

**CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ**

**CLEVERSON RODRIGUES DOS REIS**

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DO AUMENTO DA CAPACIDADE DE  
TRANSPORTE DE GRÃOS DE UM ELEVADOR DE CANECAS**

**CASCABEL - PR  
2019**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ**

**CLEVERSON RODRIGUES DOS REIS**

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DO AUMENTO DA CAPACIDADE DE  
TRANSPORTE DE GRÃOS DE UM ELEVADOR DE CANECAS**

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

**Professor Orientador: Msc. Eng. Mec.  
Carlos Alberto Breda**

**CASCADEL - PR  
2019**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ**

**CLEVERSON RODRIGUES DOS REIS**

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DO AUMENTO DA CAPACIDADE DE  
TRANSPORTE DE GRÃOS DE UM ELEVADOR DE CANECAS**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob orientação do Prof. Msc. Eng. Mecânico Carlos Alberto Breda.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador Prof. Msc. Carlos Alberto Breda  
Centro Universitário Assis Gurgacz  
Engenheiro Mecânico

---

Professor Msc. Eliseu Avelino Zanella Junior  
Centro Universitário Assis Gurgacz  
Engenheiro Mecânico

---

Professor Geovane Duarte Pinheiro  
Centro Universitário Assis Gurgacz  
Engenheiro de Controle e Automação

Cascavel, 27 de novembro de 2019.

## **DEDICATÓRIA**

A Deus, pelo precioso dom da vida.

A minha mãe, pelo apoio e incentivo.

Aos meus familiares, pelo carinho e estímulos que me ofereceram,  
dedico-lhes essa conquista como gratidão.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pai, que esteve sempre ao meu lado servindo de refúgio nas horas mais difíceis.

Agradeço também a minha família, pelos incentivos, conselhos e pelo grande apoio em todos os momentos.

Agradeço a meus colegas e amigos de classe, pela união, apoio e incentivo mútuo durante a trajetória do curso.

Expresso também agradecimento em especial a Fernando Longo, pela amizade, apoio e auxílios prestados no desenvolvimento deste trabalho.

Ao orientador Carlos Alberto Breda, pelos valiosos conselhos, ensinamentos e dedicação com este trabalho.

Por fim, agradeço ao Centro Universitário FAG e seu corpo docente, cujos conhecimentos com estes obtidos, me foram à base técnica necessária para desenvolvimento deste trabalho.

## RESUMO

REIS, Cleverson Rodrigues. **Estudo de viabilidade técnica do aumento da capacidade de transporte de grãos de um elevador de canecas**. 2019. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Mecânica) – Centro Universitário Assis Gurgacz, 2019.

Para equipamentos voltados ao segmento de movimentação de cereais a granel, a capacidade de transporte destes, são de fato, fatores que influenciam diretamente na quantidade de armazenagem e fluxo de produção do produtor. Para o dado transportador de elevação de canecas já instalado *in loco*, a fim de melhorar sua eficácia de trabalho e otimizar os recursos e bens produtivos dos produtores, determinada empresa realizou um estudo para aumento da capacidade de transporte do equipamento sem impactar em alterações significantes neste. Portanto, o objetivo da pesquisa foi analisar os dados obtidos para verificar o aumento da capacidade de transporte de soja no elevador de canecas. Sendo necessário o inventário coletando as características técnicas, físicas e capacidade de transporte do equipamento instalado de forma a viabilizar as suas possíveis mudanças e definindo-se um novo passo entre as canecas. Com os dados coletados, inicia-se os cálculos, verificação da mudança com pesquisa literária e verificação da veracidade dos dados apontando os resultados obtidos, estes ilustrados por meio de gráficos os quais demonstram as alterações. Portanto, a partir dessas características e realizados os cálculos, utilizando a base de matéria prima soja, observou-se a partir do estudo que houve um aumento significativo de 20,92% na capacidade de transportar o referido produto no equipamento. Observa-se também que para as vazões coletadas, encontraram-se variações em seus valores teóricos com reais, isso devido a fatores no qual são influenciados externamente. Por fim, devido às alterações realizadas, houve a necessidade de aumentar a quantidade de canecas e, também, a potência requerida pelo equipamento, observando que devido a esse aumento de potência, não houve a necessidade de sua substituição, pois o motoredutor instalado ainda atenderia com folga a solicitação devido ao aumento de potência requerida.

**Palavras-chave:** Passos, Cereais, Fluxo.

## ABSTRACT

REIS, Cleverson Rodrigues. **Technical feasibility study of increasing the grain transport capacity of a bucket lift**. 2019. 56 p. Undergraduate thesis (Mechanical Engineering Course) – Assis Gurgacz University Center, Cascavel, PR, 2019.

For equipment focused on the bulk cereal handling segment, their transport capacity is in fact factors that directly influence the amount of storage and production flow of the producer. For the given mug lift conveyor already installed on site, in order to improve its working efficiency and optimize the resources and productive goods of producers, a given company conducted a study to increase the transport capacity of the equipment without impact on significant changes to the equipment. Therefore, the aim of the research was to analyze the data obtained to verify the increase in soybean transport capacity in the mug elevator. It is necessary the inventory collecting the technical, physical characteristics and transport capacity of the installed equipment in order to enable its possible changes and defining a new step between the mugs. With the collected data, the calculations begin, verification of change with literary research and verification of the veracity of the data pointing out the results obtained, these illustrated through graphs as well as their alterations. Therefore, from these characteristics and the calculations were performed, using the soybean raw material base, it was observed that the study there was a significant increase of 20.92% in the ability to transport the said product in the equipment. It is also observed that for the collected flows, variations in their theoretical values with real were found, due to factors in which they are externally influenced. Finally, due to the changes made, there was a need to increase the amount of mugs and the power required by the equipment, noting that due to this increase in power, there was no need for its replacement, because the installed reducer bike would still take the request with slack due to the increased power required.

**Keywords:** Steps, Cereals, Flow.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1:</b> Descarga tipo centrífugo ou contínuo.....                 | 18 |
| <b>Figura 2:</b> Elevador de canecas.....                                  | 19 |
| <b>Figura 3:</b> Cabeça de acionamento do elevador de canecas. ....        | 20 |
| <b>Figura 4:</b> Corpo central do elevador de canecas. ....                | 20 |
| <b>Figura 5:</b> Pé elevador de canecas. ....                              | 21 |
| <b>Figura 6:</b> Esquema de descarga do elevador centrífugo.....           | 22 |
| <b>Figura 7:</b> Canecas e correias de um elevador de canecas.....         | 23 |
| <b>Figura 8:</b> Dimensões das canecas.....                                | 23 |
| <b>Figura 9:</b> Características construtivas do elevador de canecas. .... | 27 |
| <b>Figura 10:</b> Componentes da cabeça de acionamento. ....               | 28 |
| <b>Figura 11:</b> Rolo de acionamento. ....                                | 28 |
| <b>Figura 12:</b> Dimensões do rolo de acionamento.....                    | 28 |
| <b>Figura 13:</b> Motoredutor (A) e acoplamento (B). ....                  | 29 |
| <b>Figura 14:</b> Pé do elevador.....                                      | 30 |
| <b>Figura 15:</b> Rolo esticador .....                                     | 30 |
| <b>Figura 16:</b> Dimensões do rolo esticador.....                         | 31 |
| <b>Figura 17:</b> Esticador da correia. ....                               | 31 |
| <b>Figura 18:</b> Mancal SNA 515 .....                                     | 32 |
| <b>Figura 19:</b> Rolamentos de esferas e de rolos.....                    | 32 |
| <b>Figura 20:</b> Eixos: (A) acionamento, (B) pé do elevador. ....         | 33 |
| <b>Figura 21:</b> Módulo elevador.....                                     | 33 |
| <b>Figura 22:</b> Camadas da correia.....                                  | 34 |
| <b>Figura 23:</b> Características das canecas. ....                        | 35 |
| <b>Figura 24:</b> Parafusos caçambas. ....                                 | 36 |
| <b>Figura 25:</b> Montagem canecas.....                                    | 36 |
| <b>Figura 26:</b> Passos das canecas nas correias.....                     | 38 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1:</b> Dimensões do rolo de acionamento.....                  | 29 |
| <b>Tabela 2:</b> Dimensões do rolo esticador. ....                      | 31 |
| <b>Tabela 3:</b> Dimensões dos eixos .....                              | 33 |
| <b>Tabela 4:</b> Dimensões e características das canecas. ....          | 35 |
| <b>Tabela 5:</b> Medições dos passos entre canecas. ....                | 36 |
| <b>Tabela 6:</b> Peso específicos de alguns produtos.....               | 40 |
| <b>Tabela 7:</b> Medições dos passos entre canecas, pós alteração. .... | 45 |
| <b>Tabela 8:</b> Resumo dos dados do equipamento.....                   | 51 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gráfico 1:</b> Dados de capacidade elevador atual .....      | 45 |
| <b>Gráfico 2:</b> Vazões teóricas com passos estudados .....    | 47 |
| <b>Gráfico 3:</b> Dados de capacidade (estudo).....             | 48 |
| <b>Gráfico 4:</b> Dados de capacidade reais (atual x novo)..... | 49 |

## LISTA DE EQUAÇÕES

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| <b>Equação 1:</b> Velocidade tangencial da correia ..... | 22 |
| <b>Equação 2:</b> Capacidade teórica de transporte.....  | 23 |
| <b>Equação 3:</b> Comprimento da correia .....           | 24 |
| <b>Equação 4:</b> Quantidade de canecas por metro.....   | 24 |
| <b>Equação 5:</b> Potência absorvida.....                | 25 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|                           |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| <b>cv -</b>               | cavalo-vapor                |
| <b>l -</b>                | litros                      |
| <b>m -</b>                | metro                       |
| <b>m/min -</b>            | metro por minuto            |
| <b>m<sup>3</sup> -</b>    | metro cúbico                |
| <b>m<sup>3</sup>/h -</b>  | metro cúbico por hora       |
| <b>mm -</b>               | milímetro                   |
| <b>kg/m<sup>3</sup> -</b> | quilograma por metro cúbico |
| <b>kgf/m -</b>            | quilograma força por metro  |
| <b>RPM -</b>              | rotação por minuto          |
| <b>kW -</b>               | quilowatts                  |

## SUMÁRIO

|           |                                                                              |           |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                      | <b>13</b> |
| 1.1.      | OBJETIVOS .....                                                              | 14        |
| 1.1.1.    | Objetivo Geral .....                                                         | 14        |
| 1.1.2.    | Objetivos Específicos .....                                                  | 14        |
| 1.2.      | JUSTIFICATIVA .....                                                          | 14        |
| 1.3.      | CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA .....                                             | 16        |
| 1.4.      | DELIMITAÇÃO DA PESQUISA .....                                                | 16        |
| <b>2.</b> | <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>                                           | <b>17</b> |
| 2.1.      | HISTÓRICO .....                                                              | 17        |
| 2.2.      | ELEVADOR DE CANECAS.....                                                     | 17        |
| 2.2.1.    | Classificação dos Elevadores de Canecas .....                                | 18        |
| 2.2.2.    | Cabeça, corpo e pé .....                                                     | 19        |
| 2.2.3.    | Correias .....                                                               | 21        |
| 2.2.4.    | Canecas.....                                                                 | 22        |
| 2.3.      | PASSOS DAS CANECAS.....                                                      | 25        |
| <b>3.</b> | <b>METODOLOGIA.....</b>                                                      | <b>26</b> |
| 3.1.      | INVENTÁRIO DO ELEVADOR DE CANECAS .....                                      | 26        |
| 3.1.1.    | Dimensões do elevador de canecas .....                                       | 27        |
| 3.1.2.    | Características físicas e técnicas.....                                      | 27        |
| 3.2.      | COLETA DOS DADOS DE CAPACIDADE DE TRANSPORTE DO ELEVADOR<br>DE CANECAS ..... | 36        |
| 3.2.1.    | Cálculos teóricos do equipamento .....                                       | 37        |
| 3.3.      | REDIMENSIONAMENTO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE.....                           | 42        |
| 3.4.      | ANÁLISE DOS DADOS (ANTES X DEPOIS) DO ESTUDO REALIZADO .....                 | 45        |
| 3.4.1.    | Análise dos dados do elevador atual.....                                     | 45        |
| 3.4.2.    | Análise das alterações realizadas no elevador .....                          | 46        |
| 3.4.3.    | Análises das amostras de capacidades reais .....                             | 48        |
| <b>4.</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>                                         | <b>50</b> |
| <b>5.</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                             | <b>52</b> |
| <b>6.</b> | <b>SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>                                 | <b>53</b> |
|           | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                     | <b>54</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

Devido ao contexto da modernização do pós II Guerra Mundial, segundo Vian e Andrade Junior (2010) com o aumento da produção e do consumo de bens, adveio o surgimento de divisões de máquinas e implementos agrícolas no agronegócio em todo o âmbito mundial.

Com o exponencial aumento na produção de produtos alimentícios e, principalmente, no transporte e armazenagem de grãos, surgiu a necessidade de gerir equipamentos voltados para estes fins.

Para um produtor rural, segundo Scare e Antolini (2016), estes estão à procura de fontes de informações técnicas, visando otimização de recursos e elevação da sua competitividade, além disso, o produtor também está à procura de eficientes aquisições de maquinários a fim de melhorias dos seus processos produtivos.

Para equipamentos voltados ao segmento de transporte de cereais a granel, a capacidade de transporte destes, são de fato, fatores que influenciam diretamente na quantidade de produzir mais. Dessa forma, para um transportador de elevação de canecas, a fim de melhorar sua eficácia de trabalho e otimizar os recursos e bens produtivos dos produtores, realiza-se, então, um estudo em uma empresa visando o aumento da capacidade de transporte do equipamento, inclusive objetivando também não impactar em alterações significantes, como peças e componentes no sistema.

Portanto, o objetivo deste trabalho é estudar a mudança em um elevador de canecas para aumentar a capacidade de transporte de grãos.

Isto se dará pelo inventário de um elevador instalado *in loco* de modo a coletar as características técnicas, físicas e capacidade de transporte e, então, por meio de literaturas, gerir os dados levantados e a partir das informações fornecidas pela empresa, realizar-se-ão os cálculos dos novos parâmetros devido a alteração do passo e, por fim, após alterações do equipamento, apontar por meio de cálculos e gráficos os resultados obtidos.

A pesquisa será realizada e desenvolvida em uma empresa do segmento agrícola. Essa, com intenções de trazer benefícios aos seus clientes, espera-se trazer soluções que impactem na eficiência produtiva do elevador em questão. Além disso, o meio científico também se beneficiará, pois será abordada uma pesquisa embasada em literaturas voltadas ao segmento do agrícola.

Segundo as ideologias metodológicas, o referido estudo do aumento da capacidade de transporte em um elevador de canecas se dá por meio da metodologia de pesquisa de estudo de caso em virtude de seus critérios e suas técnicas sustentarem as ideias deste trabalho.

A pesquisa trará em sua estrutura, o levantamento sobre a problematização do elevador de canecas, explicitando o histórico do equipamento e funcionamento do transportador, objetivando os passos necessários para a solução deste problema. Além disso, serão abordados suas soluções e resultados obtidos para os questionamentos levantados.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo Geral

No tocante a maquinários responsáveis por transportes e elevação de grãos, o transporte e a capacidade de produção são um dos principais fatores de preocupação nestes equipamentos.

O objetivo desta pesquisa, portanto, é analisar e descrever o estudo realizado em uma empresa para aumentar a capacidade de transporte em elevador de canecas.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- a) Inventário do elevador de canecas;
- b) Coleta dos dados de capacidade de transporte do elevador de canecas;
- c) Redimensionamento da capacidade de transporte;
- d) Análise dos dados (antes x depois) do estudo realizado.

## 1.2. JUSTIFICATIVA

Diante de uma experiência profissional, dentro do nicho da engenharia mecânica, surge o interesse pelo estudo de equipamentos voltados ao segmento agrícola, já que, segundo Saath e Fachinello (2018), o segmento se encontra em ascensão tecnológica e em constante evolução, havendo assim, a necessidade de inovações, aprimoramentos e pesquisa.

De acordo com Genro *et al.* (2012), nesse meio, além dessas buscas, um dos grandes negócios estão diretamente interligados em conseguir o máximo aproveitamento dos maquinários industriais do segmento, contudo, como muitos equipamentos, existem várias

limitações nos comportamentos e funcionamento destes sistemas, portanto, existe essa demanda por suas soluções.

No tocante a maquinários responsáveis por transportes e elevação de grãos, a situação não é diferente. O transporte e o fluxo de produção são um dos principais fatores de preocupação para estes equipamentos.

Para produtores do agronegócio, ao entenderem a fazenda como um negócio, estes iniciaram suas buscas por fontes de informações técnicas, mercado e de gestão, visando otimizar seus recursos e elevar sua competitividade para seus nichos de mercados. A maior competitividade do produtor ocorre por meio de uma eficiente aquisição de insumos e maquinários, bem como melhorias dos seus processos internos (SCARE; ANTOLINI, 2016). Contudo, muitas vezes, por alguns fatores, um produtor não pode adquirir um novo equipamento em virtude do alto valor de investimento, o qual impacta na capacidade de produção para o mercado.

Porém, segundo Scare e Antolini (2016) após duas décadas de desregulamentação da economia e da agricultura no Brasil, as empresas fornecedoras de insumos e máquinas agrícolas que aqui operam, têm experimentado uma maior intensificação do ambiente competitivo, isso tudo devido ao fato da chegada de novas marcas concorrentes para um dos mercados de agronegócio mais importante do mundo.

No tocante a transportadores de elevação de grãos por canecas, a fim de elevar a competitividade industrial, maximizar custos, bem como melhorar a eficiência destes equipamentos, tem-se a necessidade de gerir tais características, as quais foram observadas no mercado do agronegócio.

A pesquisa, portanto, tem como objetivo melhorar a capacidade de transporte de um elevador de canecas, no qual é levantado a partir da problematização de produtores do segmento agroindustrial, os quais visam aumentar sua capacidade de transporte em seus maquinários.

O estudo será realizado e desenvolvido em uma empresa do segmento agrícola com intenções de trazer benefícios aos seus clientes, ou seja, trazer soluções que impactem na capacidade de transporte e produção deste tipo de maquinário. Esses, serão os maiores beneficiados pela pesquisa, contudo, o meio científico também será beneficiado, pois, trará uma pesquisa embasada em literaturas voltadas ao segmento em agronegócio.

A referida pesquisa será realizada em uma indústria particular do ramo de metalurgia de silos, secadores e transportadores a graneis e entre outros equipamentos do segmento agrícola, localizada na cidade de Cascavel - Paraná.

### 1.3. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

O problema a ser abordado na presente pesquisa se refere em analisar e descrever as alterações necessárias para aumentar a capacidade de transporte na elevação de cereais em um elevador autoportante de canecas.

### 1.4. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada em uma indústria do ramo de metalurgia de silos, secadores e transportadores de grãos, localizada na cidade de Cascavel, Paraná. Vice-líder do mercado brasileiro em seu ramo de atividades, essa empresa produz atualmente uma linha completa de silos, elevadores autoportantes, correias transportadoras, máquinas de limpeza e pré-limpeza, redlers, secadores de fluxo contínuo ou intermitente, tolhas de expedição, captadores de impurezas, filtro de mangas e roscas transportadoras e equipamentos necessários para uma boa armazenagem e conservação de grãos.

A pesquisa, tem como objetivo a busca pela solução no aumento de transporte em um elevador de canecas instalado em um cliente do segmento agroindustrial localizado na cidade de Cascavel - Paraná, inclusive não alterando partes significantes no equipamento observado.

O trabalho foi realizado no setor de engenharia de produtos e desenvolvimento, bem como no setor responsável pela produção de elevadores de canecas.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. HISTÓRICO

Durante o cenário pós II Guerra Mundial até o início dos anos 60, ocorreram diversas mudanças na economia mundial. Desde então, o Brasil passou a caminhar decididamente para processos avançados na industrialização da era moderna, isso devido ao crescimento da população e da necessidade de se produzir alimentos (AMATO NETO, 2017).

Além disso, segundo Lazzari e Souza (2017), a clamada Revolução Verde pós-guerra, irrompe no Brasil o início do avanço e modernização do campo, ou seja, começa-se a traçar planos voltados ao agronegócio difundindo tecnologias, surgindo aí pesquisas por produção voltada ao segmento agrícola.

Devido ao contexto de modernização da época, voltado para o segmento agroindustrial, com o aumento da produção e do consumo de bens, surge a necessidade de divisões de máquinas e implementos de agronegócio em todo o âmbito mundial, partindo a crescente demanda por mecanização dos equipamentos. Isso possibilitou ganhos de produtividade e de trabalho, alterando toda a trajetória e técnicas de produção da época aumentando a procura e oferta dos produtos agrícolas (VIAN; ANDRADE JUNIOR, 2010). Em contrapartida, houve a queda e procura por mão-de-obra devido ao surgimento das mecanizações industriais.

Com o exponencial aumento na produção de produtos alimentícios e, principalmente, no transporte e armazenagem de grãos, surge, então, a necessidade de gerir equipamentos voltados para estes fins.

### 2.2. ELEVADOR DE CANECAS

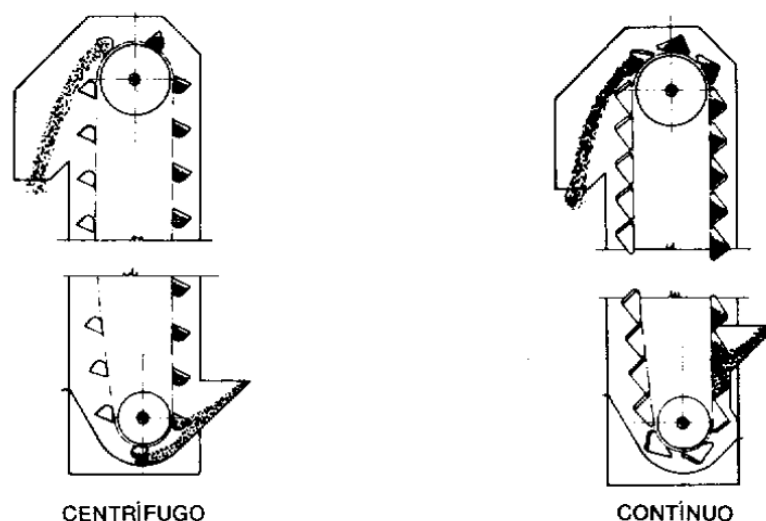
Tratando-se de equipamentos transportadores, um elevador de canecas é um dos vários tipos de transportadores existentes atualmente e, partindo desse tipo maquinário, estes são projetados com o objetivo principal de elevar materiais a granel na posição vertical, podendo variar suas dimensões de acordo com sua utilização (YAMAKI, 2014). Tais equipamentos funcionam e se projetam de forma simples se caracterizando por ocuparem pouco espaço físico local, bem como por conseguirem elevar produtos com altas taxas de transporte na posição vertical, inclusive em elevadas alturas.

Segundo Paulista (1988), elevadores de canecas podem ser classificados como sendo de descargas centrífugas ou contínuas e com canecas fixas em correia ou em correntes.

### 2.2.1. Classificação dos Elevadores de Canecas

Visando o estudo com um elevador de canecas do tipo de descarga centrífuga de trabalho contínuo e com canecas fixas em correias, Paulista (1988) descreve que elevadores centrífugos de correias, geralmente são utilizados para matérias finas e pequenas, de estado sólido, e com escoamento simples, de forma que lascas ou sujeiras não danifiquem o sistema de correias do equipamento. Uma das vantagens do tipo de maquinário centrífugo é sobre seu ponto de alimentação de produtos no pé, sendo este ponto consideravelmente mais baixos que os demais e, conseqüentemente, gera impacto no custo do pé do elevador (PAULISTA, 1988).

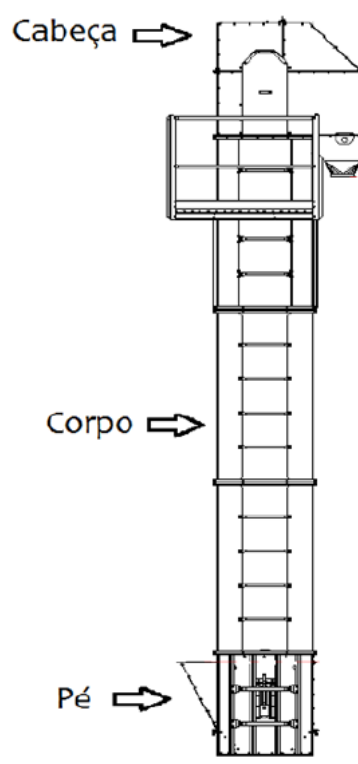
Já do tipo contínua por correia, o sistema se caracteriza por suas canecas trabalharem com pouco espaçamento de distribuição entre elas, e geralmente com baixa capacidade de velocidades em seu trabalho. Estas são empregadas e utilizados em materiais mais frágeis e pulverizáveis, como por exemplo, cal, produtos químicos e cimentos, constituindo seu conjunto de cabeceira, sendo maior que os comparados aos sistemas centrífugos (PAULISTA, 1988). A Figura 1, diferencia o sistema centrífugo do contínuo.



**Figura 1:** Descarga tipo centrífugo ou contínuo.

(Fonte: PAULISTA, 2008)

Independente do modelo ou tipo de elevador de caneca, todos possuirão alguns itens primordiais para seu funcionamento. A Figura 2 demonstra a distribuição do sistema, em que este é composto essencialmente de cabeça de acionamento, corpo e pé. Além desses itens, existem também outros componentes como tambor ou rolo, motoredutor, eixo, mancais entre outros itens devido no sistema.

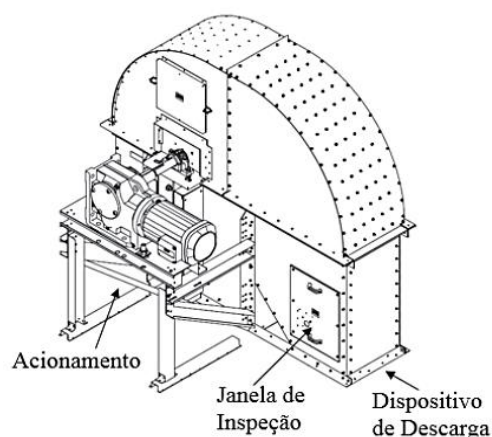


**Figura 2:** Elevador de canecas.

(Fonte: YAMAKI, 2014)

### 2.2.2. Cabeça, corpo e pé

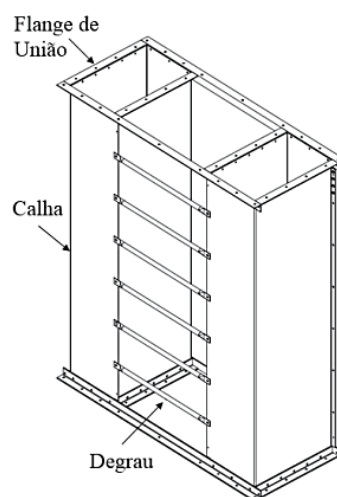
Tratando-se da cabeça do elevador de canecas, segundo Brambatti Junior (2016), este item se trata da parte do equipamento que é responsável pelas descargas de grãos que são arremessadas pelas ações conjuntas da força da gravidade e centrífuga. Nesse componente, é disposto da unidade completa para acionar o movimento do maquinário, ou seja, polias, eixos, mancais, calhas de descargas e janelas para inspeção de funcionamento, motores, redutores, entre outros. Na Figura 3 é ilustrado o sistema.



**Figura 3:** Cabeça de acionamento do elevador de canecas.

(Fonte: BRAMBATTI JUNIOR, 2016)

Já o corpo do elevador, ou também chamado de calhas, trata-se do módulo de sustentação da estrutura do equipamento, sendo este também, responsável por conduzir a correia e as canecas para a parte superior e pé. Este corpo é disposto geralmente com seção retangular, unidas com parafusos e degraus para acesso aos componentes do equipamento (BRAMBATTI JUNIOR, 2016). A Figura 4 representa o componente.

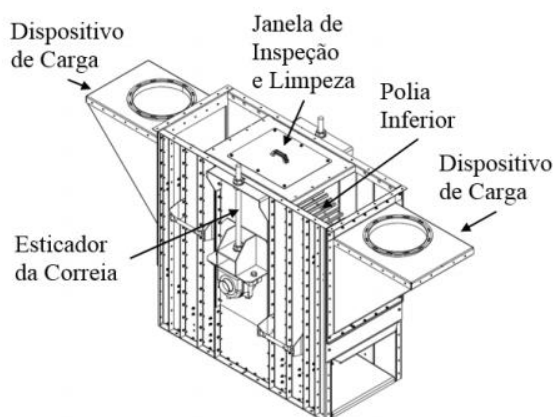


**Figura 4:** Corpo central do elevador de canecas.

(Fonte: BRAMBATTI JUNIOR, 2016)

Em se tratando do pé do elevador, este se refere à base de todo o equipamento, em que segundo Brambatti Junior (2016), tal componente é responsável por recepcionar os grãos de entrada para que seja transportado para a cabeça do elevador. Por se tratar da base do

equipamento, deve ser fixado em um terreno bem projetado, a fim de não ocasionar desalinhamento no sistema. Conforme a Figura 5, assim como as demais estruturas, esse é formado de chapas metálicas e parafusadas, além disso, também possuem outros dispositivos como polias, esticador e janelas de inspeções integrantes neste componente.



**Figura 5:** Pé elevador de canecas.

(Fonte: BRAMBATTI JUNIOR, 2016)

### 2.2.3. Correias

Correias se referem aos componentes responsáveis por realizarem o transporte dos grãos nos movimentos verticais do sistema juntamente com as canecas (BRAMBATTI JUNIOR, 2016).

As correias utilizadas nos transportadores, segundo Milman (2002), são chamadas de correias elevadoras. Essas são responsáveis por resistir a todo o peso do material e a ação da força centrífuga sem causar o desprendimento das canecas por meio das ligações e parafusos ali existentes.

A velocidade linear das correias elevadoras, depende basicamente do tipo de material a ser transportado, de acordo com Eletrobrás *et al.* (2009), podem variar em intervalo compreendidos entre 1,6 a 5,0 metros/segundos isso sob influência de provocar problemas mecânicos aos grãos ou ao produto transportado. Além disso, Brambatti Junior (2016) explana que a velocidade linear da correia, está interligada à velocidade de rotação da polia, ou seja, quanto menor a velocidade de rotação da polia, maior será o efeito da força centrífuga na

descarga dos grãos. Além disso, durante o funcionamento dos elevadores, é importante que a correia esteja sempre tensionada, a fim de evitar seu deslizamento nos tambores.

Para o cálculo da rotação mínima para o eixo da polia superior nos elevadores centrífugos, é então calculada pela Equação 1, e representada pela Figura 6 de Milman (2002).

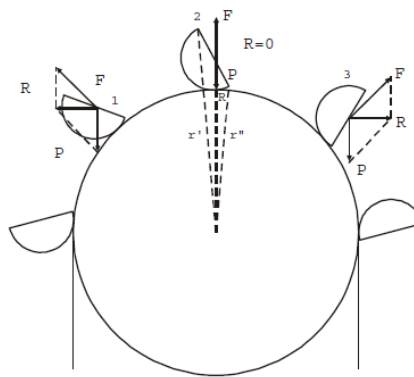
$$V = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot n \quad (1)$$

onde:

V: velocidade tangencial da correia (m/min)

r: raio efetivo de descarga (m)

n: rotação (RPM)

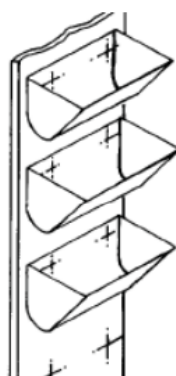


**Figura 6:** Esquema de descarga do elevador centrífugo.

(Fonte: MILMAN, 2002)

#### 2.2.4. Canecas

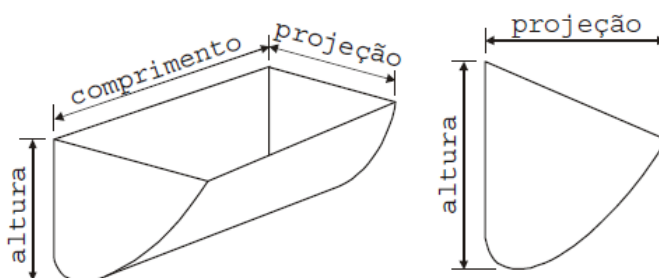
As canecas, segundo Brambatti Junior (2016), são responsáveis por receberem o produto no ponto de carga no pé do elevador e, então, a partir disso, realizar por meio de força centrífuga o arremesso dos grãos para fora das canecas a um determinado destino projetado na cabeça do equipamento. No modelo de classificação centrífuga, as canecas possuem passos iguais, ou seja, uma distância entre dois pontos homólogos e consecutivos medidos entre as canecas. Essas são fixadas ao extenso da correia elevadora. Dependendo das características do produto a ser transportado, Milman (2002) menciona que as canecas podem ter desenhos e tamanhos diferentes. As canecas e correias são observadas conforme Figura 7.



**Figura 7:** Canecas e correias de um elevador de canecas.

(Fonte: BRAMBATTI JUNIOR, 2016)

As canecas são caracterizadas pelas seguintes dimensões: comprimento, altura e projeção. Essa é exemplificada conforme a Figura 8. Suas dimensões e suas formas geométricas são definidas geralmente por seus fabricantes.



**Figura 8:** Dimensões das canecas.

(Fonte: MILMAN, 2002)

A capacidade teórica de transporte dos elevadores de canecas é calculada pela Equação 2, Milman (2002).

$$Q = \frac{60 \cdot Cc \cdot V}{A} \cdot \mu \quad (2)$$

onde:

Q: capacidade ou vazão de grãos (m³/h)

Cc: capacidade da caneca (m³)

V: velocidade linear da correia (m/min)

A: espaçamento entre canecas (m)

$\mu$ : fator de enchimento das canecas variável entre 0,75 e 1

Para o cálculo do comprimento da correia do equipamento, segundo Silva (2008), é obtido a partir da soma dos dois ramos da correia no qual corresponde às distâncias entre os eixos do equipamento, mais o perímetro das polias conforme Equação 3.

$$Bc = \left(\frac{1}{2} \cdot \pi \cdot Da\right) + \left(\frac{1}{2} \cdot \pi \cdot De\right) + 2 \cdot H \quad (3)$$

onde:

Bc: comprimento linear da correia (m)

Da: raio do rolo de acionamento (m)

De: raio do rolo do esticador (m)

H: distância entre eixos acionamento/pé (m)

O fator de enchimento das canecas ( $\mu$ ) ou linha d'água, segundo Brambatti Junior (2016), são também conhecidas como eficiência de enchimento, em que é uma característica da caneca a não ficar totalmente cheia durante a sua carga. Esta quantidade de enchimento depende diretamente do tipo de material a ser transportado, variando também, da velocidade, da forma, e dos passos das canecas. Para alguns materiais como milho, trigo e soja, esses fatores de enchimento podem variar entre 0,75 e 1,0.

Para a quantidade de caçambas por metro em correia, tem-se a Equação 4, segundo Silva (2008):

$$Qc = \frac{Bc}{p} \quad (4)$$

onde:

Qc: quantidade de caçambas instaladas

Bc: comprimento correia (m)

p: passo das canecas (m)

E, por fim, segundo Milman (2002), para o cálculo da potência absorvida pelos elevadores de caçambas é calculada por meio da Equação 5.

$$P = \frac{1,15 \cdot V \cdot q \cdot (H + C)}{4500} \quad (5)$$

onde:

P: potência absorvida pelo elevador (cv)

V: velocidade linear da correia (m/min)

q: carga por metro  $q = \frac{1}{A} \cdot \gamma \cdot Cc$  (kgf/m)

A: espaçamento entre caçambas (m)

Cc: capacidade da caneca (m<sup>3</sup>)

$\gamma$ : peso específico do grão (kg/m<sup>3</sup>)

H: altura entre eixos do elevador (m)

C: fator = D . 12

D: diâmetro da polia interna do pé (m)

### 2.3. PASSOS DAS CANECAS

Os chamados passos, referem-se basicamente ao espaçamento entre as canecas no sistema de elevação, podendo depender diretamente do tamanho e da forma geométrica das canecas e da velocidade de transporte. Tais passos são responsáveis por gerir a capacidade de se transportar determinado produto, ou seja, dependendo das distâncias projetadas, o sistema poderá transportar mais, ou menos grãos no equipamento. Observa-se que essas características dependem também da geometria do produto a ser transportado na caneca.

As canecas, segundo Brambatti Junior (2016), devem ter um passo de forma que não haja bloqueio entre elas, pois tanto no processo de transporte, carga e descarga dos grãos, não se deve haver em hipótese alguma, impactos entre elas, pois isto pode ocasionar problemas eventuais ao sistema.

### 3. METODOLOGIA

Todas as invenções e acontecimentos que se referem à humanidade são concluídas por perguntas e respostas. Tais questionamentos sempre geraram a necessidade de análises para chegar a um resultado, estas, portanto, são referenciadas como metodologias científicas.

As metodologias científicas podem ser caracterizadas por conjuntos de etapas e instrumentos pelo qual o pesquisador científico, direciona seu trabalho com critérios de caráter científico para conseguir dados que suportam ou não sua teoria inicial (CIRIBELLI, 2003). Dessa forma, o pesquisador tem a liberdade de definir seus instrumentos para utilização em seu tipo de pesquisa para, assim, obter resultados confiáveis.

Segundo as ideologias metodológicas, o referido estudo do aumento da capacidade de transporte em um elevador de canecas, baseia-se a partir da metodologia de estudo de caso em virtude de seus critérios e suas técnicas sustentarem as ideias deste trabalho.

Para um melhor entendimento, segundo Fonseca (2002), um estudo de caso, visa analisar um tema observado na realidade e descrever como e o porquê ele ocorre, identificando os fatores que contribuem para que o tema em questão se materialize, em outras palavras, o estudo de caso se propõe a identificar, analisar as evidências, desenvolver argumentos lógicos, avaliar e, até mesmo, propor soluções para o problema levantado.

A seguir, será descrito os objetivos necessários para solução da problematização do elevador de canecas.

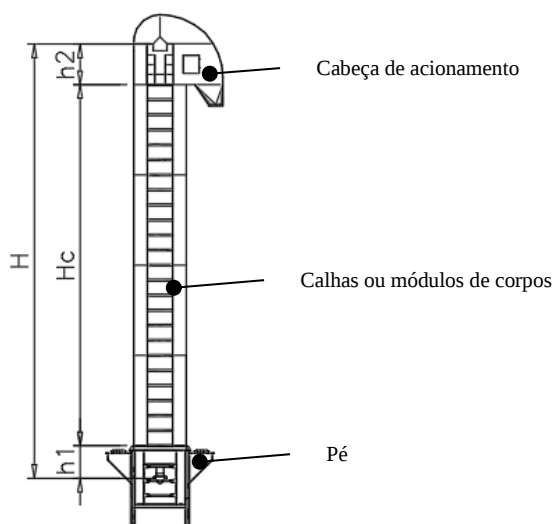
#### 3.1. INVENTÁRIO DO ELEVADOR DE CANECAS

Com o intuito de auxiliar sobre o entendimento do equipamento, características físicas e técnicas do elevador, foram realizadas visitas *in loco* ao maquinário abordado para catalogar descrições e características necessárias para prosseguimento dos demais objetivos.

O modelo do elevador em questão, é do tipo vertical para transporte a granel de sólidos, em se utiliza a descarga centrífuga do produto por meio de canecas ou, também, pelas chamadas caçambas convencionais.

### 3.1.1. Dimensões do elevador de canecas

Catalogou-se as dimensões do elevador de canecas conforme demonstrado na Figura 9.



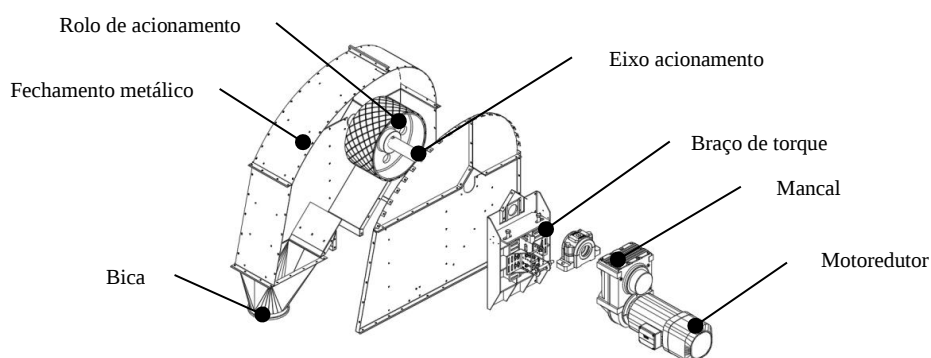
**Figura 9:** Características construtivas do elevador de canecas.

(Fonte: Autor, 2019)

- a) altura total de calhas ou corpos ( $H_c$ ) = 38 (m);
- b) altura total entre eixos ( $H$ ), onde = 39,37 (m).

### 3.1.2. Características físicas e técnicas

Para a extremidade superior do elevador, chamada de cabeça de acionamento, conforme a Figura 10, esta é responsável por receber o módulo de acionamento e motorização, portanto, este item é portado por mancal, eixo, rolo de acionamento, braço de torque, e motoredutor, além de claro, seu fechamento ou estruturas metálicas.

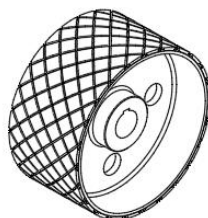


**Figura 10:** Componentes da cabeça de acionamento.

(Fonte: Empresa, 2019)

O rolo de acionamento é revestido com borracha preta SBR vulcanizada, dureza 60-65 shore e ranhurada em “X” o que aumenta o atrito entre a correia elevadora e o rolo, evitando o escorregamento e patinagem entre correia e rolo.

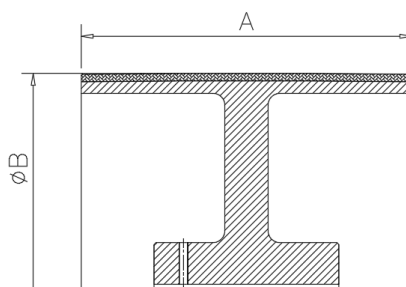
Seu material é fabricado com ferro fundido, sendo ela fixada ao eixo por parafusos e chavetas. O rolo em questão é ilustrado na Figura 11.



**Figura 11:** Rolo de acionamento.

(Fonte: Empresa, 2019)

Para o modelo do elevador em questão, a Figura 12 e Tabela 1 demonstram suas características.



**Figura 12:** Dimensões do rolo de acionamento.

(Fonte: Autor, 2019)

**Tabela 1:** Dimensões do rolo de acionamento.

| Modelo Elevador | Dimensões |     |
|-----------------|-----------|-----|
|                 | A         | B   |
| EL15            | 420       | 619 |

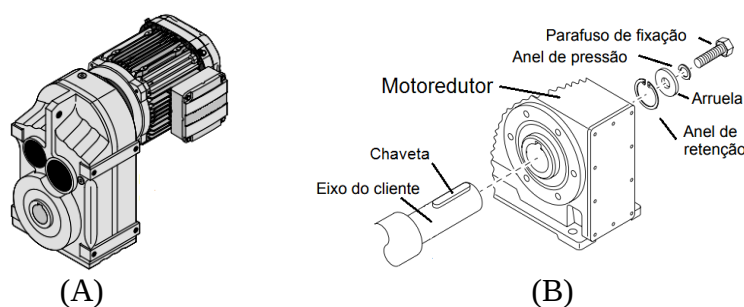
(Fonte: Empresa, 2019)

onde:

A: largura do rolo (mm)

B: diâmetro externo do rolo (mm)

Para o motoredutor instalado, refere-se a um modelo FA, em que segundo SEW (2013), este possui conjunto de engrenagens paralelas com eixo oco e acoplamento por eixo chavetado conforme a Figura 13.

**Figura 13:** Motoredutor (A) e acoplamento (B).

(Fonte: SEW, 2013)

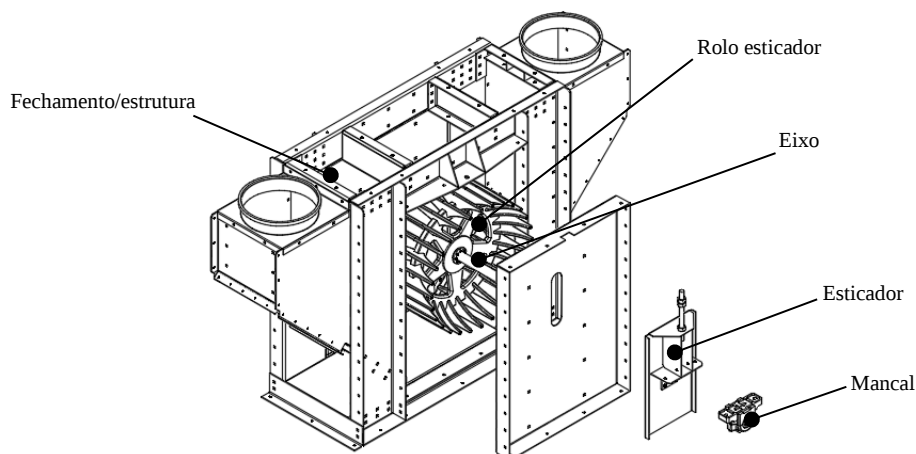
Para a cabeça do elevador, o motoredutor instalado tratou do modelo SEW FA107/GDRN225M4/RS, com tensão variável 220/380V, rotação de entrada e saída respectivamente 1785 RPM e 108 RPM com fator de serviço 1,95 e redução total 16,58 com potência 45,00 kW.

Nessa mesma cabeça de acionamento, possui um braço de torque (ou braço de torção) em que este é responsável por receber as cargas de tração e compressão provenientes do momento torçor reativo do motoredutor. Esse possui diversas configurações de montagem possíveis por meio das várias furações ao longo de seu conjunto.

Vale lembrar que a estrutura e fechamentos metálicos da cabeça de acionamento e pé foram produzidas com aço galvanizado.

O pé do elevador com entrada avulsa, é estruturado com perfis dobrados de chapa de aço NBR6656/AS1397. Esses perfis são montados com parafusos, porcas e arruelas.

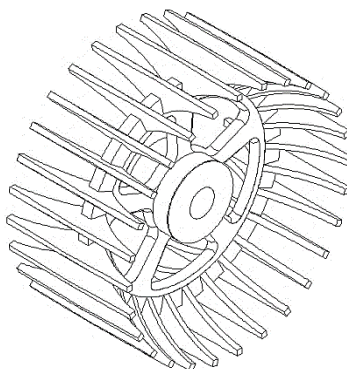
O pé do elevador com entrada fixa é estruturado com ferro cantoneira (ASTM A36) ou chapa preta (SAE 1008) conforme a Figura 14. Essas estruturas são soldadas e na sequência galvanizadas antes da montagem dos fechamentos e das bicas.



**Figura 14:** Pé do elevador.

(Fonte: Empresa, 2019)

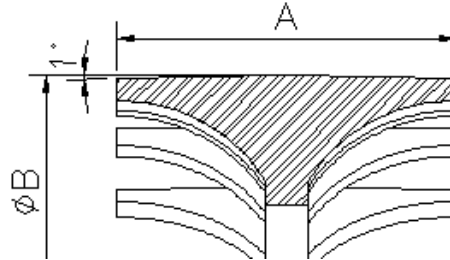
O rolo esticador, conforme Figura 15, é responsável pelo tensionamento da correia elevadora. É ranhurado para evitar o esmagamento dos grãos entre o rolo e a correia durante a utilização do elevador. O rolo esticador apresenta uma inclinação de aproximadamente 1° (um grau) no perfil de seu diâmetro externo, do centro para a extremidade lateral. O objetivo desse equipamento é o melhor acomodamento da correia elevadora, a fim de evitar seu deslocamento lateral.



**Figura 15:** Rolo esticador

(Fonte: Empresa, 2019)

Para o modelo do elevador em questão, a Figura 16 e Tabela 2 demonstram suas características.



**Figura 16:** Dimensões do rolo esticador.

(Fonte: Autor, 2019)

**Tabela 2:** Dimensões do rolo esticador.

| Modelo Elevador | Dimensões |     |
|-----------------|-----------|-----|
|                 | A         | B   |
| EL15            | 420       | 600 |

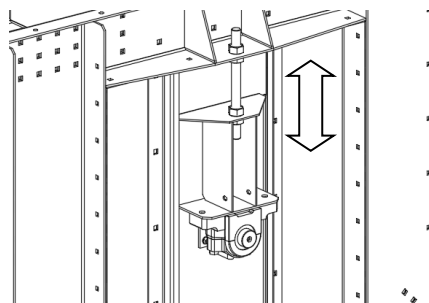
(Fonte: Empresa, 2019)

onde:

A: largura do rolo (mm)

B: diâmetro externo do rolo (mm)

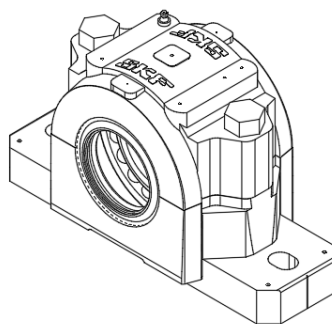
Já o esticador, é utilizado para ajustar a tensão adequada da correia elevadora, por meio de fusos esticadores dispostos no pé do elevador conforme a Figura 17.



**Figura 17:** Esticador da correia.

(Fonte: Autor, 2019)

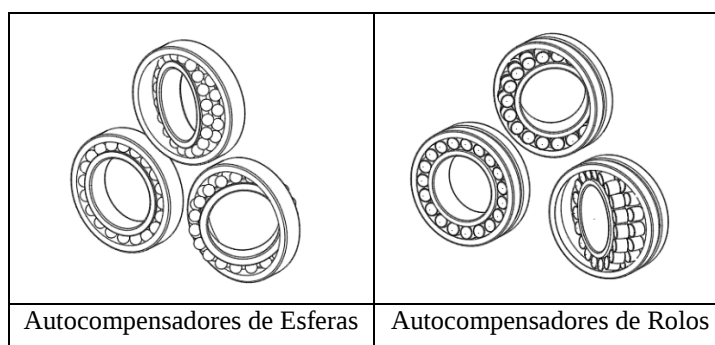
Nos eixos do pé e cabeça do elevador são utilizados mancais de apoio bipartidos para rolamentos SNA conforme Figura 18. Segundo fabricante FRM (2019), são projetados com o dimensional dos mancais de classe mundial e são fabricados para proporcionar a melhor resistência, além de serem intercambiáveis, recebem uma variada gama de vedações com e sem contato.



**Figura 18:** Mancal SNA 515

(Fonte: FRM, 2019)

Segundo o fabricante FRM (2019), as caixas de rolamentos bipartidas FRM são fabricadas em conformidade com a ISO/R 113 e projetados para acomodar rolamentos autocompensadores de esferas das séries 1200 e 1300 ou de rolos das séries 22000 e 23000. A folga axial pode ser ajustada ou limitada pela aplicação dos anéis de bloqueio. O alojamento do rolamento é usinado na tolerância H8, assegurando um ajuste deslizante do anel externo. A Figura 19 exemplifica as esferas e rolos das séries citadas.

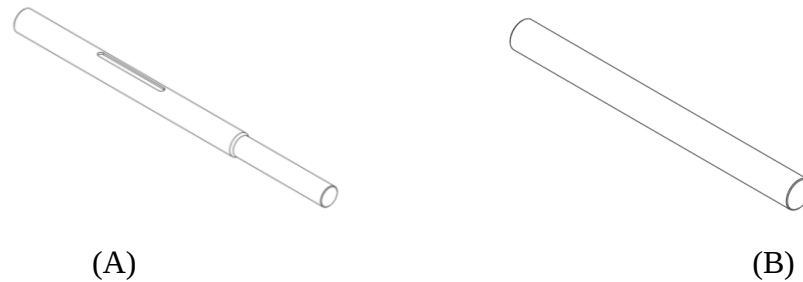


**Figura 19:** Rolamentos de esferas e de rolos.

(Fonte: FRM, 2019)

Tanto no pé, quanto na cabeça de acionamento o eixo é confeccionado com ferro redondo trefilado SAE 8640 h9 chavetado ou não. Estes são acoplados respectivamente ao

motoredutor, mancais e rolo para acionamento, e para pé, mancal e rolo. A Figura 20 (A) ilustra o eixo para o acionamento, e (B) para o eixo do pé.



**Figura 20:** Eixos: (A) acionamento, (B) pé do elevador.

(Fonte: Autor, 2019)

Já conforme a Tabela 3, é ilustrado os diâmetros dos eixos observados.

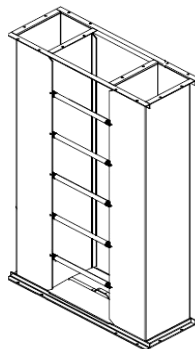
**Tabela 3:** Dimensões dos eixos

| Modelo | Diâmetro Eixo (mm) |    |
|--------|--------------------|----|
|        | Cabeça             | Pé |
| EL15   | 75                 | 65 |

(Fonte: Empresa, 2019)

Módulo do corpo do elevador, também conhecido como calhas, conforme Figura 21, possui 1m e 2m de altura, estes possuem chapas de aço carbono galvanizado (NBR 7008/AS1397) nos dutos laterais conforme o modelo e altura do equipamento. No caso em questão, o corpo avaliado possui 38 metros de altura, sendo distribuído da seguinte forma:

- a) 36 metros de corpo, sendo 18 módulos de 2 metros;
- b) 2 metros de corpo, sendo 2 módulos de 1 metro.



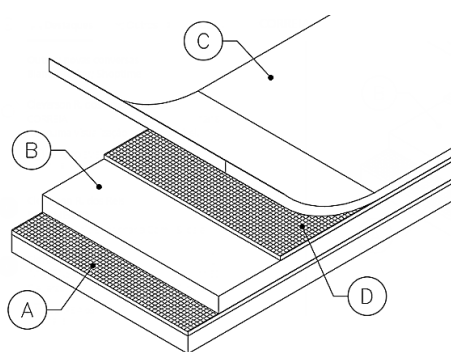
**Figura 21:** Módulo elevador.

(Fonte: Autor, 2019)

Esses módulos possuem características estruturais que suportam as cargas dinâmicas oriundas da operação do equipamento e de condições ambientais.

Já para as correias elevadoras, de acordo com Maxbelt (2019), as correias elevadoras são compostas por tecidos de poliéster e nylon distribuídos em camadas (lonas). Essas lonas são interligadas entre si por uma camada de borracha de ligação. Além disso, possuem compostos de borracha sintética e natural agregados à carcaça da correia com características específicas para resistir a determinadas condições de uso, protegendo a carcaça da correia.

A Figura 22 ilustra as características da correia.



**Figura 22:** Camadas da correia.

(Fonte: MAXBELT, 2019)

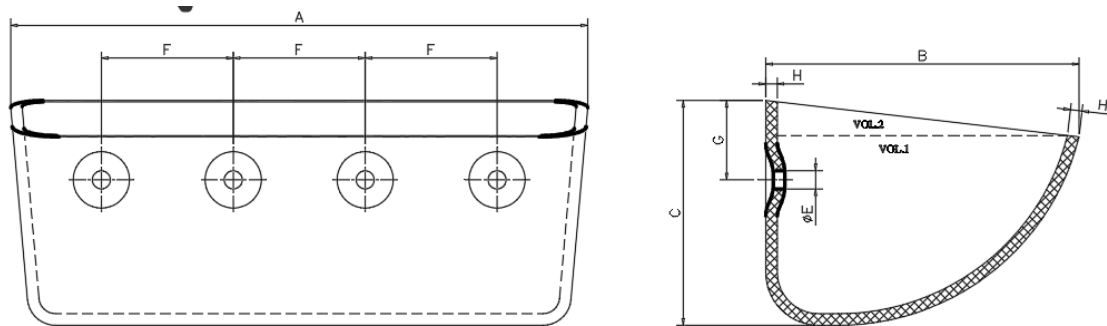
onde:

- a) lonas
- b) borracha de ligação
- c) cobertura
- d) revestimento

A correia em questão, trata-se do modelo MB 2500, em que de acordo com Maxbelt (2019) esta é usada para transporte sobre chapas e outras condições em que não ocorram agressões de muita abrasão, cortes, corrosão, óleo etc.

Já as canecas instaladas, de acordo com Ucelo (2019), as canecas elevadoras são do tipo S e SS são projetadas para atingir o máximo desempenho individual. Possuem zero risco de explosão e são 100% atóxicas, sendo estas leves, e possuem maior fator de memória de recuperação pós impacto. Seu material é produzido em PEAD (Polietileno de Alta Densidade), PEAD EAGLE (formulação PEAD Ucelo + resistência a impacto e abrasão), PA 6 (Poliamida Nylon 6) e PA 66.

As canecas utilizadas no elevador em questão, possuem as características conforme a Figura 23.



**Figura 23:** Características das canecas.

(Fonte: Ucelo, 2019)

Na Tabela 4 são referenciados seus valores.

**Tabela 4:** Dimensões e características das canecas.

| Marca | Modelo | Dimensões |     |     |    |    |    |   |      |      |       |
|-------|--------|-----------|-----|-----|----|----|----|---|------|------|-------|
|       |        | A         | B   | C   | E  | F  | G  | H | V.1  | V.2  | PESO  |
| UCELO | S-350  | 353       | 195 | 135 | Ø9 | 80 | 40 | 8 | 4,75 | 5,60 | 0,759 |

(Fonte: Ucelo, 2019)

onde:

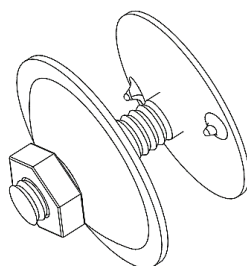
A, B, C, E, F, G, H: dimensões (mm)

V.1 e V.2: Volume (l)

PESO: massa (kg)

Para fixação da caçamba na correia elevadora é utilizado um parafuso com uma cabeça especial de grande diâmetro em relação a seu corpo, plana no lado externo e inclinada na parte interna. Isso possibilita que a cabeça não sobressaia em relação a correia plana após a montagem. De acordo com a Figura 24, Ucelo (2019) informa que ela possui ainda duas travas na cabeça para travar o parafuso na correia, evitando o giro durante o aperto.

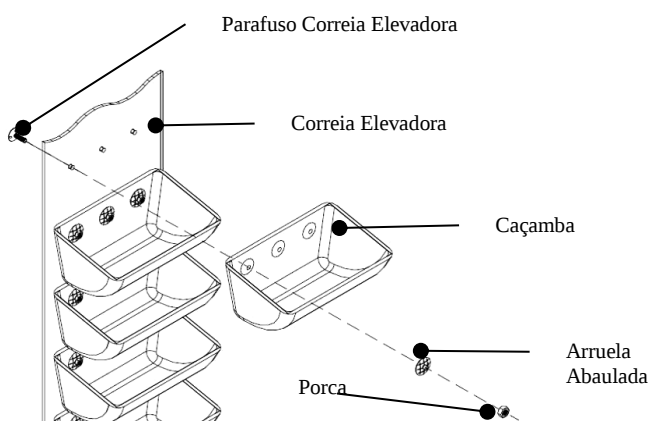
A arruela utilizada na fixação possui concavidade para envolver o abaulamento da caçamba e da correia.



**Figura 24:** Parafusos caçambas.

(Fonte: Ucelo, 2019)

A Figura 25 ilustra a sequência de montagem da correia, caneca e parafusos de fixação.



**Figura 25:** Montagem canecas.

(Fonte: Autor, 2019)

### 3.2. COLETA DOS DADOS DE CAPACIDADE DE TRANSPORTE DO ELEVADOR DE CANECAS

Para conhecimento da capacidade do transportador em questão, na empresa onde se realiza o estudo foram coletadas quatro amostras de vazões em pleno funcionamento do equipamento estudado. Tais dados foram fornecidos conforme Tabela 5:

**Tabela 5:** Medições dos passos entre canecas.

|               | Medição 1 | Medição 2 | Medição 3 | Medição 4 | Média  |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| Vazão (ton/h) | 208,50    | 207,00    | 212,50    | 211,50    | 209,88 |

(Fonte: Empresa, 2019)

Com essas informações fornecidas, pode-se ter uma média de capacidade nominal em 209,88 ton/h de material transportada pelo maquinário estudado.

### 3.2.1. Cálculos teóricos do equipamento

Para comprovação dos dados fornecidos, é realizado o cálculo da capacidade teórica do elevador de canecas estudado, logo, utilizou-se a Equação 2 de Milman (2002):

$$Qt = \frac{60 \cdot Cc \cdot V}{A} \cdot \mu \quad (2)$$

onde:

Q: capacidade ou vazão de grãos (m<sup>3</sup>/h)

Cc: capacidade da caneca (m<sup>3</sup>)

V: velocidade linear da correia (m/min)

A: espaçamento entre canecas (m)

$\mu$ : fator de enchimento das canecas variável entre 0,75 e 1

De acordo com Milman (2002), pode-se definir por meio da Equação 1 a determinação da velocidade da correia no equipamento, logo, como se tem o diâmetro da polia em 619 milímetros e a rotação de saída do motoredutor em 108 RPM, calcula-se:

$$V = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot n \quad (1)$$

onde:

V: velocidade tangencial da correia (m/min)

r: raio efetivo de descarga (m)

n: rotação (RPM)

Com isso, tem-se:

$$V = 2 \cdot \pi \cdot \frac{0,619}{2} \cdot 108 = 210,02 \text{ m/min}$$

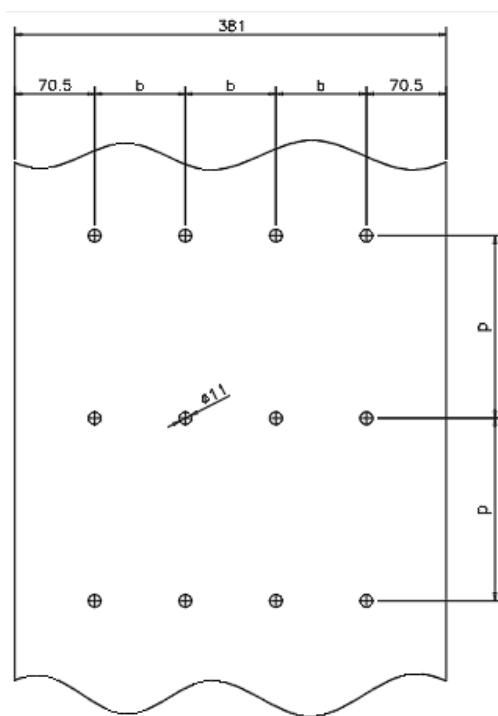
Transformando em metros por segundo, obtém-se:

$$V = \frac{210,021}{60} = 3,50 \text{ m/s}$$

Para a caneca, o volume total conforme características técnicas é de 5,60 litros. Devido a granulometrias e características físicas dos grãos, as canecas possuem a chamada linha d'água. Essa se refere ao acomodamento dos grãos dentro do volume das canecas.

A linha d'água da caneca estudada, conforme mencionado pelo fornecedor, possui 4,75 litros.

A Figura 26, ilustra as medições dos passos dispostos entre as canecas instaladas no equipamento. Tais passos conforme já explicado, refere-se a distância entre as canecas dispostas por metro na correia instalada no equipamento.



**Figura 26:** Passos das canecas nas correias.

(Fonte: Autor, 2019)

O passo medido foi de 190 milímetros linearmente entre as canecas.

Então, segundo a altura do equipamento coletada entre eixos  $H = 39,37$  metros, pode-se definir a quantidade de caçambas utilizadas no equipamento.

Para isso, deve-se calcular linearmente o comprimento da correia instalada.

Então, utilizando a Equação 3 para o cálculo do comprimento da correia, tem-se:

$$Bc = \left(\frac{1}{2} \cdot \pi \cdot Da\right) + \left(\frac{1}{2} \cdot \pi \cdot De\right) + 2 \cdot H \quad (3)$$

onde:

Bc: comprimento linear da correia (m)

Da: raio do rolo de acionamento (m)

De: raio do rolo do esticador (m)

H: distância entre eixos acionamento/pé (m)

Logo, calcula-se:

$$Bc = \left(\frac{1}{2} \cdot \pi \cdot 0,619\right) + \left(\frac{1}{2} \cdot \pi \cdot 0,600\right) + 2 \cdot 39,37 = 80,65 \text{ metros}$$

Resultando em 80,65 metros de correia instalada.

Observa-se que a empresa onde se realizou o estudo, adota-se um adicional de dois metros de correias em virtude de haver variações devido às emendas, esticamento desta e entre outros fatores.

Calculando a quantidade de caçambas instaladas, utiliza-se a Equação 4, logo:

$$Qc = \frac{Bc}{p} \quad (4)$$

onde:

Qc: quantidade de caçambas instaladas

Bc: comprimento correia (m)

p: passo das canecas (m)

Então, calcula-se:

$$Qc = \frac{80,65}{0,190} = 424,47$$

Ou seja, tem-se aproximadamente 425 canecas instaladas.

Por fim, considerando fator de enchimento ( $\mu$ ) em 0,9, dado definido pela empresa e de acordo com os valores encontrados, pode-se calcular a vazão volumétrica teórica do equipamento estudado. Portanto, utilizando a Equação 2, tem-se:

$$Q = \left( \frac{60 \cdot 0,00475 \cdot 210,02}{0,190} \right) \cdot 0,9 = 283,53 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para o dado equipamento, este foi instalado com o objetivo de transportar cereal soja.

Segundo Milman (2002), a Tabela 6 ilustra os dados da soja com peso específico em 0,75 toneladas por metro cúbico

**Tabela 6:** Peso específicos de alguns produtos.

| Produto          | Peso específico t/m <sup>3</sup> |
|------------------|----------------------------------|
| Arroz em casca   | 0.56                             |
| Arroz descascado | 0.95                             |
| Soja             | 0.75                             |
| Trigo            | 0.80                             |

(Fonte: Milman, (2002))

Então, por meio dos dados apresentados, pode-se calcular o transporte efetivo realizado no equipamento com o grão soja.

Para a vazão volumétrica calculada  $Q = 283,53 \text{ m}^3/\text{h}$ , e peso específico em  $0,75 \text{ ton/m}^3$ , multiplicando-se os valores, se obtém a capacidade de transporte teórica em ton/h, logo:

$$Qt = Q \cdot \rho = 283,53 \cdot 0,75 = 212,65 \text{ ton/h}$$

Encontra-se, assim, a quantidade transportada teórica em  $Qt = 212,65 \text{ ton/h}$  de soja no equipamento estudado.

Com isso, pode-se calcular a potência necessária para acionamento do rolo na cabeça superior do equipamento, para isso, utiliza-se a Equação 5 de Milman (2002).

$$P = \frac{1,15 \cdot V \cdot q \cdot (H + C)}{4500} \quad (5)$$

onde:

P: potência absorvida pelo elevador (cv)

V: velocidade linear da correia (m/min)

q: carga por metro  $q = \frac{1}{A} \cdot \gamma \cdot Cc$  (kgf/m)

A: espaçamento entre caçambas (m)

Cc: capacidade da caneca (m<sup>3</sup>)

$\gamma$ : peso específico do grão (kg/m<sup>3</sup>)

H: altura entre eixos do elevador (m)

C: fator = D . 12

D: diâmetro da polia interna do pé (m)

Para o desenvolvimento do cálculo da potência, deve-se encontrar a carga por metro q, transformando o peso específico apresentado da Tabela 6,  $\gamma = 0,75$  ton/h, nas unidades observadas, para isso, deve-se multiplicar o valor por 1000, portanto:

$$\gamma = 0,75 \cdot 1000 = 750 \text{ kg/m}^3$$

Em seguida, encontra-se o fator C, então:

$$C = 0,600 \cdot 12 = 7,2$$

E para q, tem-se:

$$q = \frac{750 \cdot 0,00475}{0,190} = 18,75 \text{ carga/metro}$$

Por fim, calcula-se a potência a partir da Equação 5:

$$P = \frac{1,15 \cdot 210,02 \cdot 18,75 \cdot (39,37 + 7,2)}{4500} = 46,86 \text{ cv}$$

Ainda, de acordo com Paulista (1988), para a transformação de cavalo vapor (cv) para quilowatt (kW), deve-se dividir a potência encontrada por 1,36, então, calcula-se:

$$P = \frac{46,86}{1,36} = 34,46 \text{ kW}$$

### 3.3. REDIMENSIONAMENTO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE

A fim de aumentar a capacidade transportada do equipamento estudado e permanecer com as mesmas características físicas do equipamento, tem-se os respectivos valores:

- a) Diâmetro do rolo acionamento: 619 (mm);
- b) Diâmetro do rolo pé: 600 (mm);
- c) Potência motoredutor: 45 (kW);
- d) Velocidade de saída: 108 (RPM);
- e) Volume da caneca: 4,75 (litros);
- f) Altura do corpo: 38 (m);
- g) Altura entre eixos: 39,37 (m);
- h) Peso específico soja: 0,75 (ton/m<sup>3</sup>).

Permanecendo com essas características, e restando a alteração somente nos passos das canecas, de forma experimental visualizando as possibilidades de funcionamento, adotou-se, então, um novo passo de 155 mm entre canecas.

Devido a alteração no passo entre as canecas, há então a alteração na quantidade de canecas anexadas a correia. Observa-se que não houve alteração no comprimento total da correia, ou seja, permaneceu com o valor já encontrado de  $B_c = 80,65$  metros.

Ainda utilizando a Equação 4 encontra-se a quantidade de caçambas por metro ( $Q_c$ ) em correia, logo:

$$Q_c = \frac{80,65}{0,155} = 520,32$$

Ou seja, 520 canecas.

Para o cálculo da nova vazão volumétrica por meio do novo passo fornecido, esta pode ser obtida a partir da Equação 2.

Como não houve alteração na velocidade de saída do motoredutor, permanecendo com 108 RPM, ou seja, velocidade  $V = 210,02$  m/min e permanecendo com fator de enchimento  $\mu = 0,9$ , tem-se:

$$Q = \frac{60 \cdot Cc \cdot V}{A} \cdot \mu \quad (2)$$

onde:

Q: capacidade ou vazão de grãos ( $m^3/h$ )

Cc: capacidade da caneca ( $m^3$ )

V: velocidade linear da correia (m/min)

A: espaçamento entre canecas (m)

$\mu$ : fator de enchimento das canecas variável entre 0,75 e 1

Logo, calcula-se:

$$Q = \frac{60 \cdot 0,00475 \cdot 210,02}{0,155} \cdot 0,9 = 347,54 \text{ m}^3/h$$

E para o cálculo da capacidade de transporte teórica com a soja, utilizando a Tabela 6 com peso específico em  $0,75 \text{ ton/m}^3$  e vazão volumétrica  $Q = 347,54 \text{ m}^3/h$ , novamente multiplicando-se os valores, se obtém a capacidade de transporte teórica em ton/h, logo:

$$Qt = Q \cdot \rho = 347,54 \cdot 0,75 = 260,66 \text{ ton/h}$$

Portanto, nova capacidade de transporte teórica em  $Qt = 260,66 \text{ ton/h}$ .

Para a nova potência devida as alterações nos passos, utilizando a Equação 5 e devido as alterações não influenciarem no peso específico ( $\gamma$ ), no fator C, calcula-se somente a carga por metro (q), permanecendo os valores  $\gamma = 750 \text{ kg/m}^3$  e  $C = 0,600 \cdot 12 = 7,2$  e passo  $p = 155 \text{ mm}$ , logo:

$$P = \frac{1,15 \cdot V \cdot q \cdot (H + C)}{4500} \quad (5)$$

onde:

P: potência absorvida pelo elevador (cv)

V: velocidade linear da correia (m/min)

q: carga por metro  $q = \frac{1}{A} \cdot \gamma \cdot Cc$  (kgf/m)

A: espaçamento entre caçambas (m)

Cc: capacidade da caneca (m<sup>3</sup>)

$\gamma$ : peso específico do grão (kg/m<sup>3</sup>)

H: altura entre eixos do elevador (m)

C: fator = D . 12

D: diâmetro da polia interna do pé (m)

Com isso, tem-se:

$$q = \frac{750 \cdot 0,00475}{0,155} = 22,98 \text{ carga/metro}$$

Por fim, calcula-se a potência:

$$P = \frac{1,15 \cdot 210,02 \cdot 22,98 \cdot (39,37 + 7,2)}{4500} = 57,44 \text{ cv}$$

Ainda, transformando de cavalo vapor (cv) para quilowatt (kW), novamente divide-se a potência encontrada por 1,36, logo:

$$P = \frac{57,44}{1,36} = 42,23 \text{ kW}$$

Com as informações obtidas, realizou-se as alterações nos passos das canecas no elevador estudado, adicionando a diferença de canecas neste.

Para conhecimento da capacidade do transportador após as alterações realizadas, a empresa onde foi realizado o estudo, coletou novas amostras de vazões em pleno funcionamento do equipamento estudado. Tais dados foram fornecidos conforme a Tabela 7:

**Tabela 7:** Medições dos passos entre canecas, pós alteração.

|               | Medição 1 | Medição 2 | Medição 3 | Medição 4 | Média  |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| Vazão (ton/h) | 255,30    | 250,00    | 257,50    | 252,40    | 253,80 |

(Fonte: Empresa, 2019)

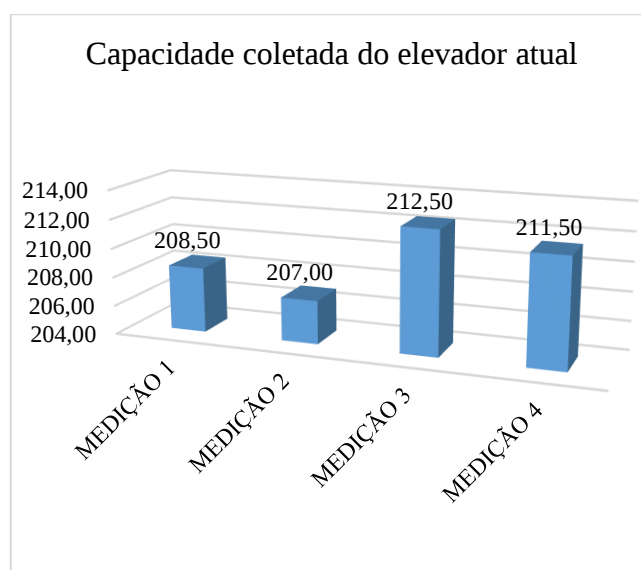
Com os dados fornecidos, pode-se ter uma média de capacidade de vazão nominal transportada no pelo maquinário estudado em 253,80 ton/h.

### 3.4. ANÁLISE DOS DADOS (ANTES X DEPOIS) DO ESTUDO REALIZADO

Realizado o inventário do elevador estudado, com as amostras de vazão do equipamento anterior as alterações, pode-se então calcular, por meio dos referenciais teóricos, as vazões a fim de comprovar sua legitimidade no processo de dimensionamento do equipamento.

#### 3.4.1. Análise dos dados do elevador atual

O Gráfico 1 demonstra as amostras fornecidas de capacidade de transporte real do elevador em funcionamento anterior a alteração.

**Gráfico 1:** Dados de capacidade elevador atual

(Fonte: Empresa, 2019)

Com suas medições, pode-se, então, obter a média de capacidade das amostras reais em funcionamento em 209,88 ton/h.

Observa-se que com as características coletadas do equipamento e, principalmente, com o passo observado de 190 milímetros anterior as alterações, utilizando a matéria prima de referência soja com suas características e, por fim, realizado os cálculos teóricos, obteve-se a vazão do equipamento em 212,65 ton/h.

Pode-se observar que para ambos os valores de vazões são bem aproximadas. Isso garante que por meio do dimensionamento realizado no equipamento atual, coincide aproximadamente com as bases teóricas utilizadas para cálculos em sua capacidade de transporte. Portanto, o método para cálculo utilizado, suporta uma base para utilização neste tipo de equipamento.

Porém, observa-se que as vazões coletadas variam em seus valores, tais números oscilam devido a diversos fatores que podem influenciar nessa capacidade. Para estes fatores, é possível citar aqueles que se destacam.

Segundo Milman (2002), a bica de carga ou entrada de grãos mal posicionada ou regulada no pé do elevador pode ocasionar a instabilidade numa vazão fixa no equipamento, assim também, a correia mal esticada pode proporcionar o deslizamento desta nas polias ou rodas, trazendo instabilidade em sua vazão devido ao escorregamento dela.

Outras causas são possíveis e devidas também, ao grau de impureza do grão, ou seja, seu nível de impureza em sua massa influencia também na capacidade de o produto escoar no equipamento estudado. Devido a matérias estranhas nos grãos, o equipamento estudado pode encontrar dificuldade ao escoar alguns pontos no sistema.

Além disso, segundo Milman (2002), a alta ou baixa rotação em sua roda ou polia superior, falta de caimento da tubulação de grãos, caçambas tocando no fundo do pé e entre diversos outros fatores podem influenciar nessas vazões.

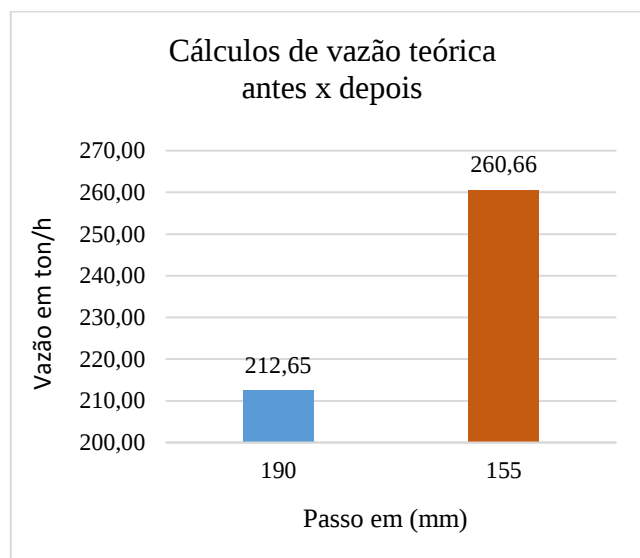
#### 3.4.2. Análise das alterações realizadas no elevador

Verificado suas características físicas e permanecendo com suas configurações padrão, de forma experimental, visualizando suas possibilidades para o aumento de capacidade no equipamento, adotou-se o novo passo de 155 milímetros entre as canecas.

Dessa forma, por meio das literaturas utilizadas e, então, empregadas suas equações, obteve-se a nova vazão teórica de 260,66 ton/h.

Com isso, de fato foi possível observar o aumento em sua capacidade teórica.

O Gráfico 2 representa esse aumento.



**Gráfico 2:** Vazões teóricas com passos estudados

(Fonte: Autor, 2019)

A partir dos dados observados, obteve-se um aumento de 48,01 ton/h no equipamento.

Observa-se ainda que os valores encontrados se referem a um aumento na capacidade teórica de transporte de aproximadamente 22,57%. Isso somente ao modificar o passo entre as canecas em um diferencial de 35 milímetros entre elas.

Com o passo de 190 milímetros, observou a partir dos referenciais teóricos, a quantidade de caçambas instaladas no equipamento. Obteve-se a partir das suas características e dimensões de correias, um comprimento linear de correia de aproximadamente 80,65 metros, e para o passo instalado 425 canecas.

Após definido o novo passo de 155 milímetros e inalterado seu comprimento de correia, houve então o aumento para 520 canecas.

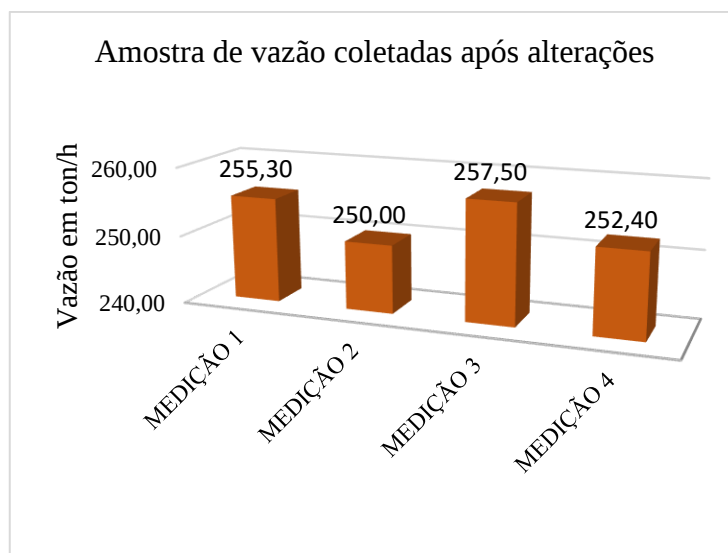
Essa diferença de 95 canecas se dá devido a diminuição do passo linear entre elas.

Se considerar o impacto causado pelo o aumento da capacidade devido aos novos passos e, também, as suas quantidades de canecas adicionadas, o valor investido para esses itens se torna pouco ou irrisório próximo ao beneficiamento desse aumento ao produtor.

Já com relação a potência, com os valores encontrados com o passo de 190 milímetros, constatou-se uma potência solicitada de 34,46 kW, e para o passo de 155 milímetros estudado, obteve-se um aumento de potência para 42,2 kW para este novo passo.

A partir da observação das alterações necessárias, ou seja, passo entre as canecas e quantidade de canecas aumentadas devida a essas modificações, coletou-se, então, as novas amostras de capacidades com os passos encontrados.

O Gráfico 3 demonstra tais amostragens fornecidas ao estudo.



**Gráfico 3:** Dados de capacidade (estudo)

(Fonte: Empresa, 2019)

Com suas medições, pode-se obter a média de capacidade das amostras reais após as alterações, sendo estas de aproximadamente 253,80 ton/h.

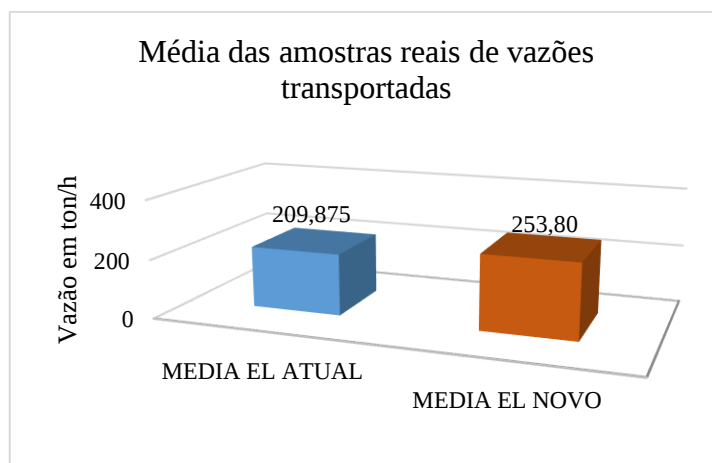
Ressalta-se que para as oscilações das medições, como já explicitado, deve-se a alguns fatores que podem influenciar nessas variações.

#### 3.4.3. Análises das amostras de capacidades reais

Já para os dados de amostras reais coletadas, observou-se um aumento de 41,15 ton/h do equipamento devido às alterações realizadas.

Observa-se que os valores encontrados se referem a um aumento na capacidade de transporte do equipamento em aproximadamente 20,92%.

O gráfico 4 ilustra esses dados.



**Gráfico 4:** Dados de capacidade reais (atual x novo)

(Fonte: Empresa, 2019)

Devido a essas oscilações de capacidades no equipamento ao coletar as amostras, como já explicitado, percebeu-se que há uma variação do aumento na porcentagem dos dados teóricos confrontados com os reais.

Tal diferença se refere ao percentual de 1,65% entre esses valores.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através das características técnicas coletadas do elevador estudado, dados como dimensões, componentes, e algumas outras características físicas, estes puderam auxiliar no conhecimento necessário do equipamento para dar prosseguimento aos demais objetivos.

Ao realizar esse inventário, a partir da organização das informações foi possível realizar os cálculos das capacidades teóricas, bem como do comprimento de correia e da quantidade de canecas instaladas, além disso, obteve-se a potência utilizada no equipamento existente.

Por meio desses dados obtidos, pode-se confrontar com as amostras de vazões do elevador anterior, com isso, observa-se que conforme análise realizada, a eficácia da literatura e equações utilizadas para a comprovação da vazão no equipamento existe.

Segundo dados das coletas reais fornecidas do elevador anterior e dados obtidos da vazão teórica, notou-se que houve uma variação de 209,88 ton/h para esses dados reais médios, com 212,65 ton/h em seus valores de vazões teóricas calculadas. Isso se refere a uma diferença de 2,77 ton/h entre esses números. Devido ao contexto real e teórico, observa-se que os números são bem aproximados, desta forma, considera-se valores de coincidência ao estudo, devido a alguns parâmetros externos ao equipamento.

Após verificado as possibilidades para aumento de capacidade sem impactar em grandes alterações físicas ao sistema, de forma experimental, adotou-se o novo passo entre as canecas, tal valor se refere de 190 para o elevador anterior, para 155 milímetros para o elevador novo estudado.

Logo, com o novo passo definido, obteve-se um aumento em algumas características, ou seja, capacidade de transporte, número de canecas, e potência utilizada.

Para a vazão, houve o aumento teórico de 212,65 ton/h do equipamento anterior, para 260,66 ton/h ao equipamento novo estudado. Tais números se referem a um aumento de 22,57% do equipamento, ou seja, 48,01 ton/h.

Observa-se que no fornecimento das amostras coletadas, houve oscilações em seus números. Tais amostras de vazões, tanto do equipamento anterior, quanto no novo estudado, pode haver variações devido a alguns parâmetros do equipamento, tal como o ambiente onde está instalado o maquinário.

Após alcançado estudo e realizado as alterações no equipamento com o novo passo, realizaram-se novas coletas de vazões e a partir destas, observou-se uma pequena variação entre os valores, ou seja, para o elevador anterior, a vazão real média coletada foi de 209,88 ton/h e

para o elevador atual estudado 253,8 ton/h. Isso se referiu a um aumento de 20,92%, ou seja, um acréscimo na vazão de aproximadamente 43,92 ton/h no equipamento.

Devido a essas alterações no passo, houve a necessidade do adicional de 95 canecas ao conjunto, no qual para o elevador anterior era de 425 e, após alteração no passo, passou a utilizar 520 canecas.

Por fim, para a potência também houve um aumento em seu valor, ou seja, para o estudo anterior era requerido 34,46 kW, e após as alterações no passo houve o acréscimo de 7,74 kW, ou seja, uma nova potência exigida de 42,2 kW.

Porém, ressalta-se que para o equipamento estudado, o motoredutor já instalado neste possui uma potência nominal de 45 kW. Então, para essa configuração de motoredutor, pode-se permanecer com este equipamento no conjunto, sem a necessidade de investir em um novo maquinário, visto que sua faixa de potência atende à necessidade solicitada pelo aumento da capacidade e potência encontrada.

A tabela 8, ilustra claramente as variações nos números estudados.

**Tabela 8:** Resumo dos dados do equipamento.

| Elevador       | Passo<br>(mm) | Vazão teórica<br>(ton/h) | Vazão real<br>(ton/h) | Canecas | Potência<br>(kW) |
|----------------|---------------|--------------------------|-----------------------|---------|------------------|
| Anterior       | 190           | 212,65                   | 209,88                | 425     | 34,46            |
| Atual (estudo) | 155           | 260,66                   | 253,89                | 520     | 42,20            |

(Fonte: Autor, 2019)

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a preocupação de produtores rurais estarem em busca de economia e eficiência em seus equipamentos, é realizado um estudo em uma empresa para melhorar a capacidade de produção a equipamentos transportadores.

Seguindo essa ideologia, para um dado transportador de canecas instalado *in loco*, com suas características físicas, e com o objetivo de aumentar a capacidade de transporte no elevador e de tal forma também em não alterar significativamente seus componentes físicos, observou-se as possibilidades de mudanças e, então, definiu-se um novo passo entre as canecas.

Com isso, a partir dessas características foi possível calcular teoricamente a nova vazão do equipamento.

No presente estudo, utilizou-se como base de matéria prima a soja. Observa-se que durante o estudo, obteve-se um aumento significativo de 20,92% na capacidade de transportar o referido produto no equipamento.

Constatou-se que para essas vazões houve uma variação em seus valores teóricos e reais, isso devido a alguns fatores que influenciaram externamente.

Além disso, devido as alterações nos passos entre as canecas, houve a necessidade de aumentar a quantidade de canecas no equipamento.

Nota-se que com o intuito do aumento do transporte de grãos e não alterar significativamente seus componentes no elevador, observa-se que houve um acréscimo somente na quantidade de canecas.

Para o motoredutor, por este atender com folga a demanda solicitada devido à nova capacidade, não houve a necessidade de substituição deste.

Vale lembrar que para este estudo, utilizou-se matéria prima soja e, portanto, em caso de estudo com outros tipos de cereais, deve ser analisado se estruturalmente este referido estudo suporta uma viabilidade técnica ao qual se interessa.

## **6. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS**

Considerando a relevância do tema e partindo da ideia de que este trabalho pode servir de incentivo para a elaboração de novos projetos e trabalhos acadêmicos, são oportunas as seguintes sugestões:

- a) Análise dos custos envolvidos devido as alterações realizadas;
- b) Viabilidade técnica para outros tipos de cereais;
- c) Análise das oscilações nas vazões teóricas e vazões reais;
- d) Dimensionamento do sistema, pé, corpo, e cabeça de acionamento configurando a estrutura para suporte das cargas recebidas;
- e) Verificação da influência da umidade na potência e no sistema do equipamento.

## REFERÊNCIAS

- AMATO NETO, J. **A Indústria de máquinas agrícolas no Brasil: origens e evolução**. 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v25n3/v25n3a05.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2019.
- BRAMBATTI JUNIOR, N. **Análise estrutural dos perfis de sustentação de um elevador de canecas**. Trabalho de conclusão de Curso (Mestrado em Projeto e Processos de Fabricação), Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2016.
- CIRIBELLI, M. C. **Como elaborar uma dissertação de mestrado através da pesquisa científica**. Rio de Janeiro: 7 Letras, 2003.
- ELETROBRÁS, et al. **Correias transportadoras: Guia Básico**. Brasília: IEL/NC, 2009. Disponível em: <<https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/uploads/arquivos/correiasetransportadoras.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2019.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Universidade Estadual do Ceará – UECE, 2002. Disponível em: <<http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2019.
- FRM. **Conjuntos Plummer Block FRM**. 2019. Disponível em: <[http://www.frm.ind.br/FRM024\\_Plummer.pdf](http://www.frm.ind.br/FRM024_Plummer.pdf)>. Acesso em: 20 mai. 2019.
- GENRO, T. *et al.* **Programa setorial: máquinas e implementos**. 2012. Disponível em: <[http://adesm.org.br/wp-content/uploads/2012/05/20120328153553programa\\_setorial\\_\\_\\_maquinas\\_e\\_implementos\\_agricolas.pdf](http://adesm.org.br/wp-content/uploads/2012/05/20120328153553programa_setorial___maquinas_e_implementos_agricolas.pdf)>. Acesso em: 25 mai. 2019.
- LAZZARI, F. M.; SOUZA, A. S. **Revolução verde: impactos sobre os conhecimentos tradicionais**. 2017. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/congressodireito/anais/2017/4-3.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2019.
- MAXBELT. **Correias Transportadoras: Soluções**. Disponível em: <<http://www.maxbelt.com.br/www/site/solucoes/11>>. Acesso em: 21 out. 2019.
- MILMAN, M. J. **Equipamentos para pré-processamento de grãos**. Pelotas: Ed. Universitária / UFPel, 2002.
- PAULISTA, F. S.A. **Manual de transportadores de correais faço**. 4 ed. Rio de Janeiro: Allis, 1988.

SAATH, K. C. D. O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, v. 56, n. 2, p. 195-212, jun. 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560201>>. Acesso em: 25 mai. 2019.

SCARE, R.F.; ANTOLINI, L. S. **O contexto das decisões de compra do produtor rural**. Disponível em: <[http://www.agrodistribuidor.com.br/up\\_arqs/pub\\_\\_20161122125302\\_entendendo-a-tomada-de-decisao-e-o-comportamento-de-compra-do-produtor-rural-ipdf.pdf](http://www.agrodistribuidor.com.br/up_arqs/pub__20161122125302_entendendo-a-tomada-de-decisao-e-o-comportamento-de-compra-do-produtor-rural-ipdf.pdf)>. Acesso em: 20 mai. 2019.

SEW. **Instruções de Montagem e Operação**. 2013. Disponível em: <<https://download.sew-eurodrive.com/download/pdf/20200714.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2019.

SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. 2008. Disponível em: <<ftp://ftp.ufv.br/Inetpub/ftproot/Dea/Disciplinas/juarez/Secagem%20e%20Armazenagem%20Livro%20eletr%F4nico%20demonstra%E7%E3o/Pref%E1cio.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2019.

UCELO. **Canecas elevadoras plásticas**. 2019. Disponível em: <<https://www.ucelo.com.br/produtos-canecas-s>>. Acesso em: 21 out. 2019.

VIAN, C. E.; ANDRADE JUNIOR, A. M. **Evolução histórica da indústria de máquinas agrícolas no mundo: Origens e tendências**. São Paulo: Sober, 2010. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/15/1208.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2019.

YAMAKI, D. **Reforma de um elevador de canecas de uma unidade de granulação de fertilizantes**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em tratamento de minérios) – Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2014.