



ÁLVARO GEBAUER

**PROPOSTA DE EQUIPAMENTO TRANSPORTADOR DE RETALHOS DE
MADEIRA**

Horizontina-RS

2021

ÁLVARO GEBAUER

**PROPOSTA DE EQUIPAMENTO TRANSPORTADOR DE RETALHOS DE
MADEIRA**

Projeto do Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para o Trabalho Final de Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina, sob orientação do professor Geovane Webler, Dr.

Horizontina-RS

2021

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

“Proposta de Equipamento Transportador de Retalhos de Madeira”

Elaborada por:

Álvaro Gebauer

Aprovado em:

Pela Comissão Examinadora

Prof. Dr. Geovane Webler – Orientador

Prof. – Eliane Garlet

Prof. – Francine Centenaro Gomes

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Olací Valdir Gebauer, meu Pai, que foi a pessoa mais importante na questão motivacional em todos os momentos desta trajetória acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao criador pelo sopro da vida, e a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para esta conquista, em especial à minha família, educadores e colegas que me acompanharam nesta caminhada.

Epígrafe

“Não é suficiente fazer o nosso melhor, as vezes temos que fazer o que é necessário”.

Winston Churchill

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de um problema apresentado pela empresa União Ambiental LTDA, o qual está relacionado com o transporte de resíduos de madeira, onde o transportador em operação já não atende as necessidades atuais de produção. Portanto, viu-se a possibilidade de realizar um estudo com objetivo principal de substituir o modelo de transportador atual, por um transportador com sistema fechado no qual o transporte é realizado por correntes. Para o desenvolvimento do estudo, foi efetuada uma pesquisa em campo para definir os principais problemas apresentados pelo equipamento em uso, e posteriormente realizou-se uma pesquisa bibliográfica no sentido de buscar informações para a realização do projeto deste novo transportador. Em conjunto com a empresa fabricante de transportadores Metalmec (Estrela RS), utilizou-se de cálculos específicos para o dimensionamento do novo equipamento, juntamente com informações detalhadas sobre tipos de materiais e componentes à serem utilizados no projeto. A aplicação do equacionamento necessário para definir valores e destacar a segurança de implantação deste projeto, é apresentada nos resultados, e a metodologia utilizada está de acordo com as referências bibliográficas. A partir do dimensionamento e das análises relacionadas, pode-se constatar a segurança e as vantagens de instalação deste novo equipamento.

Palavras-chave: Transportador. Dimensionamento. Segurança.

LISTA DE FIGURAS

Figuras 01 e 02 – Transportador com Esteira Emborrachada.....	16
Figura 03 – Corrente de Arraste.....	31
Figura 04 – Segmento da Corrente: vista integral.....	32
Figura 05 – Segmento da corrente: vista explodida.....	32
Figura 06 – Módulo de pé ou Calda: vista integral.....	33
Figura 07 – Módulo de pé ou calda: vista explodida.....	34
Figura 08 – Módulo de Corpo Simples: vista frontal.....	34
Figura 09 – Vista explodida: módulo de corpo simples.....	35
Figura 10 – Módulo de corpo simples: vista de corpo aberto parcial.....	36
Figura 11 – Módulo de Cabeça: montagem integral.....	36
Figura 12 – Módulo de Cabeça: vista explodida.....	37
Figura 13 – Transportador por Correntes: montagem integral.....	38
Figura 14 – <i>Redler</i> instalado.....	39

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 01 –Volume de transporte.....	20
Equação 02 – Capacidade de movimentação de carga.....	20
Equação 03 – Coeficiente de correção.....	21
Equação 04 –Potência do transportador.....	22
Equação 05 – Potência do motor elétrico.....	22
Equação 06 - Esforço da corrente.....	23
Equação 07- Velocidade do motor-reductor.....	23

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Correção de Capacidade em Relação ao Ângulo de Inclinação.....	21
Quadro 02 - Tabela Fator de Acréscimo para Transportadores de Arraste.....	23
Quadro 03 - Comparação dos Resultados	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 TEMA	11
1.2 DELIMITAÇÃO TEMÁTICA	11
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	12
1.4 HIPÓTESES	12
1.5 OBJETIVOS	12
1.5.1 Objetivo geral	12
1.5.2 Objetivos específicos	13
1.6 JUSTIFICATIVA	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Retalhos de madeira	15
2.1.1 Esteira transportadora elevatória	15
2.2 TRANSPORTADOR POR CORRENTES	16
2.2.1 Transportador de correntes de sistema fechado	17
2.2.2 Corrente de arraste	18
2.2.3 Módulo do pé ou calda	18
2.2.4 Módulo do corpo simples	18
2.2.5 Módulo de cabeça	19
2.2.6 Montagem dos componentes	19
2.2.7 Dimensionamento do novo equipamento:	19
2.2.8 Dimensionamento do corpo e da corrente:	20
2.2.9 Características construtivas da corrente:	22
2.2.10 Potência absorvida pelo <i>redler</i>:	23
2.2.11 Potência do motor elétrico:	23
2.2.12 Esforço na corrente:	24
2.3 NR-12 E SUA APLICABILIDADE AO TRANSPORTADOR POR CORRENTES	25
3 METODOLOGIA	26
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	28
4.1 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS.....	28
4.2 Potência	30
4.3 Velocidade.....	31
4.4 componentes do transportador.....	32
4.4.1 Corrente de arraste montada	32
4.4.2 Módulo do pé ou calda	34
4.4.3 Módulo de Corpo Simples	35
4.4.4 Módulo de Cabeça	37
4.4.5 Montagem dos componentes	38
4.5 Manutenção.....	39
4.6 Segurança.....	40
CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS	43
ANEXO A – CUSTO DE FABRICAÇÃO DO METRO DA CORRENTE E CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO	46
ANEXO B – CATÁLOGO SEW EURODRIVE	47

1 INTRODUÇÃO

As máquinas de transporte são fundamentais em quase a totalidade dos processos de manufatura das empresas. Dessa forma, modernizar e aprimorar sistemas transportadores diz respeito a acompanhar a evolução do mercado competidor nos mais variados aspectos, bem como trabalhar com novas tecnologias em transportes na planta fabril certamente abre portas à resultados satisfatórios à demanda de produção.

Desta forma, projetar equipamentos transportadores visa principalmente aumentar a capacidade produtiva, a segurança e eficiência de um determinado processo, sendo neste caso, a substituição de um sistema de transporte em operação que já não atende as necessidades atuais de um volume de produção elevado.

Perante o cenário atual, vê-se a necessidade de implementação dentro da empresa União Ambiental LTDA de um sistema que possua alta performance em questão funcional, que minimize os custos de manutenção e proporcione alto desempenho produtivo e uma ótima eficiência operacional, sem comprometer a segurança e adequação às normas ambientais.

A substituição de um sistema de transporte de cavacos de madeira, realizado por correias, por um novo realizado por correntes é o foco deste trabalho, que visa reduzir riscos potenciais à segurança, paradas emergenciais e falhas inesperadas no processo produtivo. O correto dimensionamento deste novo sistema deve cobrir a demanda de produção atual e estar apto para demandas maiores conforme a necessidade sem comprometer em nenhum aspecto a produtividade da planta fabril.

1.1 TEMA

O tema do presente trabalho final de curso recai sobre a proposta de equipamento transportador de retalhos de madeira.

1.2 DELIMITAÇÃO TEMÁTICA

Desenvolvimento de um projeto de transportador para cavacos de madeira resultante da manufatura de itens para embalagens e outros.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Entre os diversos tipos de transportadores de cargas leves, a manutenção e a segurança são procedimentos fundamentais, sendo inevitáveis neste tipo de equipamento.

Nesse sentido, a pesquisa deste trabalho tem base em um sistema de transporte de cavacos de madeira tecnologicamente ultrapassado, que gera custos de manutenção permanente bem como paradas imprevistas durante os processos operacionais da empresa, o que causa atrasos nos processos produtivos juntamente com manutenções corretivas emergenciais e ainda, inviabiliza a segurança no trabalho.

Portanto, o problema da pesquisa é pautado no seguinte questionamento: Será a instalação de um transportador por correntes a solução mais segura para garantir um transporte de cavacos de madeira mais eficiente?

1.4 HIPÓTESES

Sendo Gil (2002, p. 31), a hipótese consiste na “ [...] proposição testável que pode vir a ser a solução do problema.”

Assim, a indagação consistente no problema de pesquisa sugere duas hipóteses, que pautaram este Trabalho Final de Curso:

a) A instalação de um transportador por correntes é a melhor alternativa de solução, com base na segurança que o equipamento proporciona, trazendo a garantia de um transporte de cavacos de madeira eficiente e auto-limpante;

b) A instalação de um transportador por correntes não é a melhor alternativa de solução em decorrência de existir a carência de um estudo específico sobre a melhoria de um equipamento funcional que já não atende as necessidades da demanda de um sistema produtivo moderno;

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo geral

Desenvolver uma proposta de um novo transportador de correntes para retalhos de madeira para substituir o sistema atual em operação, determinando características mecânicas e técnicas visando atingir uma performance ideal.

1.5.2 Objetivos específicos

- a) Dimensionar o novo sistema a ser implantado;
- b) Proporcionar maior segurança no ambiente de trabalho;
- c) Diminuir atividades de manutenção;

1.6 JUSTIFICATIVA

A justificativa da pesquisa busca “[...] ressaltar a importância da pesquisa no campo da teoria.” (MARCONI; LAKATOS; 2005, p. 219).

Assim, o trabalho se justifica pela necessidade da empresa União Ambiental LTDA em eliminar falhas e consequentes perdas causadas pelo equipamento em uso, cuja vida útil está ultrapassada. Alguns aspectos sustentam esta justificativa, como segue:

Um equipamento mecânico com décadas em funcionamento, começa a apresentar sinais de fadiga quase que na totalidade de seus componentes inclusive na estrutura, conforme Juvinal (2008), fadiga é o resultado de uma deformação plástica que ocorre em determinado material após centenas ou milhares de ciclos de trabalho, e se apresenta em forma de micro trincas que levam a degradação e posteriormente o colapso dos elementos de máquinas devido a repetidas cargas de trabalho. Mesmo que a substituição de itens com vida útil programada seja feita nas manutenções preventivas e preditivas, os suportes e mancais, entre outros, começam a apresentar desgastes permanentes gerando riscos potenciais tanto à segurança pessoal, patrimonial e produtiva da planta fabril.

Referente aos custos, os valores relacionados à manutenção deste equipamento são elevados, não só na substituição de componentes como também em energia elétrica pois os motores elétricos operantes (14 anos em uso), não operam com a eficiência que possuem os motores atuais recomendados para os transportadores, gerando altos custos e perda de energia, existe também o fator pessoal, onde uma pessoa realiza reparos semanalmente no equipamento, sendo

que num sistema moderno esta manutenção torna-se praticamente nula por ser um sistema auto-limpante.

No tocante a imprevistos como paradas inesperadas, é importante salientar que ocorrem principalmente pelo desgaste dos componentes como citado anteriormente, mesmo com a substituição periódica de componentes como rolamentos, rolos e esteira, a estrutura apresenta vibrações mecânicas devido ao desgaste dos suportes destes itens, que não podem mais ter uma durabilidade previsível, exigindo assim, manutenções corretivas causando atrasos na produção.

Sobre a segurança, por sua vez, é digno de destaque que os riscos representados por um equipamento mecânico desgastado são diversos, a começar na segurança dos trabalhadores que operam a máquina, onde estão expostos a possíveis detritos de peças que podem ser arremessadas da máquina em operação quando algum componente se rompe, bem como os operadores de outros equipamentos de produção que estão próximos ao perímetro de operação da máquina.

Outro ponto em questão é a poeira de madeira produzida pelo transportador em movimento, que por sua vez, trata-se de um sistema de transporte aberto e exposto ao tempo o que gera névoas de partículas finas de madeira picada, onde os operadores precisam usar EPI's respiratórios que não seriam necessários caso o transportador fosse de um sistema fechado. Também existe perda de produto pelo fato do sistema ser aberto, com muito resíduo de madeira caindo pelas extremidades do transportador gerando retrabalho, e em dias chuvosos os retalhos são umedecidos pelo fato do equipamento estar exposto ao tempo, comprometendo assim a qualidade do resíduo em ser reaproveitado em seu destino final.

Entende-se como fase de utilização o transporte, montagem, instalação, ajuste, operação, limpeza, manutenção, inspeção, desativação e desmonte da máquina ou equipamento. As disposições das normas regulamentadoras da associação brasileira de normas técnicas (ABNT), apontam a NR-12 para ser aplicada neste projeto, pois esta norma refere-se à segurança de máquinas e equipamentos novos e usados, exceto nos itens em que houver menção específica quanto à sua aplicabilidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Referente ao tema estudado no presente trabalho, o referencial teórico apresentará todo o embasamento, bem como definições específicas sobre o assunto.

2.1 RETALHOS DE MADEIRA

De forma geral, os cavacos ou retalhos de madeira são derivados de troncos de árvores muito utilizados pelos seres humanos em diversos segmentos, sejam eles industriais ou em sub-produtos destinados à compensados ou queima em caldeiras, o que neste caso denominam-se biomassa, o termo biomassa refere-se a toda matéria orgânica proveniente dos reinos animal e vegetal onde na utilização para fins energéticos pode ser classificada de diversas formas onde, neste caso, como recurso florestal (ESPER, 2016).

Estes detritos são gerados da trituração por meio de picadores, sejam eles em marcenarias, serrarias ou outros setores que utilizam embalagens de madeira por exemplo, que de alguma forma não conseguem reaproveitar diretamente estas sobras. Este produto representa uma economia significativa principalmente na substituição de combustíveis para caldeiras, além de ser ecologicamente correto por se tratar de uma matéria natural a ser descartada (LIPPEL, 2021).

De forma específica, os transportadores mencionados neste trabalho são desenvolvidos para movimentar cargas unicamente compostas de retalhos de madeira do tipo “pinus”, cuja densidade ou peso específico é de 0,45 tonelada por metro cúbico (LIPPEL, 2021).

2.1.1 Esteira transportadora elevatória

A esteira transportadora elevatória é definida como um equipamento destinado aos mais variados setores da indústria, com objetivo de transportar tanto matéria prima ou produtos em carga ou descarga, em transporte horizontal ou elevado em ângulos diversos (LIPPEL, 2021).

Assim sendo as figuras 1 e 2 apresentam um transportador com esteira emborrachada plana, que opera com uma vazão de 60 metros cúbicos por hora com

velocidade da correia de 1,1 metros por segundo. Sua propulsão é feita através de um motor elétrico com potência de 6 cv (cavalo de potência) (LIPPEL, 2021).

Figuras 01 e 02: Transportador com Esteira Emborrachada



Fonte: desenvolvido pelo autor, 2020.

Esteira transportadora em uso na União Ambiental LTDA.

2.2 TRANSPORTADOR POR CORRENTES

Conforme o Catálogo de Transportadores Cobra (2011), estes transportadores realizam o deslocamento de cargas diversas para inúmeros destinos de armazenamento, são mais usados em transportes de cereais, mas sua gama de aplicação pode ser bem variada conforme o tipo de carga que se quer transportar. Podem ser posicionados em ângulos de até 75 graus e são compostos basicamente por:

- a) Corrente sem fim;
- b) Polias e sistemas de deslizamento;
- c) Sistema de propulsão;
- d) Esticador de corrente; e
- e) Cavaletes de fixação.

A configuração deste tipo de transportador é projetada conforme a necessidade que cada cliente possui, porém na maioria dos casos se delimita na combinação de um motor elétrico na parte de descarga (parte superior do transportador), que puxa a corrente em vez de empurrar. Roletes de apoio ou guias lineares que estão distribuídos ao longo do corpo estrutural, que servem apenas para sustentar o deslocamento da mesma de maneira contínua. O esticador cumpre a função de não permitir que a corrente fique oscilando durante o deslocamento e possa causar perdas e poluição sonora, bem como não causar danos nos componentes devido a trepidação e atrito, já os cavaletes servem para o posicionamento de todo o conjunto de transporte (IMAM, 2018).

2.2.1 Transportador de correntes de sistema fechado

Este tipo de transportador é confeccionado em módulos metálicos rígidos, totalmente desmontáveis e de fácil substituição tanto de componentes ou o equipamento como um todo de forma prática e segura. Amplas são as vantagens deste equipamento (METALMEC, 2021).

Segundo Bochert (2013), podem ser instalados ao tempo, por se tratar de um sistema transportador de corpo fechado, o produto e o equipamento não sofrem danos com a ação do tempo como umidade e ressecamento bastante presentes nos sistemas de transporte abertos.

Necessitam de pouco espaço para a instalação, podem ser adaptados em *layouts* diversos conforme a necessidade ou preferência do cliente, proporcionando assim um melhor aproveitamento do espaço físico na planta fabril (BOCHERT, 2013).

São robustos, portanto necessitam de pouca manutenção, são construídos com chapas de aço 1020 com espessura de 2 milímetros nas chapas de cobertura e 4,75 milímetros as demais, sendo todas aparafusadas. Os locais de carga e descarga podem ser instalados em qualquer ponto, dependendo da necessidade do transporte em questão. Este tipo de transportador é basicamente composto por três módulos: Módulo do pé ou calda; módulo do corpo simples e módulo da cabeça (METALMEC, 2021).

2.2.2 Corrente de arraste

Conhecida como corrente *redler*, possui peças dimensionadas para atender as condições de transporte do equipamento, levando-se em consideração o tipo de material que irá transportar. A corrente é composta por elos em “L”, e por elos retos em espaçamentos específicos envoltos por uma bucha central transpassada por um pino fixo com cupilhas (chavetas), de fixação nas extremidades (METALMEC, 2021).

Especificamente em função deste transportador ter a proposta de ser auto-limpante, a corrente possui raspadores auxiliares feitos em nylon e distribuídos a cada 1000mm de corrente. A função destes raspadores é transportar (limpar) pequenas partículas que o elo metálico não consegue transportar devido sua folga entre as extremidades laterais (METALMEC, 2021).

2.2.3 Módulo do pé ou calda

Desenvolvido através de chapas de aço 1020 aparafusadas, possui uma roda lisa para o retorno da corrente, fixada ao conjunto por mancais tipo “FL 208” (padrão comercial), onde rolamentos do tipo “Y 208” permitem o movimento do sistema de retorno da corrente (METALMEC, 2021).

O conjunto eixo-mancal é montado sobre uma placa de chapa grossa, que desliza sobre um trilho guiado por um parafuso tensor, formando um sistema de tensionamento da corrente resistente e eficaz como mostrado na Figura 6 (METALMEC, 2021).

Será apresentada a vista integral e explodida do módulo de pé ou calda nas figuras 06 e 07 na seção dos resultados.

2.2.4 Módulo do corpo simples

Construção desenvolvida em chapa de aço 1020, fabricadas no comprimento longitudinal determinado conforme a necessidade e largura padronizada e uniforme, tendo as chapas laterais aparafusadas na chapa de base e posteriormente a chapa de cobertura aparafusada na parte superior das chapas laterais (METALMEC, 2021).

Na parte interna das laterais é fixado por meio de parafusos uma barra chata de aço que serve como guia para a corrente tanto no transporte quanto para o retorno.

Esta chapa guia evita o desgaste prematuro da estrutura do equipamento pois, a corrente não tem atrito dos elos metálicos com a estrutura da máquina (METALMEC, 2021).

2.2.5 Módulo de cabeça

Fabricada em chapa de aço 1020 e modulada de forma simétrica às medidas do corpo simples, permitindo ajustes de encaixe se necessário. O cilindro motor inteiriço (Eixo/engrenagem), que é o propulsor da corrente, é fixado em seu interior por meio de dois mancais do tipo FC (Padrão comercial) (METALMEC, 2021).

O acionamento do cilindro motor é feito por um motor-redutor acoplado a um eixo de tração de aço 1045 que transmite a força para a engrenagem a qual possui diâmetro de 265 milímetros, e está posicionado à esquerda na parte externa do módulo com rotação no sentido anti-horário (METALMEC, 2021).

2.2.6 Montagem dos componentes

Em função das seções descritas anteriormente, o projeto desenvolvido é composto de cabeça, corpo simples e pé (Calda). Desta forma os componentes são montados aparafusados em conjunto de forma simétrica compondo uma peça única com todos os módulos acoplados e a corrente transportadora distribuída em seu interior. O equipamento possui peso total de 1745 quilogramas (METALMEC, 2021).

2.2.7 Dimensionamento do novo equipamento:

Sabe-se que o picador de madeira em operação na empresa tem capacidade de fluxo entre 40 e 60 toneladas por hora, e também é conhecido que o cavaco de madeira tem peso específico de 0,45 toneladas por metro cúbico. Em função de sua granulometria, o mesmo ocupa um maior volume por peso em relação à madeira em sua forma natural (em toras), pelo fato de ser fracionado.

Tendo o conhecimento destas informações, se usa a equação 1, apresentada por Milman (2002) e adaptada pelo autor, para saber o volume que deve ser transportado em cada hora de trabalho do novo transportador.

$$V. cavaco = \left(\frac{C}{\rho}\right) * t \quad \text{Eq. 1}$$

$V. cavaco$ = Quantidade volumétrica de produto, (m³ / hora).

C = Capacidade total desejada, (Toneladas / hora).

ρ = Peso específico do produto em análise, (Toneladas / m³).

t = Tempo, (hora).

2.2.8 Dimensionamento do corpo e da corrente:

Para estes itens em especial, devido à pouca literatura sobre o uso de transportadores de corrente em movimentação de cavacos de madeira, usou-se os princípios de transporte para grãos e rações, (para rações fareladas usa-se 0,65 toneladas por metro cúbico) (METALMEC, 2021).

Segundo estes conceitos, conforme (Milman, 2002), sabe-se que a altura da camada dentro do transportador é igual à largura de arraste da corrente, (L=B). De acordo com estas informações, aplica-se a equação 2 para calcular a capacidade de movimentação de carga do transportador em estudo.

$$Q = (t * B * L * v * \rho) \quad \text{Eq. 2}$$

Q = Capacidade de transporte, (toneladas / hora);

t = Tempo, (segundos);

B = Largura de arraste da corrente, (metros);

L = Altura do corpo simples acima da corrente, (metros);

v = Velocidade de arraste da corrente, (metros / segundo);

ρ = Peso específico do produto, (toneladas/m³).

Para tal, o equipamento foi dimensionado com 400 milímetros de largura de arraste da corrente, com velocidade de 0,55 metros por segundo.

O Quadro 01 apresenta a correção de capacidade em relação ao ângulo de inclinação.

Quadro 01 - Correção de Capacidade em Relação ao Ângulo de Inclinação

Inclinação em Graus	v
5	0,95
10	0,90
15	0,70
20	0,55
30	0,30

Fonte: Milman, 2002/Adaptado pelo autor, 2021.

Por se tratar de um ângulo de inclinação de 25°, usa-se um valor intermediário entre os ângulos que neste caso, se define entre 20 e 30 graus, onde aplica-se um coeficiente de correção de $v = 0,45$. Assim, para correção do ângulo de inclinação aplica-se a equação 03, qual seja:

$$Q_i = Q * v \quad \text{Eq. 03}$$

Quando inclinadas:

Q_i = capacidade de transporte inclinado (t/h)

Q = capacidade de transporte na horizontal (t/h)

v = fator redutor da capacidade

2.2.9 Características construtivas da corrente:

A largura total da corrente foi pré-determinada em 400 milímetros, e seu comprimento em 22000 milímetros, contando com um peso de 17,54 quilogramas por metro, totalizando 385,88 quilogramas. Desta forma, foi solicitado ao fabricante de correntes transportadoras, (Metalúrgica Falcão, Gravataí, RS), uma cotação sobre o custo de fabricação do metro da corrente juntamente com as características técnicas de construção (METALMEC, 2021).

A corrente é submetida a tratamento térmico, que após sua fabricação apresenta uma carga de ruptura estimada em 12000 quilogramas força. A figura 14 representa o orçamento para a construção da corrente, e os principais dados técnicos da mesma (METALMEC, 2021).

2.2.10 Potência absorvida pelo *redler*:

Para o cálculo da potência do transportador, tem-se por base a equação descrita por Milman (2002, p. 116), onde se descreve a potência que o mesmo absorve para realizar o trabalho desejado, considerando o ângulo de 25° que é o posicionamento do *redler*, sua altura na cabeça (parte de descarga), é de 3,9 metros de elevação.

$$P = \left\{ \frac{[Q * (L + 3 * h) + (7,2 * g * L * V)]}{540} \right\} * F \quad \text{Eq. 04:}$$

Onde:

P = Potência absorvida pelo *redler*, em (cv)

Q = Capacidade, em (Toneladas / hora)

L = Comprimento do *redler*, em (Metros)

h = Altura do *redler* inclinado, em (Metros)

g = Peso da corrente, em (Quilograma / metro)

V = Velocidade da corrente, em (Metros / segundo)

F = Fator de serviço, variação de 1,1 a 1,2

2.2.11 Potência do motor elétrico:

Para o cálculo da potência do motor elétrico, é utilizada a equação 05, descrita por Milman (2002, p.116), da seguinte forma:

$$Pm = \frac{P * G}{E} \quad \text{Eq. 05}$$

Onde:

Pm = Potência do motor elétrico, em (cv)

P = Potência absorvida pelo *redler*, em (cv)

E = Rendimento da transmissão, $E = 1,0$; acionamento com motor-redutor

G = Fator que varia com a potência absorvida pelo *redler*,

O quadro 02 apresenta o fator de acréscimo que varia com a potência absorvida do *redler*.

Quadro 02 – Quadro Fator de Acréscimo para Transportadores de Arraste.

Potência Absorvida pelo <i>Redler</i>	G
<1	2,00
1 a 2	1,50
2 a 4	1,25
4 a 5	1,10
>5	1,00

Fonte: Milman, 2002/Adaptado pelo autor, 2021.

2.2.12 Esforço na corrente:

Conforme a equação descrita por Milman (2002), o esforço na corrente é calculado da seguinte forma:

$$T = \frac{375 * P}{V} \quad \text{Eq. 06}$$

T = Esforço na corrente, em (Kgf)

P = Potência absorvida pelo *redler*, em (cv)

V = Velocidade da corrente, em (m/s)

Para cálculo da velocidade do motor-redutor, aplica-se a equação 07, que é a seguinte:

$$V = \frac{[(D * \pi) * n]}{60} \quad \text{Eq. 07}$$

Onde:

V = Velocidade da corrente, em (m/s)

D = Diâmetro da engrenagem, em (m)

$\pi = 3,141592$

n = Rotação do motor-redutor, em (rpm). Portanto:

Para verificação das constantes, foi realizada consulta na obra *Estática: mecânica para engenharia*, desenvolvido por Hibbeler, em 2011.

Conhecendo a velocidade de rotação calculada, a empresa fabricante do equipamento (METALMEC INDUSTRIAL, 2021), dimensionou o modelo do motor-redutor baseando-se nas características do catálogo que a fabricante de motores (SEW) disponibiliza, conforme figura 15.

2.3 NR-12 E SUA APLICABILIDADE AO TRANSPORTADOR POR CORRENTES

Segundo a associação brasileira de normas técnicas (ABNT), a norma regulamentadora NR-12 se aplica diretamente neste tipo de equipamento (BRASIL, 1978).

A 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 (BRASIL, 1978).

Também traz normas referentes à fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título dos equipamentos, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais NRs aprovadas pela portaria Ministério do Trabalho 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 (BRASIL, 1978).

3 METODOLOGIA

No tocante aos métodos ou técnicas empregadas para a realização do trabalho, é possível verificar que o tipo de pesquisa adotado é a pesquisa exploratória, tendo em vista que o trabalho tem por objetivo desenvolver o projeto de um novo transportador de correntes para retalhos de madeira para substituir o sistema atual em operação, determinando características mecânicas e técnicas visando atingir uma performance ideal.

Nesse sentido, sobre a pesquisa exploratória, Gil (2002) dispõe que:

[...] estas pesquisas têm por objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas à torna-lo mais explícito ou constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições (GIL, 2002, p. 41).

Dessa forma, a pesquisa foi desenvolvida, inicialmente, de forma bibliográfica para responder os objetivos propostos. Assim, foi realizada uma busca nas obras referentes à matéria, com a finalidade de proporcionar, uma visão geral sobre as características dos materiais, definição de fórmulas e parâmetros que influenciam no dimensionamento dos elementos de máquinas (SILVA, 2016).

Quanto à coleta de dados, foram utilizadas as equações referentes a capacidade de carga do transportador e da potência absorvida, com a utilização das equações que determinam a potência para movimentar a corrente, a potência para movimentar a carga e a potência para vencer o desnível. Foram utilizados valores como velocidade, capacidade de carga, largura da corrente, e desnível vertical.

Para a análise dos dados criou-se um quadro comparativo de valores encontrados, visando demonstrar a viabilidade de instalação do novo equipamento. Referente aos recursos necessários para o desenvolvimento do projeto foi realizada uma pesquisa inicial em campo sobre o transportador de esteira emborrachada, o qual está em operação na empresa União Ambiental LTDA, para adquirir dados reais de operação do equipamento e a real necessidade da empresa em substituir o transportador. Na sequência da pesquisa, adotou-se um estudo na bibliografia referente ao tema de transportadores similares para responder os objetivos propostos de forma clara, utilizando-se livros, internet, catálogos, revistas e monografias disponíveis.

Para o dimensionamento do novo transportador do tipo *redler* com correntes de sistema fechado, buscou-se informações junto a empresa Metalmec, situada na cidade de Estrela, RS, a qual trabalha diretamente na manufatura destes transportadores, e com os dados coletados realizou-se o desenvolvimento do projeto utilizando o *software DS-Solidworks*, para desenvolver as imagens, e os cálculos deram-se sobre a nova estrutura do transportador levando em consideração características produtivas como carga de transporte, velocidade das partes móveis, potência, esforço da corrente, cujo equacionamento teve base no catálogo descrito por Milman (2002), juntamente com os quadros anexados neste trabalho.

Na análise dos resultados, foi desenvolvido um quadro comparativo com os valores encontrados nos cálculos realizados e os valores coletados em campo relacionando o transportador em operação com o transportador projetado, visando responder o objetivo geral do presente estudo e a implantação deste projeto.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os dados resultantes de toda a pesquisa, no intuito de responder o objetivo geral e os objetivos específicos do trabalho. Apresenta-se uma análise do autor perante as informações obtidas.

A proposta do novo transportador resume-se em entregar 60 toneladas por hora de produto, onde o transportador por correia a ser substituído entrega 28 toneladas por hora.

4.1 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

O Quadro 03 apresenta as comparações dos resultados entre os principais valores que são levados em consideração na instalação de transportadores.

Quadro 03 –Comparação dos Resultados

DESCRIÇÃO	TRANSPORTADORES	
	Por Correia	Por Corrente
Volume de Transporte	60 m ³ /h	133 m ³ /h
Capacidade de Transporte	28 Ton/h	64,14 ton/h
Potência do Transportador	6 cv	4,41 cv
Potência do Motor-redutor	6 cv	4,81 cv
Velocidade do Transportador	1,1 m/s	0,55 m/s

Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2021.

Os dados apresentados no Quadro 03 referentes ao transportador por correia, foram coletados do manual do fabricante (LIPPEL, 2021), porém estes dados não podem ser conferidos através de cálculos devido ao desgaste que o equipamento apresenta atualmente. Desta forma, os dados estão sendo apresentados conforme constam no manual, no entanto, o elevado estado de deterioração do transportador por correia, visivelmente não atende à esta capacidade de transporte e potência no

quadro citadas, pois há perdas de potência no motor-redutor cuja vida útil está ultrapassada.

Conforme pode-se observar no Quadro 03, os valores propostos para o transportador de correntes duplicam a capacidade de carga do equipamento em operação, (transportador de correia), valores estes que foram encontrados através das equações 01; 02 e 03.

O mesmo resultado pode ser observado na questão do volume de cavacos que o novo equipamento pode entregar, confirmando assim uma alta produtividade do novo transportador e uma performance de trabalho ideal para as necessidades imediatas da empresa.

O volume de transporte obtido com a aplicação da equação 01 foi o seguinte:

$$V. cavaco = \left(\frac{60}{0,45} \right) * 1$$

$$V. cavaco = 133,33 \text{ m}^3 / \text{hora.}$$

Por sua vez, o resultado obtido com a aplicação da equação 02, referente à capacidade de movimentação de carga foi o seguinte:

$$Q = (3600 * 0,4 * 0,4 * 0,55 * 0,45)$$

$$Q = 142,56 \text{ Toneladas/hora.}$$

Este valor aplica-se ao transportador a 0° de desnível. No entanto, tem-se um desnível de 25° em relação ao solo.

Usando o fator de correção do quadro 01 que dispõe sobre a Correção da Capacidade em Relação ao Ângulo de Inclinação, aplica-se a equação 03, para chegar ao resultado real:

$$Qi = 142,56 * 0,45$$

$$Qi = 64,14 \text{ Toneladas/hora.}$$

Este valor representa a real capacidade de transporte do novo transportador por corrente, e foi conferido e aprovado pela empresa fabricante Metalmec.

4.2 POTÊNCIA

A definição da potência absorvida pelo transportador foi obtida da aplicação da equação 04, e apresenta uma redução considerável em cavalos de potência em relação ao transportador de correias.

Este transportador (de correias), também apresenta perdas de potência pelo fato de não haver uma devida aderência entre o cilindro propulsor e a correia transportadora, o que ocasiona um deslize entre estes dois componentes quando a carga de transporte é volumosa.

Não há perdas de potência no transportador de correias pelo fato de sua transmissão ser por engrenagem, o que não permite deslize entre os componentes. Neste sentido, escolheu-se o motor-redutor citado na figura 15, cuja capacidade é de 4,81 cavalos de potência, o que ocasiona uma menor potência instalada e conseqüentemente uma redução significativa no consumo de energia elétrica, (aproximadamente 20% de redução). Assim, aplica-se a equação 04, cujo resultado é o seguinte:

$$P = \left\{ \frac{[64,15 * (10,6 + 3 * 3,9) + (7,2 * 17,54 * 10,6 * 0,55)]}{540} \right\} * 1,1$$

$$P = 4,41 \text{ cv}$$

O uso da equação da potência absorvida é necessário para se chegar ao valor da potência do motor elétrico. Então, utiliza-se a equação 05. Para determinar este valor:

$$P_m = \frac{4,41 * 1,1}{1}$$

$$P_m = 4,85 \text{ cv.}$$

Por fim, para se chegar ao valor de esforço da corrente, foi aplicada a equação 06, cujo resultado foi o seguinte:

$$T = \frac{(375 * 4,41)}{0,55}$$

$$T = 3006 \text{ Kgf}$$

Assim, com o cálculo da equação 06, é possível selecionar o modelo do motor-redutor a ser utilizado para a propulsão do equipamento. Essa análise pode ser feita através do cálculo da rotação que o motor deve entregar ao conjunto eixo/engrenagem, conforme a equação 07, cujo resultado será trazido na seção seguinte.

4.3 VELOCIDADE

A velocidade de transporte se reduz em 50% com relação ao transportador de correias, porém tem uma capacidade de arraste muito maior, conforme é visível no quadro 03. Com a velocidade reduzida é possível garantir uma vida útil maior ao equipamento e promover um transporte mais concentrado e eficaz, o que reduz perdas de produto na parte de descarga e evita surgimento de névoas de resíduos.

Por sua vez, para se chegar à velocidade do motor-redutor, foi aplicada a equação 07, cujo resultado foi o seguinte:

$$0,55 = \frac{[(0,265 * 3,141592) * n]}{60}$$

$$n = \frac{0,55 * 60}{0,8325}$$

$$n = 39,64 \text{ rpm}$$

Através deste valor é possível determinar o modelo do motor-reductor à ser instalado no novo transportador por corrente, o qual está apresentado no Anexo B do presente trabalho.

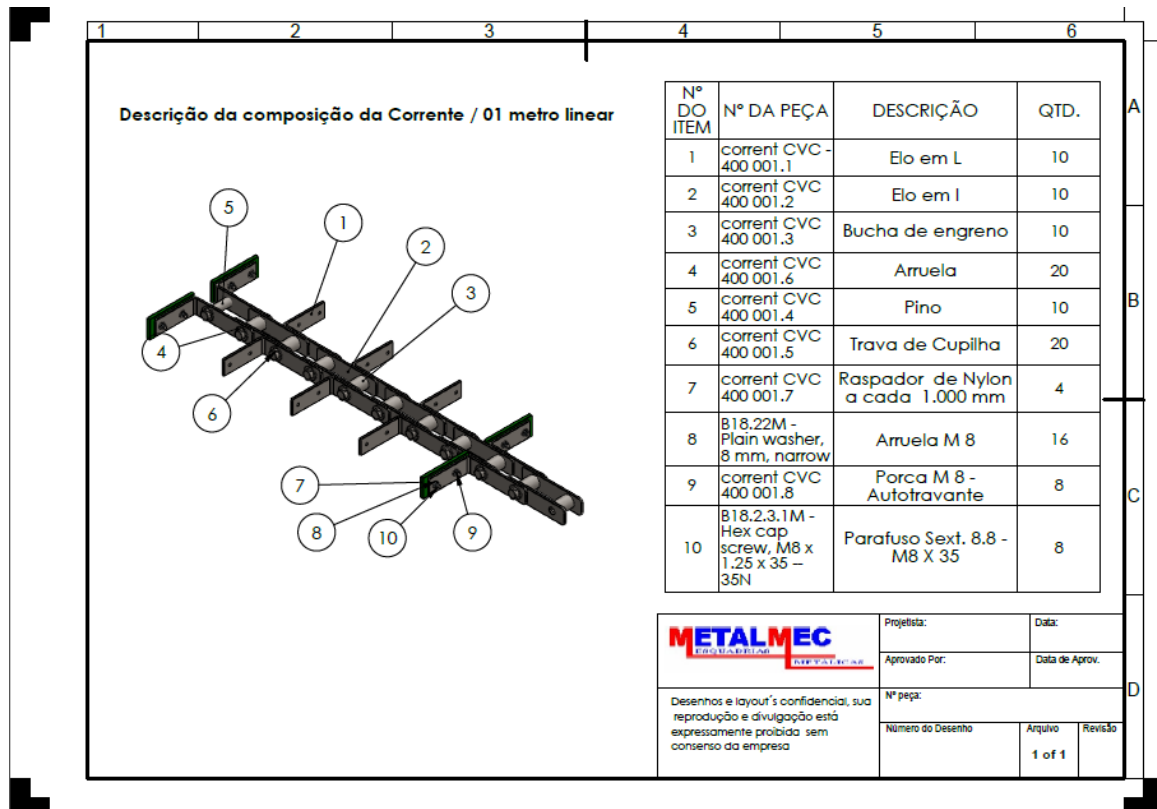
4.4 COMPONENTES DO TRANSPORTADOR

4.4.1 Corrente de arraste montada

As figuras 03 a 13 foram desenvolvidas pelo autor junto à empresa METALMEC, fabricante de transportadores, (Estrela. RS).

Conforme verifica-se pela figura 03, a corrente de arresto é composta por elos em “L”, bucha, pino, raspador UHMW/Nylon e de Elo Reto.

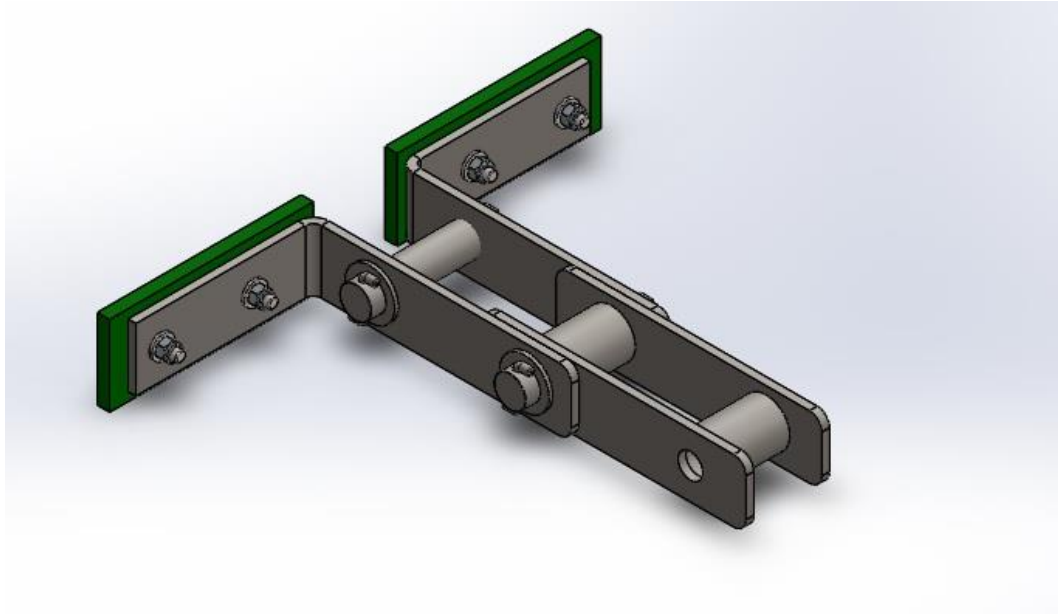
Figura 03: Corrente de Arraste



Fonte: Desenvolvido pelo autor/METALMEC, 2021.

Todos os segmentos da corrente possuem mobilidade entre si, o que permite o transporte e retorno de todo o conjunto que forma a corrente, conforme pode-se visualizar na figura 04.

Figura 04: Segmento da Corrente: vista integral.

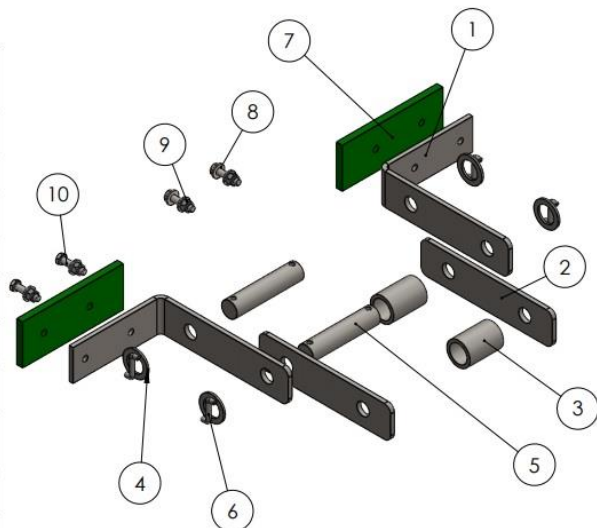


Fonte: Desenvolvido pelo autor/METALMEC, 2021.

A figura 05, por sua vez, ilustra que cada segmento é composto por 34 itens, onde os elos são fabricados em aço 1020 e os pinos e buchas em aço 1045.

Figura 05 – Segmento da corrente: vista explodida.

Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	corrent CVC - 400 001.1	Elo em L	02
2	corrent CVC 400 001.2	Elo Reto	02
3	corrent CVC 400 001.3	Bucha	02
4	corrent CVC 400 001.6	Arruela	04
5	corrent CVC 400 001.4	Pino	02
6	corrent CVC 400 001.5	Cupilha	04
7	corrent CVC 400 001.7	Raspador em UHMW	02
8	B18.22M - Plain washer, 8 mm, narrow	Arruela Lisa - Raspador	08
9	corrent CVC 400 001.8	Porca 8,0 mm - Parlock	04
10	B18.2.3.1M - Hex cap screw, M8 x 1,25 x 35 --35N	Parafuso M8 x 35 mm	04

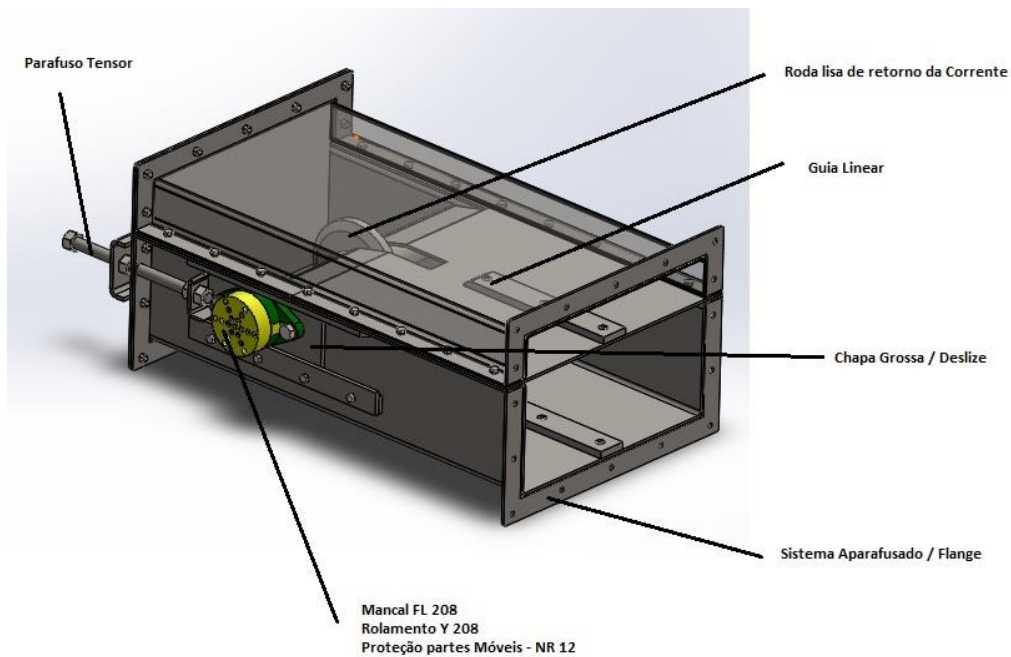


Fonte: Desenvolvido pelo autor/METALMAC, 2021.

4.4.2 Módulo do pé ou calda

Neste conjunto, o único contato que a corrente possui com a estrutura é diretamente sobre a guia linear e com a roda lisa de retorno, desta forma não há desgaste nos componentes pelo fato de não existir atrito entre as peças, o que pode ser observado na figura 06.

Figura 06 – Módulo de pé ou Calda: vista integral.



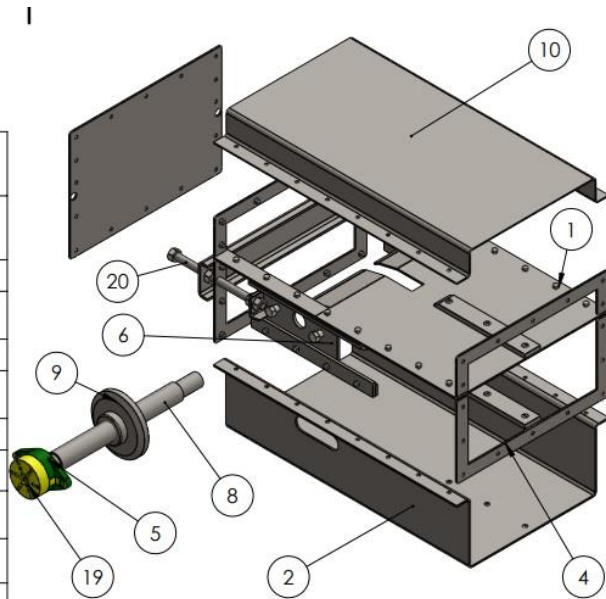
Fonte: Desenvolvido pelo autor/METALMEC, 2021.

O item destacado na cor amarela se trata de uma proteção da parte móvel do eixo, não permitindo a exposição do mesmo na parte externa da estrutura.

A figura 07 apresenta o conjunto que compõe a parte de entrada do produto à ser transportado, e onde os ajustes na tensão da corrente podem ser realizados através do item número 20.

Figura 07 – Módulo de pé ou calda: vista explodida.

Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	PRJT TNS 001.1	Parafuso Sext 8.8 3/8" x 1" + Arruela e Porca 3/8"	42
2	PRJT TNS 001.2	Tampa inferior tensor	1
4	PRJT TNS 001.5	Flange Junção Módulos	2
5	mancal fl 208	Mancal FL 208 + Y 208	2
6	PRJT TNS 001.6	Chapa Grossa / Deslize	2
8	PRJT TNS 001.7	Eixo Tensor / SAE 1045	1
9	PRJT TNS 001.4 (2)	Polia lisa Tensor	1
10	PRJT TNS 001.8	Tampa Superior / Fechamento	1
19	PRJT TNS 001.17	Proteção Partes Móveis / NR 12	2
20	PRJT TNS 001.18	Barra Roscada tensor	2

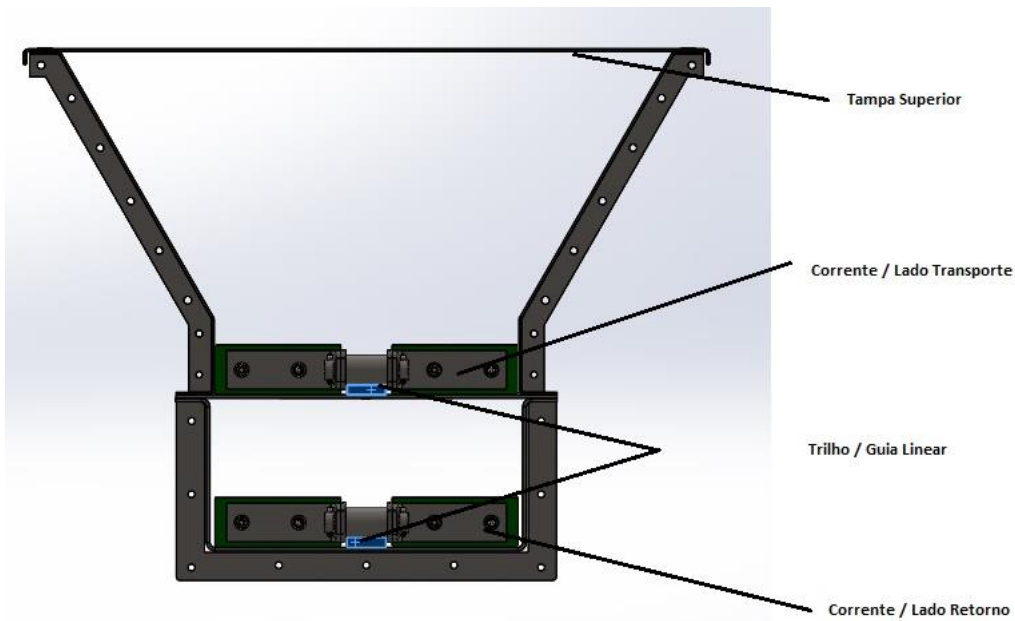


Fonte: Desenvolvido pelo autor/METALMEC, 2021.

4.4.3 Módulo de Corpo Simples

A figura 08 apresenta a vista frontal do módulo de corpo simples, com tampa superior, corrente/lado transporte, trilho/guia linear, corrente e lado retorno.

Figura 08: Módulo de Corpo Simples: vista frontal.

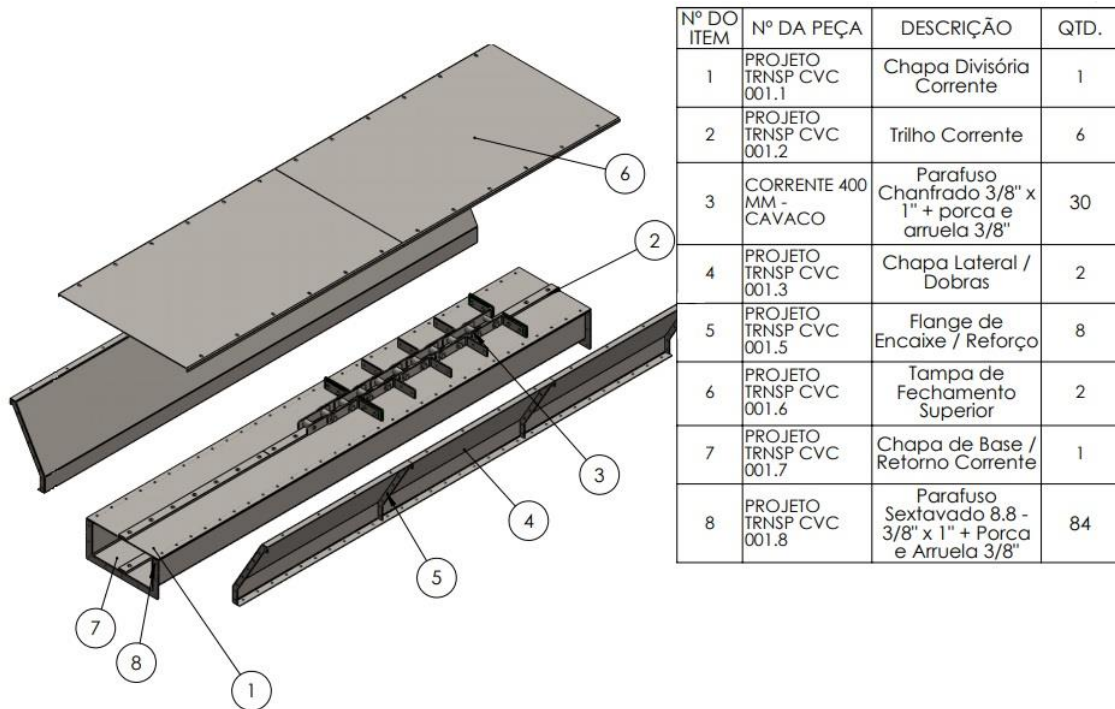


Fonte: Desenvolvido pelo autor/METALMEC, 2021.

Os detalhes em azul na figura 08 ilustram o posicionamento do trilho guia, que evita o contato dos elos com a estrutura da máquina e serve como pista de rolamento para a corrente transportadora.

A figura 09 apresenta a vista explodida do módulo de corpo simples, com suas peças enumeradas.

Figura 09: Vista explodida: módulo de corpo simples.

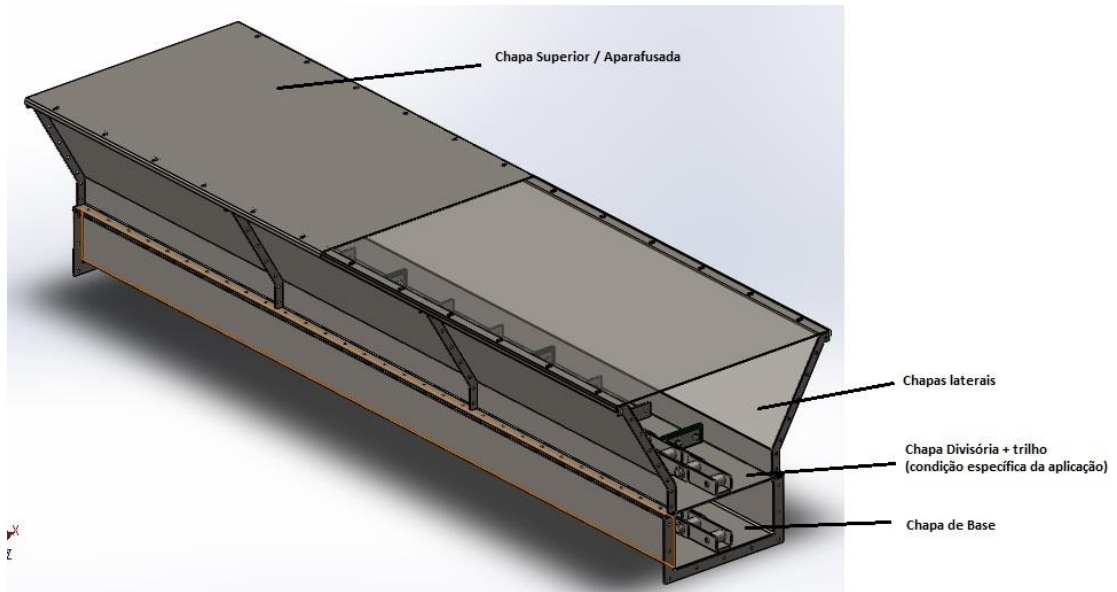


Fonte: Desenvolvido pelo autor/METALMEC, 2021.

A estrutura do corpo simples representa a via por onde se desloca o fluxo de produto, e é a maior parte do transportador como é possível visualizar na figura 09, que ilustra todos os componentes de sua montagem.

A figura 10 apresenta o módulo de corpo simples com vista de corpo aberto e parcial.

Figura 10: Módulo de corpo simples: vista de corpo aberto parcial.



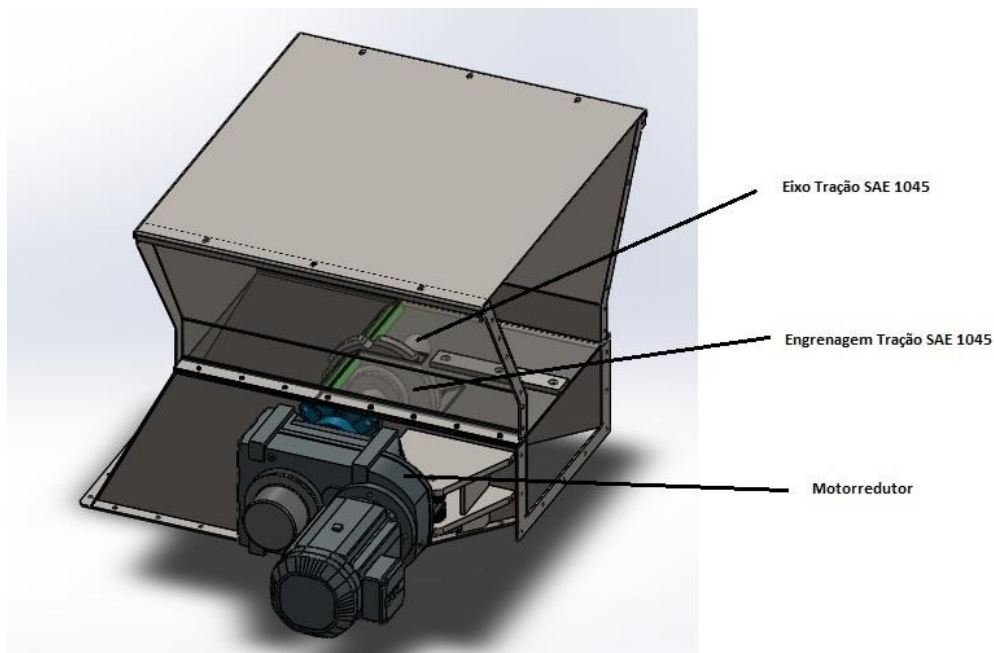
Fonte: Desenvolvido pelo autor/METALMEC, 2021.

Visualiza-se, desse modo, a montagem e o posicionamento das chapas metálicas, com a corrente em seu local de operação.

4.4.4 Módulo de Cabeça

A figura 11 apresenta a montagem integral do modo de cabeça, que é sistema propulsor da corrente transportadora.

Figura 11: Módulo de Cabeça: montagem integral.

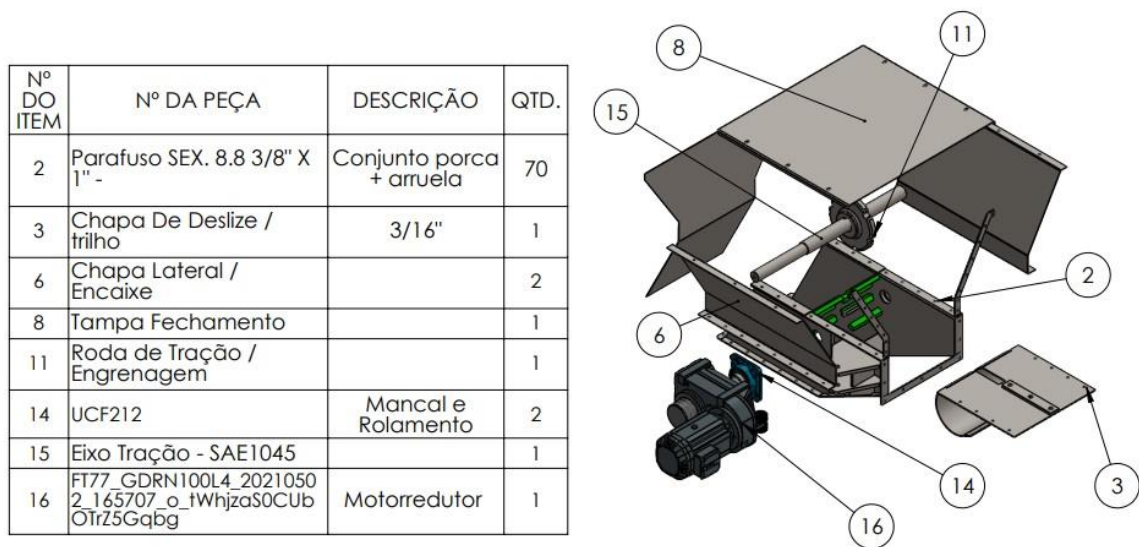


Fonte: Desenvolvido pelo autor/METALMEC, 2021.

Desse modo, ilustra o sistema propulsor da corrente transportadora, e sua estrutura representa o ponto de descarga do produto.

A figura 12 apresenta a vista explodida do módulo de cabeça.

Figura 12 – Módulo de Cabeça: vista explodida.



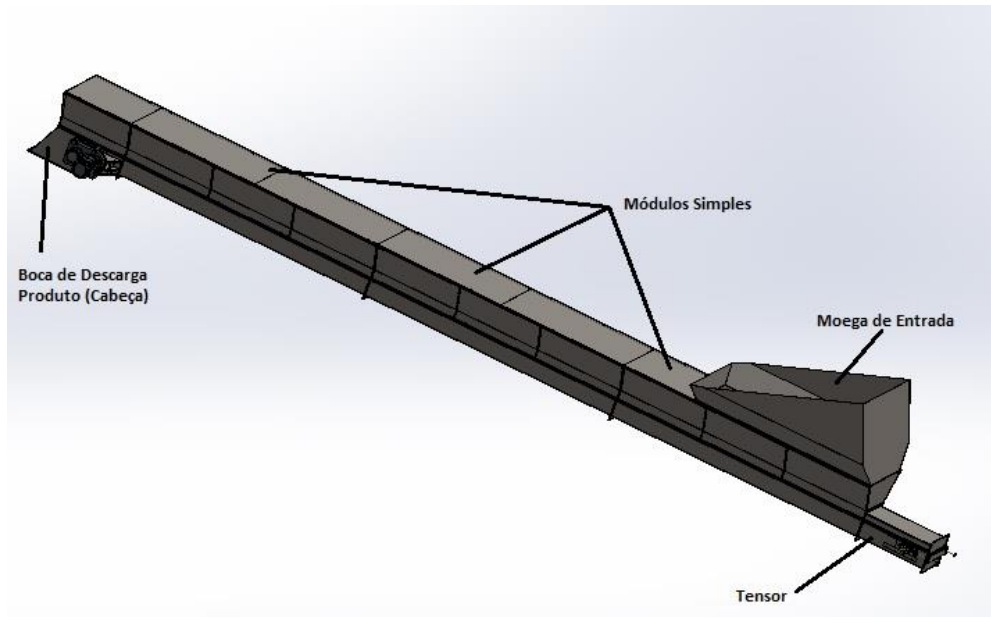
Fonte: Desenvolvido pelo autor/METALMEC, 2021.

Conforme é possível verificar na figura 12, o módulo de cabeça possui 79 itens em sua construção e constitui a parte final do transportador.

4.4.5 Montagem dos componentes

Para total funcionalidade do transportador, o produto a ser transportado entra na máquina através de uma moega (módulo de pé ou calda), e descarrega pela boca de descarga (cabeça), conforme ilustrado na figura 13:

Figura 13 – Transportador por Correntes: montagem integral.



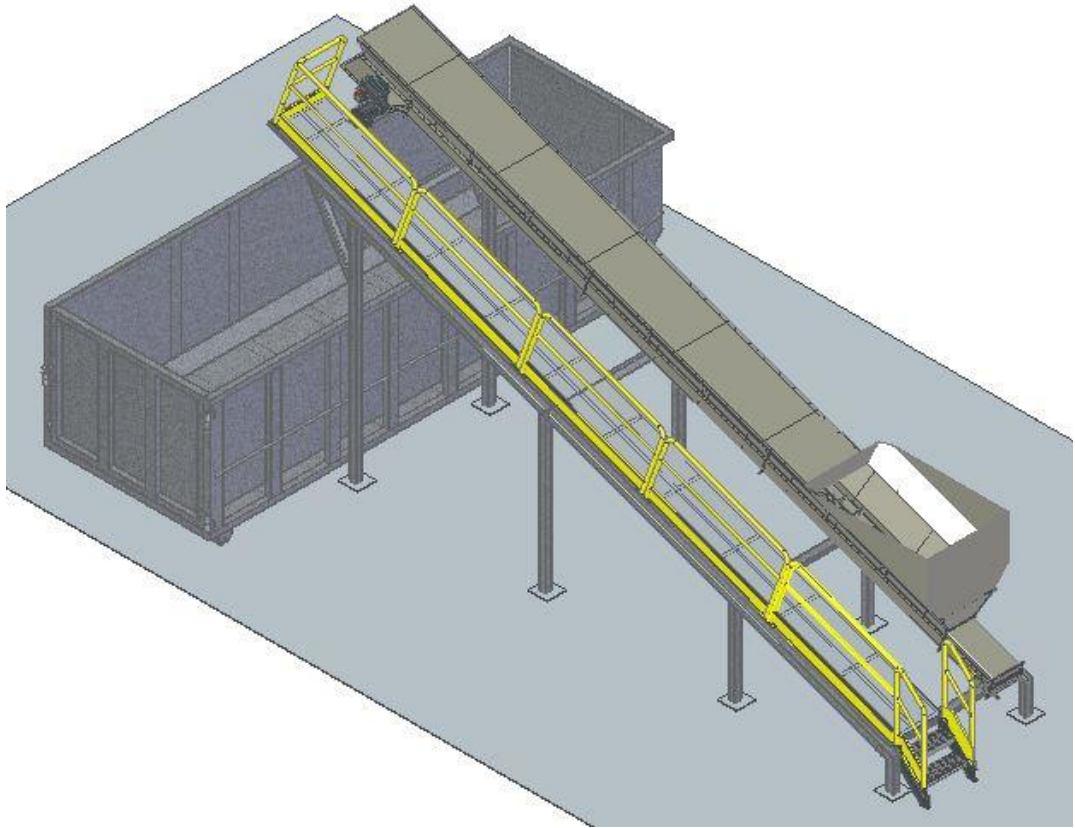
Fonte: Desenvolvido pelo autor/METALMEC, 2021.

A Figura 13 ilustra o sistema transportador completamente fechado, e pronto para ser instalado em seu local de trabalho.

4.5 MANUTENÇÃO

Em relação à reparos necessários, as atividades são praticamente nulas se forem seguidas as instruções do manual do fabricante, (METALMEC, 2021), pois o equipamento é construído justamente com a finalidade de não necessitar manutenções, pelo fato de ser auto-limpante e apresentar uma estrutura extremamente robusta. No caso de acontecer alguma avaria no equipamento por algum fato imprevisto, é possível acessar estes danos através de uma passarela que é instalada na estrutura de suporte da máquina por meio de parafusos, como mostra a figura 16.

Figura 14: *Redler* Instalado



Fonte: desenvolvido pelo autor, 2021.

Na figura 16, destaca-se na cor amarela a passarela de acesso para possíveis reparos no equipamento.

4.6 SEGURANÇA

O equipamento é extremamente seguro por não apresentar partes móveis expostas e se tratar de um sistema fechado, desta forma, mesmo estando em funcionamento não apresenta riscos aos operadores, pois os mesmos são impossibilitados de acessar os componentes em movimento. Com este sistema compacto, o transportador não produz névoas de resíduos triturados em transporte que possam ser inalados por funcionários e outros, considerando também os anexos da NR 12, citada no referencial teórico deste trabalho, que visa manter a segurança e integridade física dos trabalhadores com relação a este tipo de equipamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término do presente estudo é possível afirmar que os objetivos geral e específicos foram atingidos. Devido os cálculos e detalhes de dados obtidos na pesquisa, torna-se visível a viabilidade da instalação do novo projeto do equipamento transportador de retalhos de madeira.

Quanto ao objetivo geral, o estudo esclarece as características técnicas e mecânicas do equipamento, e os números encontrados através das equações aplicadas, demonstram uma performance de trabalho bem superior ao transportador atual em operação na empresa, fazendo desta forma ser viável a substituição do mesmo.

Na questão do dimensionamento do novo transportador, que faz parte dos objetivos específicos, conclui-se que os valores apresentados são coerentes com as definições do projeto realizado, e aprovados pelo setor de engenharia da empresa parceira no desenvolvimento dos estudos, Metalmecc-RS.

As perdas de produto são praticamente impossíveis de ocorrer com a implantação do novo transportador, pois trata-se de um sistema de transporte completamente fechado, o que impossibilita que o produto escoe pelas partes laterais do transportador, e também não sofra com ações relacionadas ao clima. Outro fator importante é a economia em energia elétrica, pois a potência instalada do novo equipamento é inferior a potência do equipamento em uso, reduzindo em 20% o consumo de energia como demonstram os resultados.

Em questão de segurança é possível constatar um grau elevado, por se tratar de um equipamento que não apresenta partes móveis expostas gerando riscos potenciais de acidentes no trabalho, juntamente com a aplicação da norma NR-12 têm-se a garantia de um equipamento extremamente seguro em operação.

O sistema auto-limpante proporciona uma ampla redução nos custos de manutenção. O transportador é projetado para não necessitar reparos em um longo período de tempo, aplicando-se à ele apenas manutenções preditivas citadas no manual que acompanha o equipamento, desta forma, a vida útil do transportador por correntes é estimada em 25 anos operante, estimativa esta fornecida pelo fabricante, Metalmecc-RS.

Devido a escassa literatura a respeito de transportadores, e a restrição das empresas fabricantes destas máquinas em fornecerem informações, não foi possível ter conhecimento dos valores de instalação de outros modelos de equipamentos para comparar com este projeto, no entanto, as vantagens de instalação deste transportador são visivelmente atrativas e eficientes, garantindo o retorno do investimento e a viabilidade de implantação deste projeto. Por fim, o presente estudo atingiu os objetivos propostos e responde às duas hipóteses deste trabalho de forma positiva para a primeira indicando que sim, a instalação de um transportador de correntes para retalhos de madeira é a melhor alternativa de solução para o problema, e negativa para a segunda, por se tratar da não instalação do projeto.

REFERÊNCIAS

BOCHERT, Fernando. **Projeto Conceitual de um Sistema para Estufagem de um Container**. 2013, 109f. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação do Curso Superior de Engenharia Mecânica da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ Panambi, 2013. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/1714/TCC%20-%20Fernando%20Borchert%20%28Ver.C%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em jun. de 2021.

ESCOLA NACIONAL DA INSPEÇÃO DO TRABALHO. **NR – 12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos**. Disponível em: < 120 https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-12.pdf >. Acesso em: jun. de 2021.

DA SILVA, Gilberto Carvalho. **Dimensionamento de uma Pista de Rolamento para Transportador Transversal de Dupla Corrente de Rolos de um Forno Secador**. 2016, 47f. Trabalho Final de Curso - Bacharelado em Engenharia Mecânica. FAHOR, 2016.

ESPER, Alexandre Elias. **Aproveitamento de Biomassa de Madeira como Fonte de Geração Renovável de Energia: Estudo de Caso**. 2016, 62f – Trabalho de Curso- Graduação do Curso Superior de Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Curitiba, 2016. Disponível em: < http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/9122/1/CT_COECI_2016_2_1.pdf >. Acesso em nov. de 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4ª Edição. São Paulo: Atlas, 2002.

HIBBELER, R.C. **Estática: mecânica para engenharia**. Tradução: Daniel Vieira. Revisão técnica: José Maria Campos dos Santos. 12ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

IMAM CONSULTORIA. Catálogo de Transportadores Contínuos para resíduos: conheça os principais modelos desse equipamento para movimentação dos resíduos metálicos. **Revista intraLOGÍSTICA**, dez. de 2018. Disponível em: <https://fdocumentos.tips/document/transportadores-continuos-para-residuos-os-transportadores-tubulares-de-ar-raste.html>. Acesso em dez. de 2020.

LIPPEL. **Esteira Transportadora de Correia - Movimentação com Agilidade**. Disponível em: <https://www.lippel.com.br/movimentacao-e-dosagem/esteira-transportadora-de-correia-movimentacao-com-agilidade/?lng=pt>. Acesso em 02 de jun. de 2021.

COBRA. **Catálogo de Transportadores Cobra**. Cobra Correntes Transportadoras, 2011. Publicado em mar. De 2016. Disponível em:

<https://fdocumentos.tips/document/catalogo-de-transportadores-cobra-2011.html>.
Caxias do Sul, 2011 . Acesso em dez. de 2020.

MILMAN, Mário José. **Equipamentos para pré-processamento de grãos**. Pelotas:
Editora Gráfica Universitária, UFPEL, 2002.

METALMEC INDUSTRIAL. Fabricante de equipamentos. **Catálogo de Transportadores Redler**. Contato: Maurício Alberti. Telefone: 3712-2238; 014 (51) 98116-9180. Catálogo e projetos disponíveis em: <http://metalmec-rs.com.br/produtos?EQUIPAMENTOS%20P/%20TRANSPORTE-REDLER&categoria=001&produto=000003>. Estrela, 2021.

ANEXO A – CUSTO DE FABRICAÇÃO DO METRO DA CORRENTE E CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO



Metalúrgica
FALCÃO
Movimento à Indústria

Desde 1962
metalurgicafalcao.com.br
RS 118 - KM 20 - Gravataí | RS Brasil
☎ **51 3406.9600**

Gravataí / RS, 18 de maio de 2021.

À

METALMEC
Estrela/RS

A/C: **Sr. Maurício Alberti**

Fone: **(51) 3712 2238**

Email: **mauricio.alberti@metalmec-rs.com.br**

Ref:

Proposta Comercial nº 0302-21

Departamento:

Segmento:

Vossa coleta de Preços nº:

Prezado(s) Senhor (es):

Agradecemos vossa consulta e informamos abaixo, condições gerais de fornecimento para:

Item	Descrição do produto	Qtde.	Unid.	Valores expressos em R\$	
				Valor Unitário	Valor Total
01	Elos de esteira Falcão, tipo redler. Passo 125mm , entre placas 55mm, elos 1/4" x 50,80". Bucha 38,1" e pino 25,4" . Com largura máxima de 367,70 mm . Raspadores pares (UHMW 10mm) a cada 8 passos. Carga de ruptura teórica: 12.000/kgf	22	M	679,00	14.938,00

Garantia: Cobre defeitos de materiais e / ou erros de fabricação, não cobrindo erros de projeto ou montagem inadequada do equipamento, sendo o material em questão substituído sem ônus para o cliente.

Condições gerais de fornecimento:

ICMS (INCLUSO) *RS (12%) considerado para faturamento*

Prazo de Entrega..... *Prazo estimado de entrega 04/06/21.*

Condições de Pagamento..... *28dd.*

Frete..... *FOB – Gravataí – RS – Favor indicar transportadora no pedido*

Marca..... **FALCÃO**

Embalagem..... *Pallets*

Validade da Proposta..... *05 dias*

Alterações posteriores a esta proposta, deverão ser reavaliadas por nosso departamento de engenharia e orçamentos.

Atenciosamente,

Aline do Val

Departamento Comercial

Fone: 51.3406.9615

WhatsApp: 51.984-474054

comercial1@metalurgicafalcao.com.br

Fonte: METALMEC, 2021.

ANEXO B – CATÁLOGO SEW EURODRIVE

Product information



Catalog designation

FT77DRN100L4

Parallel-shaft helical gear units F + AC motors DRN.. (IE3)

Product data

Rated motor speed	[1/min]: 1758
Output speed	[1/min]: 40
Overall gear ratio	: 43,58
Output torque	[Nm]: 880
Service factor SEW-FB	: 1,70
Mounting position	: M1
Base / top coat	: 7031 Blue gray (51370310)
Position of connector/terminal box	[°]: 0
Cable entry/connector position	: X
Hollow shaft	[mm]: 50
Lubricant quantity 1st gear unit	[Liter]: 5,9
Motor power	[kW]: 3,7
Duration factor	: S1-100%
Efficiency class	: IE3
Efficiency (50/75/100% P _n)	[%]: 87,75 / 89,4 / 89,5
CE mark	: Yes
Motor voltage	[V]: 220/380
Wiring diagram	: R13
Frequency	[Hz]: 60
Rated current	[A]: 15 / 8,7
Cos Phi	: 0,72
Thermal class	: 155(F)
Motor protection type	: IP55
Design requirement	: Brazil (ABNT)
Motor mass moment of inertia	[10 ⁻⁴ kgm ²]: 111,00
Weight	[kg]: 90,00



Additional feature

Design specification Brazil (ABNT)

Thermal class 155(F)

Degree of protection IP 55

Voltage, frequency, winding

Fonte: SEW, 2021