

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SANTA CATARINA - CAMPUS LAGES
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA MECÂNICA**

NEI DONIZETE PIUCCO

**APERFEIÇOAMENTO DE UM PROTÓTIPO DE RACHADOR
DE LENHA DE FUSO**

Lages, dezembro de 2025.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SANTA CATARINA – CAMPUS LAGES
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA MECÂNICA**

NEI DONIZETE PIUCCO

**APERFEIÇOAMENTO DE UM PROTÓTIPO DE RACHADOR
DE LENHA DE FUSO**

Trabalho submetido ao Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos
requisitos para aprovação na unidade curricular do TCC 2.

Orientador: Prof. Matheus Fontanelle Pereira, Dr. Eng.

Coorientador: Tec. Marllon Felipe dos Santos, Msc. Eng.

Lages, dezembro de 2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Ariton Araldi por ter me proposto este tema de trabalho, iniciado como orientador e dado todo o suporte na fase inicial de construção do protótipo de rachador lenha que se está aperfeiçoando.

Agradeço a todos que contribuíram para a realização deste trabalho, com instrução e orientação, paciência, apoio e motivação.

Dedico este trabalho a todos que contribuíram, para a realização desta grande conquista em minha vida.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -- Protótipo original	11
Figura 2 -- Detalhe da ferramenta cônica	11
Figura 3 -- Sistemas de polias	11
Figura 4 -- Etiqueta do motor elétrico	11
Figura 5 -- Rachador hidráulico tratorizado	12
Figura 6 -- Atuador e ferramenta de corte	12
Figura 7 -- Peças usinadas	18
Figura 8 -- Fresadora	20
Figura 9 -- Guia dos roletes	20
Figura 10 -- Estrutura soldada	20
Figura 11 -- Redução por polias e correias	21
Figura 12 -- Condição de teste 1	22
Figura 13 -- Condição de teste 2	23
Figura 14 -- Imagem indicativa das melhorias	24
Figura 15 -- Dispositivo de alimentação do rachador.....	26
Figura 16 -- Desenho A.....	30
Figura 17 -- Desenho B.....	31
Figura 18 -- Desenho C	32
Figura 19 -- Imagem do rachador com pintura pronta	35
Figura 20 -- Imagem do Rachador com o dispositivo de alimentação	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ficha técnica do protótipo	12
Tabela 2 – Ficha técnica do protótipo comparativo	13
Tabela 3 -- Dados da realização do teste 1	22
Tabela 4 -- Dados da realização do teste 2	23
Tabela 5 -- Melhorias e riscos associados	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
1.1 Objetivo Geral	8
1.2 Objetivos Específicos.....	8
2 REVISÃO DA LITERATURA / FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
2.1 Tipos de rachador de lenha	10
2.2 Características do protótipo a ser estudado	11
2.3 Caracterização do protótipo a ser comparado	12
2.4 Soldagem.....	13
2.5 Usinagem.....	13
2.6 Fresagem	13
2.7 Normas Regulamentadoras	13
3 METODOLOGIA	15
3.1 -- Levantamento de riscos e pontos de melhorias	15
3.2 -- Testes de comparativos de performance operacional	17
4 DESENVOLVIMENTO	18
4.1 Dispositivo alimentador de toretes	18
4.2 Alteração do sistemas de polias	21
5 RESULTADOS	25
5.1 Testes comparativos de performance operacional	22
5.1.1 Protótipo elétrico do IFSC.....	22
5.1.2 Protótipo hidráulico do inventor Fernando	23
5.2 Indicações das melhorias	24
5.3 Levantamento de riscos e pontos de melhorias	24
6 CONCLUSÕES FINAIS.....	27
7 REFERÊNCIAS	28

APÊNDICES	29
APÊNDICE A – Desenho em CAD 1	30
APÊNDICE B – Desenho em CAD 2	31
APÊNDICE C – Desenho em CAD 3.....	32
ANEXOS	33
ANEXO A – Sugestões futuras	34
ANEXO B – Imagem do Rachador	35
ANEXO C - Imagem do Dispositivo de Transporte no Rachador.....	36

1 INTRODUÇÃO

Nota-se a necessidade na região sul do país de ter um fogão a lenha nos lares em geral, sendo a lenha o combustível para este aquecimento de maneira a fornecer um conforto térmico no ambiente e junto com isso o cozimento de alimentos. Neste contexto, a operação de rachar lenha constitui uma função fundamental, assim como, também, uma das mais antigas já realizada pelo homem. Com o tempo, além do tradicional machado, surgiram máquinas e dispositivos mais sofisticados e eficazes no processo de rachar a lenha.

Existem vários tipos de rachadores de lenha, classificados por fonte de energia (elétrico, gasolina, trator), configuração (horizontal, vertical, adaptável) e ferramenta de corte (lâmina, cônica), atendendo desde uso doméstico, com modelos compactos e elétricos, até aplicações profissionais, com máquinas potentes a gasolina ou tratorizadas, ideais para diferentes volumes e tamanhos de toras, focando sempre em segurança e ergonomia

Este trabalho está focado no estudo e implementação de melhorias em um protótipo de rachador de lenha encontrado no Laboratório de Fabricação do IFSC Campus Lages ao qual foi fabricado pelos alunos do Curso Técnico em Eletromecânica nas disciplinas de Processos de Usinagem I e Processos de Usinagem II. Tal protótipo é classificado como do tipo horizontal, lâmina cônica e acionamento elétrico. Neste estudo, propõe-se a adequação do referido protótipo com relação à questão da segurança operacional e sua comparação em termos de desempenho com um outro modelo de rachador de lenha de propriedade de um cidadão da região de Lages.

A segurança durante a execução do trabalho é algo não só muito importante, mas também essencial. Existem atualmente 36 Normas Regulamentadoras, onde a N.R. 12 e a N.R. 17 enquadram-se neste projeto do rachador de lenha com fuso, por abordar na descrição dos artigos nelas contidos, conteúdos referentes à ergonomia nos postos de trabalho, buscando conforto, segurança e desempenho eficiente durante o trabalho. Como está escrito no artigo 12.1.1 da NR 12.

“Esta Norma Regulamentadora - NR 12 e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para resguardar a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e

cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais NRs aprovadas pela Portaria MTb n.º 3.214, de 8 de junho de 1978, nas normas técnicas oficiais ou nas normas internacionais aplicáveis e, na ausência ou omissão destas, opcionalmente, nas normas Europeias tipo “C” harmonizadas.”

Como está escrito no artigo 17.1 da NR 17:

“Esta Norma Regulamentadora visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente.”

Com base no conteúdo da Norma pode-se buscar as melhores opções para a construção do dispositivo e assim garantir que o mesmo esteja de acordo com as exigências normativas, e atenda às necessidades de uma execução de serviços de rachar lenha com o fuso que tem o procedimento de rachar lenha através de um fuso cônico que ao entrar em contato com a tora essa rosca do fuso entra na tora rachando esse tronco em duas partes.

Em regra, a ideia desse dispositivo é atender às necessidades de segurança e ergonomia dos operadores, aliado à melhor produtividade e qualidade dos serviços prestados de rachar a lenha com o fuso.

Este projeto irá atender ao propósito de Trabalho de Conclusão de Curso do aluno que descreve este trabalho no Curso de Graduação de Bacharelado em Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) campus Lages SC.

Para chegar a um resultado de excelência, a pesquisa ajudará muito para que possa tomar as decisões inerentes a mudanças e alterações desta máquina.

1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é a adequação do protótipo de rachador de lenha de fuso à NR12 e a realização de um teste de performance comparativo.

1.2 Objetivos Específicos

- Realizar levantamento dos riscos de acidentes na operação do protótipo atual;
- Propor soluções para a minimização ou eliminação dos riscos levantados, conforme as recomendações da NR12;

- Fabricar um dispositivo alimentador dos toretes ao rachador;
- Observar a caracterização funcional dos modelos de rachadores de lenha, a serem testados;
- Realizar os testes de performance e comparar os resultados;
- Sugerir melhorias para o protótipo a partir das observações do estudo.

2 REVISÃO DA LITERATURA / FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A revisão da literatura oferece uma visão do processo de desenvolvimento do produto, sua importância para a indústria e a forma com que ele é dividido. As diferentes metodologias presentes nesse tipo de processo são apresentadas, evidenciando a importância dada pelos autores para cada fase e grau do projeto, respeitando suas etapas.

2.1 Tipos de rachadores de lenha

Os dispositivos de racha lenha podem ser classificados quanto à sua disposição, fonte de energia de acionamento e lâmina.

Quanto à fonte de energia

- Elétricos: Monofásicos ou trifásicos, ideais para uso residencial e propriedades rurais, com potências variadas.
- Gasolina: Oferecem mais mobilidade e potência, ótimos para locais sem eletricidade e trabalhos mais pesados.
- Tratorizados: Acoplados à tomada de força do trator, são robustos e eficientes para grandes volumes de trabalho, com grande força (toneladas)

Quanto à configuração e acionamento

- Horizontais: Mais compactos, ideais para toras menores, exigem que a tora seja levantada até a mesa de trabalho.
- Verticais: Para toras maiores, com cilindro hidráulico que desce, oferecendo melhor ergonomia (menos inclinação).
- Adaptáveis: Alguns modelos podem ser usados tanto na vertical quanto na horizontal, oferecendo versatilidade.
- Manuais: Incluem o uso de machados, cunhas e até dispositivos manuais de impacto.

Quanto à ferramenta de corte

- Lâmina (de corte): A mais comum, desliza sobre guias para dividir a tora.
- Cônica (Ponta Cônica): A ponta em forma de cone penetra e divide a madeira, comum em modelos a gasolina e tratorizados.
- Cruzeta (Opcional): Acessório que permite rachar a tora em múltiplos pedaços (4 ou mais) com uma única passada

2.2 Caracterização do protótipo a ser estudado

O protótipo a ser estudado foi desenvolvido inicialmente por outros acadêmicos do IFSC Campus Lages, foi totalmente finalizado, porém observou-se a necessidade de uma avaliação de suas condições e implementação de melhorias que seriam necessárias principalmente por questão de segurança. O protótipo é caracterizado por operação horizontal sobre mesa, ferramenta de corte cônica roscada e acionamento por motor elétrico com multiplicação do torque por meio de sistema de polias.



Figura 1 – Protótipo original.



Figura 2 – Detalhe da ferramenta cônica.



Figura 3 – Sistema de polias.



Figura 4 – Etiqueta do motor elétrico.

Tabela 1 – Ficha técnica do protótipo

Potência motor elétrico	6 cv (4,41 kW)
Rotação motor elétrico	3480
Multiplicação de torque	Duas relações de polias
Torque no eixo do motor elétrico	12,1 Nm
Torque da primeira relação	33,88 Nm
Torque no eixo da ferramenta de corte	66 Nm

2.3 Caracterização do protótipo a ser comparado

O protótipo aqui estudado foi comparado, em termos de performance, com um outro protótipo, este de fabricação caseira, de propriedade do senhor Fernando Werner, inventor, morador da localidade de Cadeado, no município de Lages. Este protótipo pode ser classificado como de operação horizontal, ferramenta de corte tipo lâmina e de acionamento hidráulico tratorizado. Como fonte de potência, o senhor Fernando utilizou um motor de micro trator da marca Branco.



Figura 5 – Rachador hidráulico tratorizado.



Figura 6 – Atuador hidráulico e ferramenta de corte.

Tabela 2 – Ficha técnica do protótipo comparativo

Potência motor diesel	22 cv (16,18 kW)
Acionamento	Hidráulico
Pressão de óleo	6,48 Pa
Diâmetro do atuador hidráulico	120 mm
Força do atuador hidráulico	2,45 Newtons

2.4 Soldagem

Soldagem é a união de dois materiais em uma junta, com aplicação de calor ou pressão, com ou sem material adicionado. Existem diferentes tipos de soldagem para as mais variadas aplicações, desde um processo mais simples ao de alta tecnologia, sendo que o mais utilizado na soldagem industrial é o Arco Elétrico.

2.5 Usinagem

Operação que confere à peça: forma, dimensões ou acabamento superficial, ou ainda uma combinação destes, através da remoção de material sob a forma de cavaco. Cavaco - porção de material da peça retirada pela ferramenta, caracterizando-se por apresentar forma irregular.

2.6 Fresamento

O fresamento é um processo de usinagem que envolve a remoção de material de uma peça utilizando uma ferramenta de corte rotativa chamada fresa. A fresagem é vastamente utilizada na indústria para produzir superfícies planas, contornos complexos, perfis e furos em diversas peças e materiais.

2.7 Normas Regulamentadoras

Norma Regulamentadora NR 12

12.1 Princípios Gerais.

12.1.1 Esta Norma Regulamentadora - NR e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para resguardar a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção

de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais NRs aprovadas pela Portaria MTb n.º 3.214, de 8 de junho de 1978, nas normas técnicas oficiais ou nas normas internacionais aplicáveis e, na ausência ou omissão destas, opcionalmente, nas normas Europeias tipo “C” harmonizadas.

“12.9 Aspectos ergonômicos.

12.9.1 Para o trabalho em máquinas e equipamentos devem ser respeitadas as disposições contidas na Norma Regulamentadora n.º 17 - Ergonomia. 12.9.2 Com relação aos aspectos ergonômicos, as máquinas e equipamentos nacionais ou importadas fabricadas a partir da vigência deste item devem ser projetadas e construídas de modo a atender às disposições das normas técnicas oficiais ou normas técnicas internacionais aplicáveis.”

Norma Regulamentadora NR 17

“17.1 Objetivo

17.1.1 Esta Norma Regulamentadora - NR visa estabelecer as diretrizes e os requisitos que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar conforto, segurança, saúde e desempenho eficiente no trabalho.

17.1.1.1 As condições de trabalho incluem aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário dos postos de trabalho, ao trabalho com máquinas, equipamentos e ferramentas manuais, às condições de conforto no ambiente de trabalho e à própria organização do trabalho.”

3. METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho seguirá duas etapas: a) o levantamento dos riscos e pontos de melhorias, assim como a implementação das melhorias e b) realização de testes comparativos de performance operacional.

3.1 Levantamento de riscos e pontos de melhorias

Tomando-se o protótipo encontrado no Laboratório de Fabricação, o mesmo foi submetido a uma análise crítica com foco no levantamento de potenciais riscos de acidentes durante a sua operação, como também, possíveis melhorias para o aumento de sua performance operacional.

Concomitantemente, foi-se realizado uma análise das normas regulamentadoras NR12 (segurança do trabalho) e NR17 (ergonomia) de modo a se ter uma base mais robusta de referência para a proposição das melhorias de segurança e ergonomia. Do ponto de vista de projeto seguiu-se as seguintes etapas:

Abordagem

Escolher o material ideal para a construção desse mecanismo (exploratória);

Projetar e relatar o processo de produzir este mecanismo (descritiva);

Analisar e avaliar todas as opções de materiais que possam fazer parte de mecanismo (explicativa);

Serão analisados os dados qualitativos dos materiais a serem incluídos no projeto de construção do mecanismo que auxilie e assegure o operador do rachador de lenha.

As variáveis são: recursos necessários para o projeto disponibilizados, utilização de ferramentas de gerenciamento de projetos. Aplicação de atividades de coordenação em projetos e maturidade em gerenciamento de projetos.

Técnicas/procedimentos

Os ensaios, testes, montagens e experimentos serão realizados no laboratório de Processos de Fabricação Mecânica do IFSC Campus Lages (Oficina). Onde serão realizados todos os procedimentos para a pesquisa e coleta de dados para a

realização do projeto de construção do mecanismo que irá auxiliar e assegurar o perfeito trabalho do operador do rachador de lenha de fuso.

O período de tempo para a pesquisa e ensaios, testes, montagens e experimentos para este projeto será compreendido nos primeiros seis meses do corrente ano (por volta de 180 dias). Os recursos para a pesquisa e aquisição dos materiais, será executado com materiais já adquiridos pelo Campus (doação e compra de materiais para o Laboratório de Processos de Fabricação Mecânica.

Os dados serão analisados por meio de técnicas de resistências de materiais a fim de se obter a melhor opção. Observando os critérios de massa total do mecanismo. Valor monetário (em reais) total do mecanismo.

Materiais

Os materiais necessários serão, aço em barra, chapa e vigas, solda e rolamentos farão parte do projeto. Máquinas necessárias serão, dobradeira de chapa, corte de chapa, aparelho de solda e torno mecânico. Os instrumentos necessários serão os instrumentos de medição como, paquímetro, trena, punção marcador de aço, etc.

Análise de resultados

Os métodos que serão analisados são as propriedades mecânicas dos materiais que atenderem todas as necessidades na fabricação do mecanismo com excelência em todos os aspectos de segurança, durabilidade, ergonomia e produtividade.

Pesquisa de campo

É a observação direta, indireta ou participativa de um fenômeno, pessoa ou grupo social. Ao utilizar essa técnica, o seu trabalho científico poderá obter respostas mais assertivas, ao coletar informações relevantes para o problema do tema.

A pesquisa de campo é caracterizada por investigações que, somadas às pesquisas bibliográficas e/ou documentais, realizam coleta de dados junto a pessoas, ou grupos de pessoas, com o recurso de diferentes tipos de pesquisa.

3.2 Testes comparativos de performance operacional

Além das adequações relativas às NR12 e NR17, o protótipo com as melhorias implementadas será submetido a uma avaliação de desempenho. Tal avaliação consistirá em um teste comparativo com outro protótipo de outro modelo, onde serão medidas as produtividades de ambos os protótipos.

As características e imagens de ambos os protótipos foram apresentadas no capítulo 2. Foram realizados um teste para cada um dos protótipos procurando reproduzir, ao máximo, as mesmas condições em ambos os testes. As condições de teste foram as seguintes:

- Foram usados toretes de madeira da espécie Bracatinga (espécie nativa abundante na região serrana) do mesmo lote com diâmetros variando entre 12 e 22 cm;
- Antes da realização dos testes em si, os toretes foram amontoados ao lado da máquina para agilizar a alimentação da máquina;
- Os testes foram realizados por apenas um operador de máquina e um indivíduo cronometrando o tempo de teste;
- Após a finalização da operação realizou-se a medição da massa da madeira (lenha) cortada.

O cálculo da produtividade dos protótipos, PP [kg/min], foi calculado por meio da seguinte equação,

$$PP = \frac{m}{\Delta t} \quad \text{E} \quad \text{q. 1}$$

Onde m é massa de lenha cortada medida em kg e Δt é o período de tempo cronometrado em minutos e segundos.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 Dispositivo alimentador de toretes

Trata-se de projetar e produzir um mecanismo de transporte para a tora no processo de rachar lenha buscando produtividade, ergonomia e segurança.

Projetar e construir um mecanismo que auxilie e proteja o usuário ao trabalhar em um rachador de lenha com fuso.

O Desenvolvimento de um Alimentador para um Rachador de Lenha, ocorrerá com o projeto sendo desenvolvido durante o primeiro semestre de 2025.

A execução desse projeto com o desenho em CAD (anexado também no apêndice com mais detalhes) e confecção ocorrerá no segundo semestre de 2025.

Usinagem dos roletes

Foram usinados os eixos(aço) e a capa externa(nylon) dos rolamentos.



Figura 7 - Peças usinadas

Rolamento utilizado nº 6203 ZZ, com medidas de 40 mm de altura, 17 mm de furo interno e 12 mm de largura.

Especificações típicas para o rolamento 6203 (depende do fabricante):

Tipo	Carga dinâmica (Cr)	Carga estática (Cor)
------	------------------------	-------------------------

6203 padrão (ABEC 1)	~9.95 kN	~4.75 kN
6203 C3 (folga aumentada)	Similar	Similar
6203 ZZ ou 2RS (com vedação ou blindagem)	mesma carga básica	mesma carga básica

- Carga dinâmica (Cr): carga que o rolamento pode suportar em operação contínua com uma vida útil de 1 milhão de rotações.
- Carga estática (Cor): carga máxima suportada quando parado, sem causar deformação permanente.

Um rolamento 6203 (17x40x12 mm) típico pode suportar:

- Carga dinâmica: ~9.95 kN (quase 1.000 kgf)
- Carga estática: ~4.75 kN (quase 475 kgf)

Os eixos fixos não transmitem torque nem movimento, somente são usados como apoio para polias e outros elementos, neste caso apoio para os rolamentos. Utiliza-se de preferência aço baixo a médio carbono (ANSI 1020 a 1050).

Caso o projeto necessite maior resistência pode-se utilizar aços liga para tratamento térmico como ANSI 1340 a 1350, 3140 a 3150, 4140, 4340, 5140 e 8650.

Quando o eixo precisa de tratamento superficial geralmente utiliza-se ANSI 1020, 4320, 4820 e 8620.

Em pequenos lotes utiliza-se materiais usinados por torneamento. Enquanto em grandes lotes pode-se considerar processos de forjamento ou fundição.

Fresamento das guias dos roletes



Figura 8 – Fresadora



Figura 9 – Guia dos roletes

Soldagem da estrutura do alimentador

Foram utilizados a solda MIG e solda de Eletrodo Revestido.

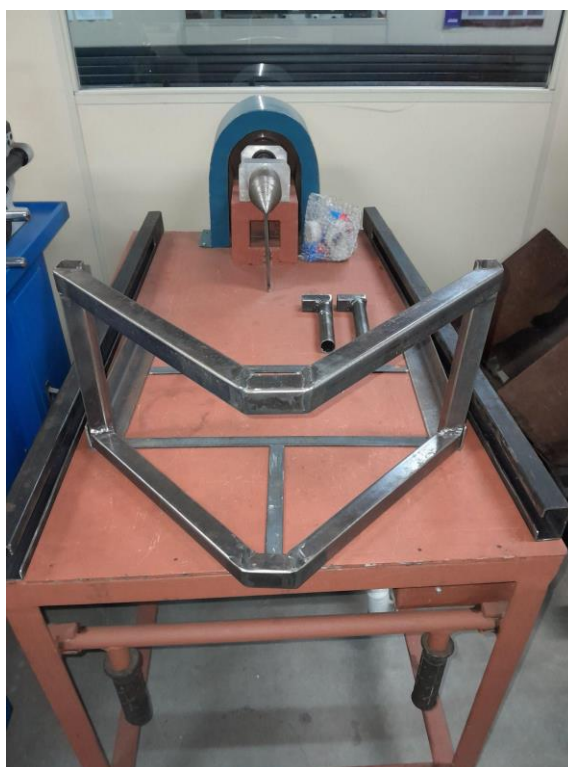


Figura 10 – Estrutura soldada

4.2 Alteração do sistema de polias

Redução da polia do motor de 78 mm para 50 mm com isso ocorreu uma redução de velocidade de 35,89 % aumentando o torque do fuso do equipamento.

Substituição das correias de tração das polias, ajustando assim a tensão de contato da transmissão da força necessária para o fuso do rachador realizar o devido trabalho. Mostrado na figura a seguir.



Figura 11 Redução por polias e correias.

5. RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados relacionados às melhorias implementadas no protótipo e também os resultados dos testes comparativos de performance.

5.1 Testes comparativos de performance operacional

Nesta seção serão apresentados os resultados da realização dos testes de performance do protótipo estudado neste trabalho e sua comparação com outro protótipo de rachador de lenha.

5.1.1 Protótipo elétrico do IFSC

A figura abaixo mostra a condição em que foram realizados os testes.



Figura 12 – Condição de teste 1

Tabela 3 – Dados da realização do teste 1

Potência acionamento	6 cv (4,41 kW)
Massa de lenha rachada	34,58 kg
Tempo da operação	15 min 41 s
Produtividade	2,20 kg/min

$\eta_{\text{motor elétrico}}$	90%
Consumo motor elétrico	4,9 kW
Tarifa energia elétrica	R\$ 0,65/kWh
Custo operacional do teste	R\$ 0,8325
Custo operacional nominal	R\$ 0,024/kg

5.1.2 Protótipo hidráulico do inventor Fernando

A figura abaixo mostra a condição em que foram realizados os testes.



Figura 13 – Condição de teste 2

Tabela 4 – Dados da realização do teste 2

Potência acionamento	22 cv (16,17 kW)
Massa de lenha rachada	51,02 kg
Tempo da operação	3 min 08 s
Produtividade	16,28 kg/min
Consumo nominal de Diesel	2,09 l/h
Custo do Diesel	R\$ 5,93/litro
Consumo no teste	0,10914 litro

Custo operacional do teste	R\$ 0,6472
Custo operacional nominal	R\$ 0,012/kg

5.2 Indicações das melhorias

Na imagem seguir está mencionada as melhorias que foram feitas no rachador de lenha elétrico do IFSC;

- Guias dos roletes.
- Dispositivo alimentador do rachador.
- Acessório para toretes menores.
- Chave elétrica reversora.

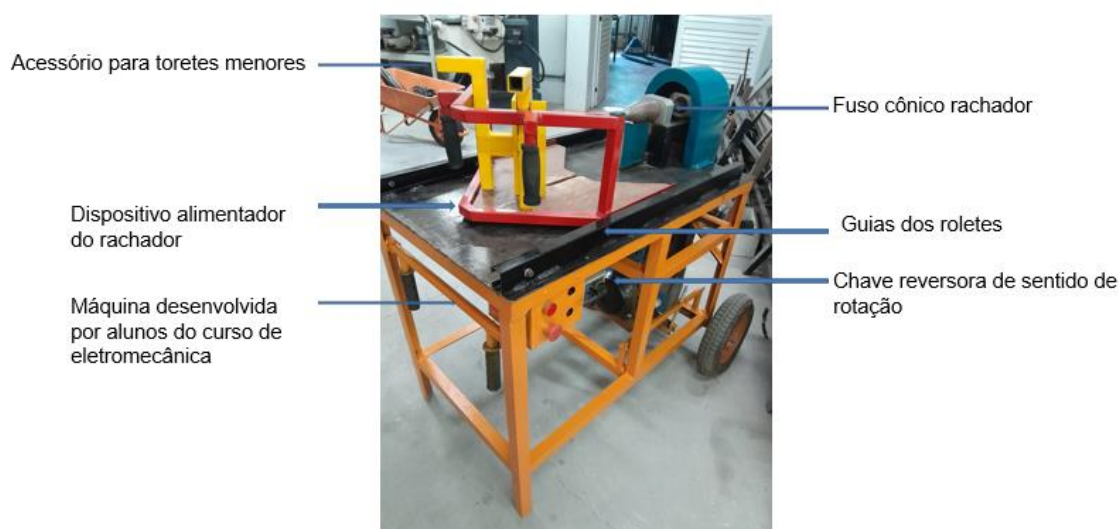


Figura 14 - Imagem indicativa das melhorias

5.3 Levantamento de riscos e pontos de melhorias

Por meio da análise crítica, obteve-se uma série propostas de melhorias relativas a adequações associadas às NR12 e NR17, as quais estão sumarizadas na tabela abaixo.

Tabela 5 – Melhorias e riscos associados.

Melhorias	Atende NR	Risco	Status
Dispositivo de Transporte	Atende NR 12 e NR 17	Segurança e ergonomia	Implementado
Chave de reversão de sentido de rotação	Atende NR 12	travament o da tora (parada do fuso)	Implementado
Revisão da parte elétrica	Atende NR 12	Segurança de descarga elétrica	Implementado
Pintura da máquina	Atende NR 12	cores que destacam atenção	Implementado
Troca das polias de relação de força	Atende NR 12 e NR 17	pouco torque do fuso	Implementado
Dispositivo de alimentação de toras	Atende NR 12 e NR 17	segurança e ergonomia	Implementado
Possível troca das polias por pinhão/coroa e corrente	Atende NR 12 e NR 17	segurança de choque de contato	Proposta futura
Melhor travamento do acessório de toras finas	Atende NR 12 e NR 17	segurança ao toque de giro	Proposta futura

Melhorias	Atende NR	Risco	Status
Dispositivo de Transporte	Atende NR 12 e NR 17	Segurança e ergonomia	Implementado
Possível troca do Fuso por sistema hidráulico	Atende NR 12	segurança de choque de contato	Proposta futura

A seguir, tem-se a descrição das melhorias implementadas.

Protótipo com as melhorias implementadas



Figura 15 – Dispositivo de alimentação instalado no Rachador do IFSC.

6 Conclusões Finais

O propósito do Rachador do IFSC foi alcançado. Essa máquina faz rachar a lenha realmente. Ocorre, mas nem sempre um engasgo do Fuso na madeira e as correias patinam nas polias de transmissão de força. Foi instalado uma chave de reversão de sentido de rotação, facilitando na ocorrência do engasgo do fuso na madeira. Ficará em anexo algumas sugestões futuras para uma melhoria do equipamento.

O dispositivo de transporte das toras também alcançou o propósito. Uma melhora muito grande na questão de segurança e ergonomia do operador no trabalho realizado. O acessório que aproxima as toras mais finas move-se com a tração do Fuso na madeira, que também ficará algumas sugestões futuras em anexo.

7 REFERÊNCIAS

CALLISTER Jr., W. D. Ciência e Engenharia de Materiais: uma introdução. Editora LTC, 7ª edição, 2008.

CALLISTER Jr., W. Fundamentos da Ciência e Engenharia de Materiais. Editora LTC.

JUVINALL, Robert C. Fundamentos do projeto de componentes de máquinas/ Kart M. Marshek; tradução e revisão técnica Fernando Ribeiro da Silva.- [Reimpr.]. -Rio de Janeiro : LTC, 2013.

RIMOLI, C. A. O processo de desenvolvimento e administração de produtos: um estudo de casos múltiplos em empresas brasileiras de ortopedia. 2001. Tese (Doutorado em Administração) – Programa de Pós-graduação em Administração, Faculdade de Economia ,Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

BRASIL. In: **WIKIPÉDIA**, a enciclopédia livre, 2025. Flórida: Wikimedia Foundation, 2025. Disponível em: pt.wikipedia.org. Acesso em: 20 dez. 2025.

<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-12-atualizada-2022-1.pdf>

<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-17-atualizada-2022.pdf>

APÊNDICES

APÊNDICE A – DESENHO TÉCNICO 1

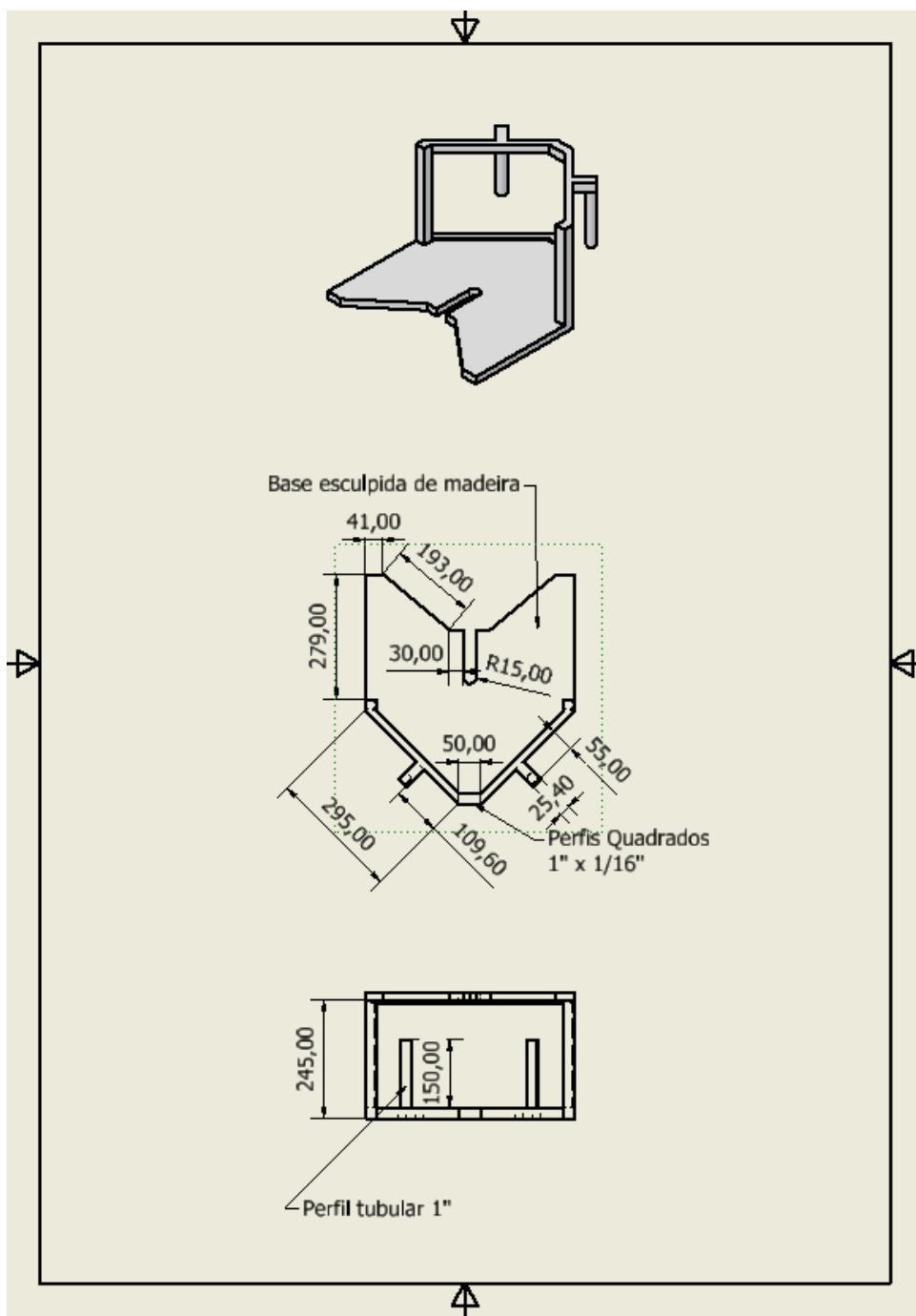


Figura 16 Desenho

APÊNDICE B – DESENHO TÉCNICO 2

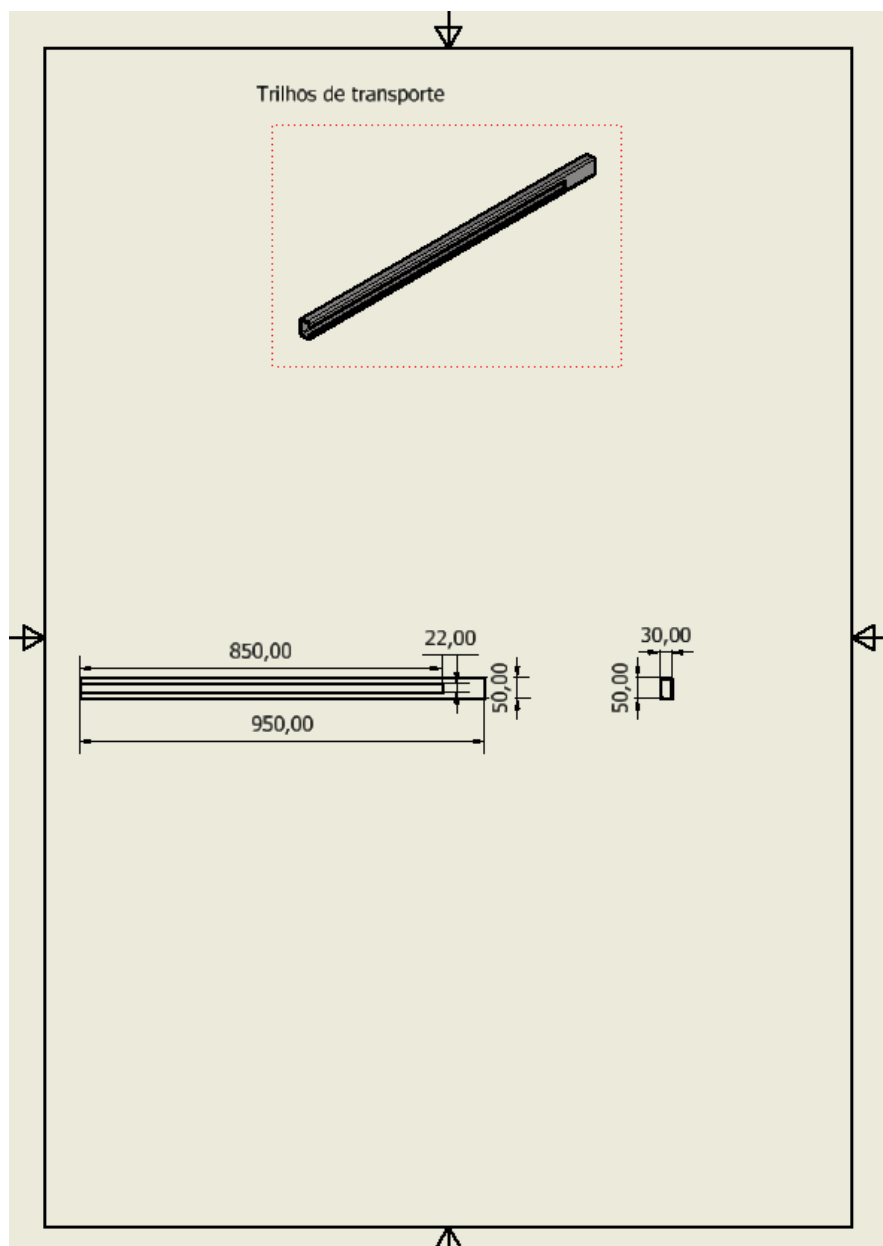


Figura 17 Desenho

APÊNDICE C – DESENHO TÉCNICO 3

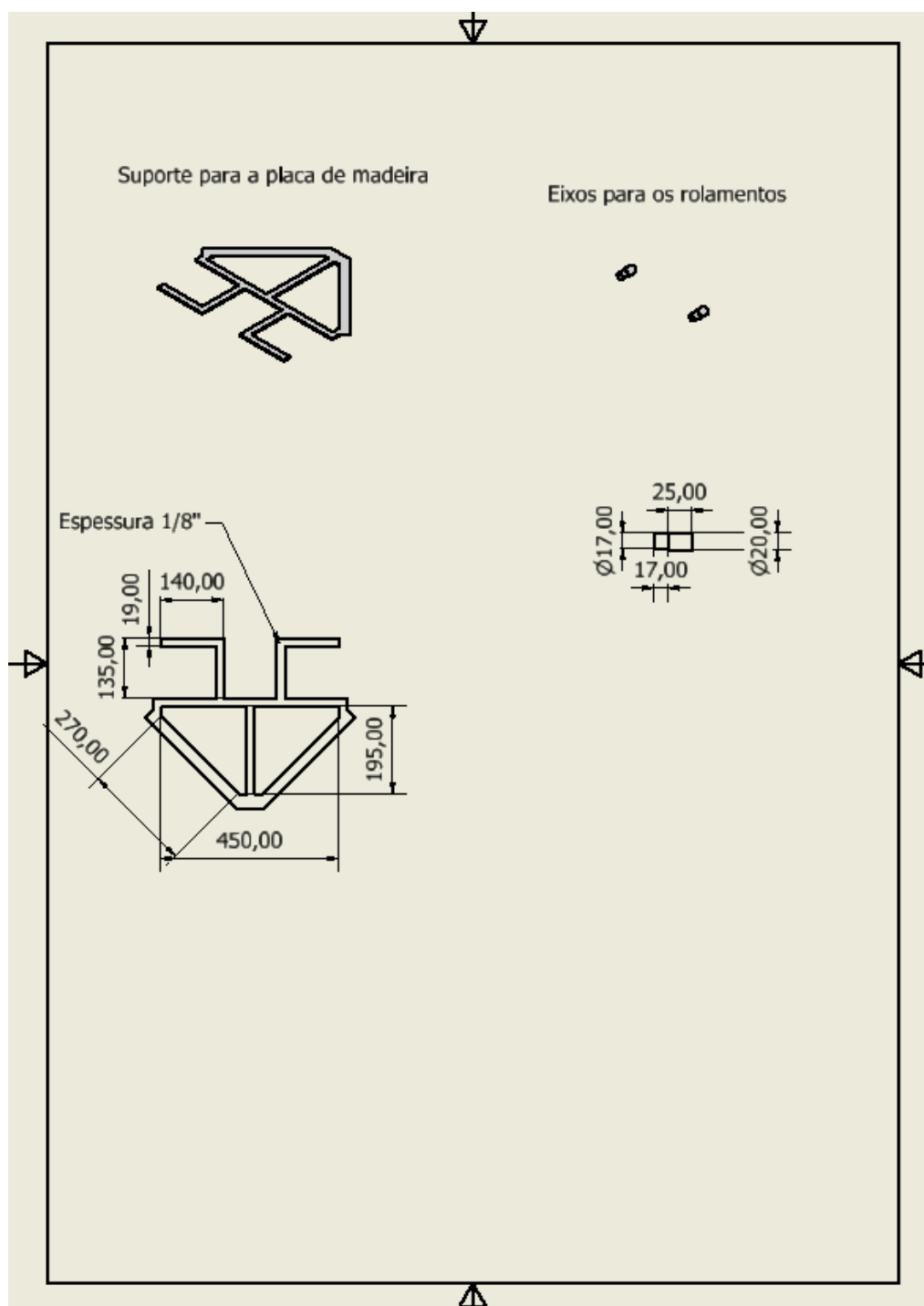


Figura 18 Desenho.

ANEXOS

ANEXO A – Sugestões futuras

Para sugestões futuras na máquina de rachar lenha:

1. Troca do sistema de tração de polias e correias por um sistema de tração de pinhão, coroa e corrente.
2. Com essa troca acima, necessitará da instalação de um Relé Térmico, também chamado de relé de sobrecarga ou bimetálico, é um dispositivo eletromecânico que protege o motor contra superaquecimento. Ele opera com base no princípio da expansão térmica: uma lâmina bimetálica se curva devido ao calor gerado pelo aumento da corrente e aciona um mecanismo que interrompe o circuito de comando, desligando o motor antes que ocorram danos graves.
3. Também se cogitou uma mudança no método de rachar a lenha, de Fuso para Hidráulico, utilizando a estrutura e o motor elétrico da máquina aprimorando o equipamento unindo o baixo custo de funcionamento elétrico com a eficiência e agilidade do sistema hidráulico.

Para sugestões futuras no dispositivo de transporte da tora:

1. O acessório de aproximação das toras finas precisa de ajuste que fixe ou apoie melhor este acessório de cor amarela. A fixação de um perfil de aço ou uma cantoneira de aço em cada haste do dispositivo travando o acessório.

ANEXO B – Imagem do Rachador



Figura 19 Imagem do Rachador com pintura pronta.

ANEXO C - Imagem do Dispositivo de transporte no Rachador



Figura 20 Imagem do Dispositivo Alimentador no Rachador.