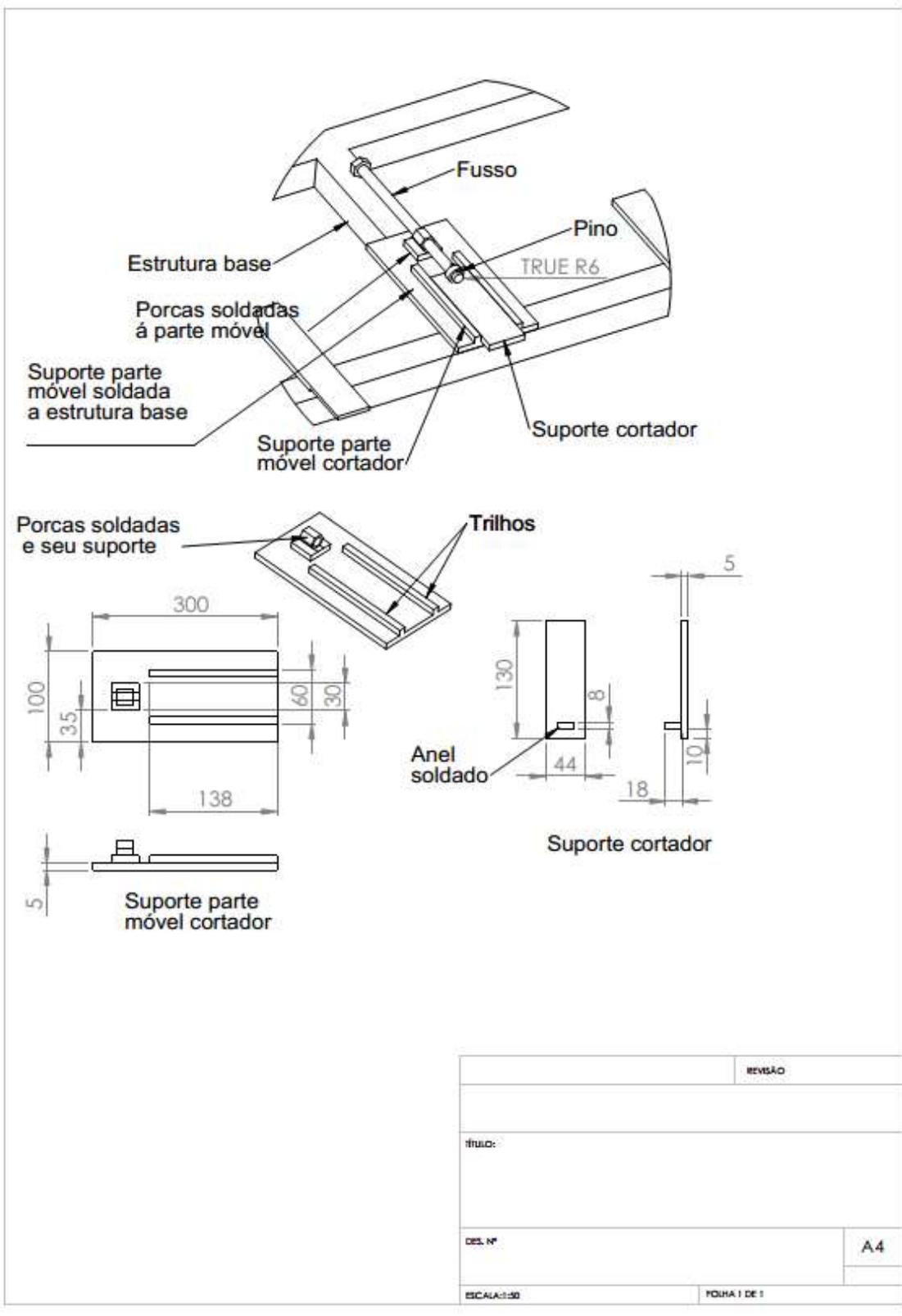
GUSSOW, Milton. **Eletricidade Básica 2**. 2.ed. rev. e ampl. São Paulo: Pearson Makron Books, 2007.

SEGUNDO, Alan Kardek Rêgo; RODRIGUES, Cristiano Lúcio Cardoso. **Eletrônica de potência e acionamentos elétricos**. 2015. Material de aula. Rede e-Tec Brasil. Disponível em <http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos/ifmg/tecnico_automacao_industrial/arte_eletronica_de_potencia.pdf>, acessado em 24/set/2016.

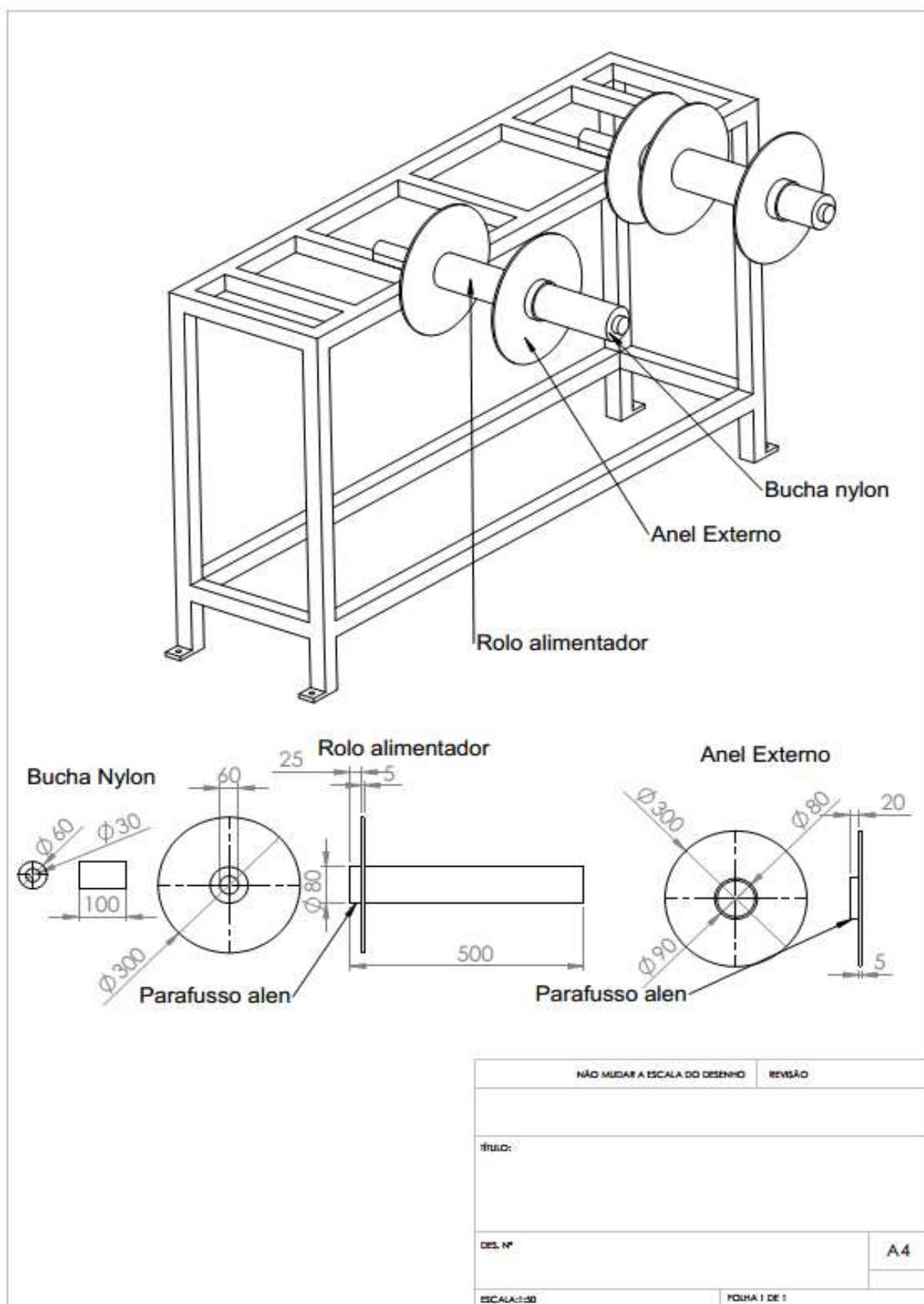
SIEMENS. **Catálogos e manuais**. Disponível em <www.siemens.com.br/templates/catalogo_manuais.aspx?channel=382>, acesso em 12/maio/2016.

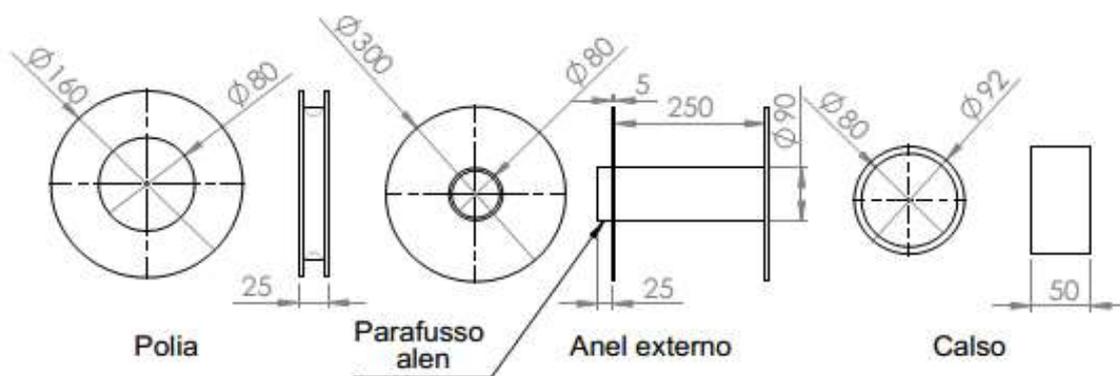
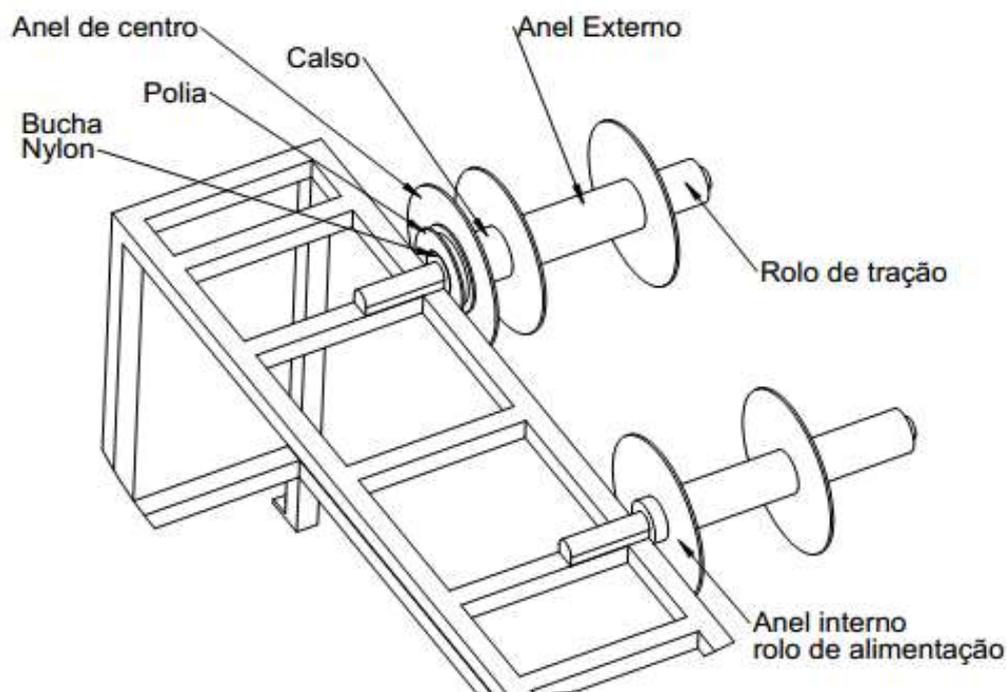
APÊNDICE





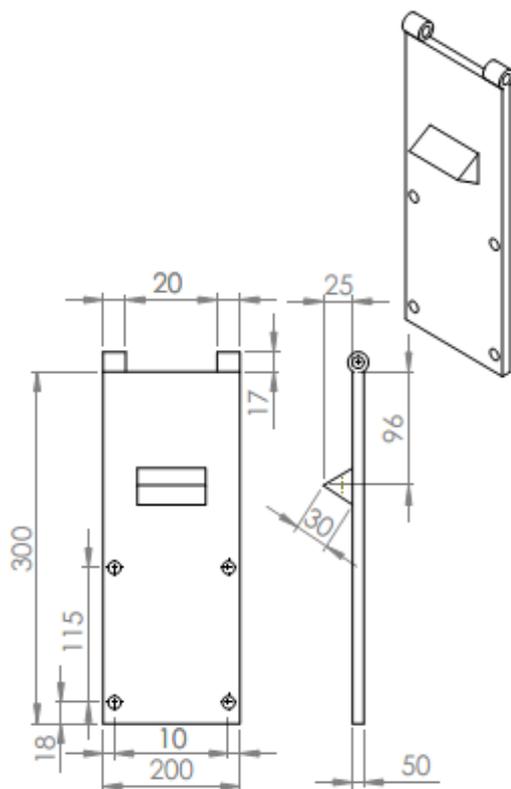
REVISÃO	
Título:	
DES. Nº	A4
ESCALA:1:50	FOLHA 1 DE 1



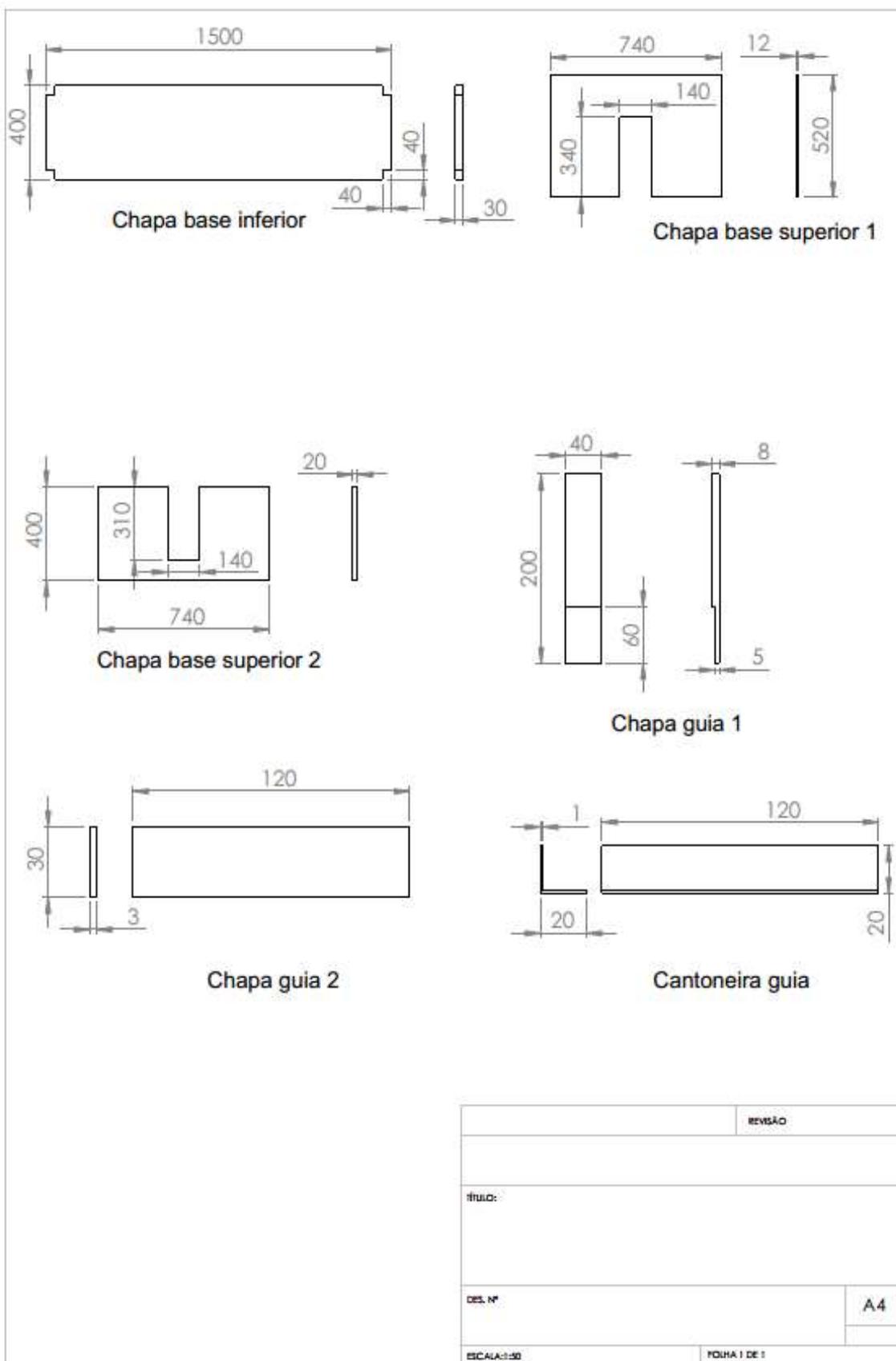


Rolo alimentador = Rolo de Tração.

REVISÃO	
TÍTULO:	
DES. Nº	A4
ESCALA: 1:20	FOLHA 1 DE 1



REVISÃO	
TÍTULO:	
DES. Nº	A4
ESCALA: 1:1	FOLHA 1 DE 1



REVISÃO	
Título:	
DES. Nº	A4
ESCALA: 1:50	FOLHA 1 DE 1