

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ – FAG
DANIEL JUNIOR OSOVSKI

EQUIPAMENTO COLETOR DE RESÍDUOS DA COLHEITA DE SOJA

CASCADEL – PARANÁ
2020

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ – FAG

DANIEL JUNIOR OSOVSKI

EQUIPAMENTO COLETOR DE RESÍDUOS DA COLHEITA DE SOJA

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

Professora Orientadora: Me. Rosemar Cristiane Dal Ponte.

Professor coorientador: Me. Bruno dos Santos.

CASCADEL – PARANÁ
2020

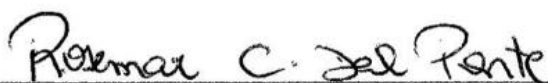
CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

DANIEL JUNIOR OSOVSKI

EQUIPAMENTO COLETOR DE RESÍDUOS DA COLHEITA DE SOJA

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob orientação do Professor (a) Rosemar Cristiane Dal Ponte.

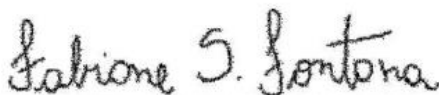
BANCA EXAMINADORA



Orientadora Prof^a Msc Rosemar Cristiane Dal Ponte
Centro Universitário Assis Gurgacz
Mestre em Engenharia de Energia na Agricultura



Professor Msc. Carlos Alberto Breda
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Mecânico



Professora Msc. Fabiane Sorbar
Centro Universitário Assis Gurgacz
Mestre em Engenharia Agrícola e Bacharel em Ciências da Computação

Cascavel/PR, 28 de Novembro de 2020.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, em especial aos meus pais,
pelo amor infinito e compreensão, fontes de minha extrema motivação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pela força divina em minha vida.

A minha família, por entender minha ausência diária durante esta longa caminhada.

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

Às pessoas com quem convivi ao longo desses anos de curso, e aos meus amigos, os quais me incentivaram e, certamente, tiveram impacto na minha formação acadêmica.

RESUMO

Ao analisar as necessidades da área agrícola em realizar a coleta dos resíduos provenientes da colheita de soja, decorrem as readequações e projeções estruturais de implementos agrícolas. Sobre esta discussão, o trabalho tem como objetivo projetar um equipamento agrícola para realizar a coleta dos resíduos da colheita de soja. O encaminhamento metodológico será de caráter quantitativo, tendo como fonte de embasamento dos cálculos a serem realizados, a análise e coleta bibliográfica, seguida do levantamento técnico da máquina motriz a ser utilizada, bem como do estudo dos resíduos coletados, tornando possível o desenvolvimento de um layout, o qual será devidamente adequado às normas técnicas de projeções de equipamentos mecânicos. Dentre os resultados encontrados, chegou-se a um projeto eficaz, aplicável e capaz de suprir a principal necessidade abordada, que consiste em reunir o resíduo da colheita de soja de forma prática, e assim utiliza-lo na alimentação de ruminantes, processo este, que se apresentou favorável, reduzindo em 27,8% o valor gasto com ração.

Palavras-chave: Equipamento Coletor. Resíduo de soja. Viabilidade de Aplicação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Quantidade de chapas da carcaça (C)	21
Figura 2: Projeção lateral do equipamento	32
Figura 3: Projeção superior do equipamento	32
Figura 4: Projeção do equipamento acoplado ao bloco da máquina motriz	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Especificação técnica do motor	26
Tabela 2: Especificação técnica da trilha/separação.....	26
Tabela 3: Relação entre as variáveis que influenciam a capacidade do helicóide para uma taxa de carga de 45%	27
Tabela 4: Relação entre diâmetro e passo do helicóide.....	28
Tabela 5: Valores aproximados de massa específica e fator de potência para o dimensionamento de um transportador helicoidal.....	29

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Relação entre os diâmetros de polias motora e motriz	18
Equação 2: Relação do RPM de polias associadas.....	18
Equação 3: Número de helices de um transportador helicoidal	19
Equação 4: Capacidade de transporte de um condutor helicoidal	19
Equação 5: Potência requerida do transportador.....	20
Equação 6: Quantidade de chapas para carcaça de um transportador helicoidal	20
Equação 7: Diâmetro da tubulação	22
Equação 8: Potência necessária	22
Equação 9: Velocidade absoluta do ar na saída do rotor	22
Equação 10: Diâmetro interno do rotor	23
Equação 11: Diâmetro externo do rotor	23
Equação 12: Numero de rotações do rotor	23
Equação 13: Largura das pás na entrada e saída	24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

RPM - Rotações Por Minuto

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivo geral	12
1.1.2 Objetivos Específicos	12
1.2 JUSTIFICATIVA	13
1.3 CARACTERIZAÇÕES DO PROBLEMA	13
1.4 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA	13
2 REVISÕES BIBLIOGRÁFICAS	15
2.1 EQUIPAMENTO COLETOR	15
2.1.1 Projeto de um equipamento	15
2.2 RESÍDUO DE SOJA	16
2.2.1 Aproveitamento de resíduos da colheita de grãos	16
2.3 VIABILIDADE DE APLICAÇÃO	16
2.3.1 Análise da viabilidade de aplicação	16
2.3.2 Viabilidade de aplicação na nutrição animal	17
2.4 SISTEMAS TRANSPORTADORES	18
2.4.1 Sistemas de transporte helicoidal	18
2.4.2 Sistemas de ventilação forçada	21
3 METODOLOGIA	25
3.1 LEVANTAMENTOS DE DADOS	25
3.1.1 Procedimentos Iniciais	25
3.1.2 Dados Técnicos da Máquina Motriz	25
3.2 DIMENSIONAMENTOS DO EQUIPAMENTO	26
3.2.1 Dimensionamento do Transportador Helicoidal	26
3.2.2 Dimensionamento do Ventilador e tubulações	29
3.3 PROJEÇÕES DO EQUIPAMENTO	31
3.3.1 Apresentação do projeto	31
3.4 ANÁLISES DA VIABILIDADE DE APLICAÇÃO	33
3.4.1 Procedimentos de análise e resultado	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36

REFERÊNCIAS	37
ANEXOS	38

1 INTRODUÇÃO

Muitos aspectos contribuem e impulsionam o avanço da mecanização, dentre eles a diminuição do desgaste do operário, aumento de produtividade e a necessidade de realizar determinada atribuição em um período de tempo mais curto. Com o avanço da agroindústria, aumenta a demanda por novas tecnologias, expondo uma oportunidade de crescimento na área de projetos mecânicos.

Este projeto delimita-se em analisar os conceitos fundamentais de desenvolvimento de máquinas agrícolas, com o fim de desenvolver um projeto eficaz e economicamente viável.

Tem como principal objetivo, projetar um equipamento para realizar a colheita de soja, adequando-o às normas técnicas por meio de estruturação de cálculos de dimensionamento, conferindo funcionalidade e viabilidade econômica.

Sendo a gestão de recursos agrícolas uma área que está em constante crescimento, necessita de atenção de modo que agrega, para a pesquisa, relevância econômica, ambiental e cultural, com ênfase em ressaltar o desenvolvimento de projetos agroindustriais.

O referido projeto de pesquisa terá caráter quantitativo de cunho transversal com uma duração previamente estabelecida. Os dados necessários serão obtidos de maneira de investigação bibliográfica, buscando embasamento consistente, chegando a um projeto final devidamente normatizado.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Projetar um equipamento agrícola para realizar a coleta dos resíduos da colheita de soja.

1.1.2 Objetivos específicos

- Coletar dados de dimensionamento e conceitos sobre um equipamento coletor de resíduos;
- Calcular as dimensões do equipamento agrícola a ser desenvolvido;

- Realizar estruturação do dispositivo por meio de cálculos, adequando-o às normas técnicas;
- Conferir funcionalidade e viabilidade de utilização relacionada ao projeto.

1.2 JUSTIFICATIVA

A colheita é a última das atividades desempenhadas no processo agrícola, sendo realizada manualmente em seu princípio de desenvolvimento e, posteriormente, com o avanço da industrialização, adequou-se ao processo de utilização de maquinários, o qual vem se modernizando cada vez mais, trazendo consigo o desenvolvimento de novos equipamentos (UNESP, 2001).

Em determinadas regiões do Brasil, a colheita de soja é compatível ao período de estiagem das chuvas, em que as pastagens, principal fonte de alimentação de ruminantes em geral, são escassas. Desta situação, surge a necessidade de um meio alternativo de nutrição animal.

Durante a realização, assim como em todo processo produtivo, na colheita de soja acabam surgindo subprodutos que são descartados por não terem destinação fundamentada. Visando o destaque para a área de gestão de recursos agrícolas, bem como a agropecuária, este trabalho busca, de maneira sustentável e economicamente viável, a proposta/projeção para um equipamento que reúna os resíduos de soja que, até então, vem sendo desperdiçado, agregando à pesquisa, relevância econômica, ambiental e cultural, com ênfase na área de desenvolvimento de projetos agrícolas.

1.3 CARACTERIZAÇÕES DO PROBLEMA

Como projetar um equipamento agrícola para realizar a coleta dos resíduos da colheita de soja?

1.4 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

Este projeto de pesquisa delimita-se em analisar os conceitos fundamentais para o desenvolvimento de máquinas agrícolas, com o intuito de elaborar um projeto de dimensionamento estrutural de um equipamento coletor, por meio do levantamento de dados

técnicos e adequação do referido implemento para realização de estudo sobre viabilidade de aplicação.

2 REVISÕES BIBLIOGRÁFICAS

2.1 EQUIPAMENTO COLETOR

2.1.1 Projeto de um equipamento

Segundo Budinas (2011), projetar nada mais é que desenvolver um plano com o intuito de atender e resolver um problema em específico e, posteriormente, concretizando-se, deverá ser funcional, eficaz e aplicável.

Em se tratando de equipamentos coletores, estes abrangem diversas áreas de aplicação, de acordo com as necessidades e recursos requeridos, direcionando-os para o alvo de estudo, consistem em um sistema composto pela junção de elementos de máquinas com formatos e características conhecidos, destinadas à execução de uma função pré-estabelecida.

Segundo Budinas e Nisbett (2011), todos vivemos na chamada “era da informação” e, por meio da qual, informações se globalizam de maneira rápida e impressionante, tornando-se difícil, mas não impossível, acompanhar e interagir com os avanços relacionados ao ramo da atuação de formulação de novos equipamentos, sendo indispensável manter o foco e se concentrar nas necessidades que nos norteiam, pois, desta forma, surgem bons projetos que, de maneira geral, são compostos por estruturas complexas, tornando-se viável uma subdivisão, na qual podem ser aplicados recursos considerados repetitivos, atraindo facilidade no processo de desenvolvimento do equipamento, sempre ressaltando a exceção de que algumas peças, em específico, que não são independentes, tornando indispensável análise em conjunto, visto que, no final, o objetivo é chegar a um único equipamento.

Com todo o avanço, tratando-se de tecnologia de projetos e desenvolvimento, torna-se indispensável o uso de meios eletrônicos e computacionais, com ênfase em programas e softwares gráficos de simulação, que visam a aplicação da prática ao invés de concentrar o foco em limites conceituais. Segundo Budinas e Nisbett (2011), para um profissional da área, tal segmento alavanca novos horizontes, trazendo infinidade de ferramentas que não só facilitam, mas possibilitam melhor visão do que se busca detalhar e apresentar como forma de produto, despertando valor agregado, bem como maior interesse por ambas as partes, profissionais ou comerciais, dependendo do objetivo quando se fala em projetar.

2.2 RESÍDUO DE SOJA

2.2.1 Aproveitamento de resíduos da colheita de grãos

Conforme a CONAB (2020), a área destinada ao cultivo de grãos vem sofrendo aumento gradual ano após ano, o qual alcançou um índice de crescimento de 2,9 % no ano de 2020 comparado à safra de 2019, totalizando uma área plantada de 65.109,8 mil hectares. A CONAB (2020) comenta que, para o cultivo de soja, há estimativa de 122.060,2 mil toneladas colhidas do produto neste ano, dado que demonstra a aptidão da cultura para com o Brasil. Quanto maior o aumento da área plantada, consequentemente, maior é a produção de resíduos que são descartados na lavoura para se utilizar como fonte de cobertura com o intuito de preparação do solo para o próximo cultivo de uma cultura alternativa, metodologia que é aplicada desde pequenas até grandes áreas produtoras.

Segundo Nogueira *et al.* (2000), pressupõe-se que para cada hectare de área colhida, no que diz respeito à soja, cerca de 3,0 toneladas são componentes residuais de biomassa vegetal, ou seja, o resíduo ou subproduto da cultura que é descartado.

No intuito de buscar novas aplicações, surgiu a necessidade de um estudo de abrangência, que direcionou a aplicação de parte do que se desperdiçava na alimentação diária de animais. Por se tratar de uma área crítica, depende de um estudo detalhado da composição do material recolhido, visto ser necessário tratamento antes de quaisquer ações que visem a aplicação na suplementação animal (EMBRAPA 2020).

2.3 VIABILIDADE DE APLICAÇÃO

2.3.1 Análise da viabilidade de aplicação

Segundo Ende e Reisdorfer (2015), o estudo da viabilidade, seja ela econômica ou de aplicação, é de suma importância quando se busca desenvolver e investir em um produto. Para eles, cada fase de verificação do custo benefício do projeto está vinculada a uma projeção de tomada de decisão, a qual terá impacto significativo no resultado esperado.

Conforme Hirschfeld (2000), quando se aplica dinheiro em determinado produto ou serviço, busca-se retorno financeiro, sendo assim, antes é necessário analisar detalhadamente o projeto de desenvolvimento, com intuito de verificar a factibilidade de sua justificativa com ênfase no aspecto comercial e financeiro, não deixando de lado a efetividade técnica.

2.3.2 Viabilidade de aplicação na nutrição animal

De acordo com a EMBRAPA (1997), o gasto com a alimentação na criação de gado leiteiro e de corte representa entre 30 e 60% do custo de produção. Em se tratando ao custo da ração, segundo a COOPAVEL (2020), o preço da ração tipo Coopavel 20 %, no mês de outubro de 2020, custava R\$ 1.260,00 por tonelada do produto. Torna-se a busca por alternativas de alimentos de valor comercial baixo, a exemplo dos resíduos provenientes da colheita agrícola, prática essencial para a redução de gastos do processo produtivo.

Segundo a EMBRAPA (2020), durante esse período de escassez, o mau desempenho animal pode ser explicado pelo baixo teor de muitas substâncias nutritivas essenciais, devido às pastagens perderem seu valor nutricional, tornando-se insuficientes para suprir as necessidades, interferindo diretamente no desenvolvimento e ganho de peso e, conseqüentemente, levando ao emprego e utilização de novas fontes de obtenção desses nutrientes.

Os subprodutos da soja podem ser facilmente empregados na nutrição de ruminantes, visto que são fontes de proteína, energia e fibra (EMBRAPA 1997). Ainda de acordo com a EMBRAPA (2004), após análise verificou-se que o subproduto da soja é composto por 8,35 óleo e 50,03% de fibra, índices consideráveis na suplementação animal. Por se tratar de matéria seca, a principal aplicação é o preenchimento do intestino grosso e o auxílio no rúmen, indispensável em bovinos, se comparado a meios de alimentação que já são utilizados em longa escala, sendo estes compostos por teores iguais ou muito semelhantes aos adquiridos em amostragem do resíduo de soja. Logicamente, este desempenhará a mesma função no desenvolvimento da carcaça do animal, visando sempre acompanhamento técnico que, bem aplicado, trará resultados satisfatórios, não só para quem o busca, mas também ao conforto animal.

Segundo SILVA (1995), os resíduos provenientes das cascas e restos dos grãos da cultura da soja são considerados um alimento concentrado-volumoso altamente energético, podendo substituir 28% da dieta diária de 3 kg de ração fornecida aos animais ruminantes, de maneira a não interferir no processo digestivo, muito menos comprometer a produção tanto do leite, quanto da carne.

2.4 SISTEMAS TRANSPORTADORES

2.4.1 Sistemas de transporte helicoidal

Segundo Silva *et al.* (2020), o conjunto de movimentação e manuseio de grãos tem grande relevância e interferência em uma unidade de armazenamento, pois é grande a perda na qualidade do produto final, associado aos danos mecânicos exercidos pelo equipamento sobre o produto durante o processo, tornando-se indispensável conhecer o seu princípio de funcionamento de maneira a buscar a otimização para obter um melhor desempenho e aumento na qualidade final.

Conforme Silva *et al.* (2020), um transportador helicoidal é um equipamento simples tendo como princípio de utilização, o transporte de produtos granulares, constituído basicamente por um eixo helicoidal e um condutor do tipo estacionário, sendo que o produto é disposto na extremidade de recebimento e conduzido ao longo do eixo até a extremidade secundária por meio de seu movimento de rotação contínuo.

Segundo Melconian (2009), para se obter a rotação do eixo helicoidal, basta analisar a relação entre os diâmetros das polias motriz e motora do sistema, de acordo com a equação 1:

$$D = d * \frac{n_{maior}}{n_{menor}} \quad (1)$$

Onde:

D = Diâmetro da polia maior (rpm);

d = diâmetro da polia menor (rpm) ;

n_{maior} = maior rotação (rpm);

n_{menor} = menor rotação (rpm);

Logo para um sistema de redução, obtém-se a equação 2:

$$n_{movido} = \frac{d_{motriz} * n_{motriz}}{D_{movida}} \quad (2)$$

Onde:

n_{movido} : Rotação do eixo movido (rpm);

n_{motriz} : Rotação do eixo motriz (rpm);

D_{movida} : Diâmetro da polia movida (rpm);

d_{motriz} : Diâmetro da polia motriz (mm);

Para Silva *et al.* (2020), o número de hélices necessária para o transportador, pode ser obtido de maneira simples por meio da equação 3:

$$Nh = \frac{L}{p} \quad (3)$$

Onde:

Nh = Número de hélices (adimensional);

L = Comprimento do transportador (cm);

p = passo do helicóide (cm).

Conforme Silva *et al.* (2020), um fator de carga de 45% da capacidade do transportador é aplicado para materiais como grãos, ou que não possuem por característica grande abrasividade. Ele ainda comenta que, a capacidade do transportador helicoidal disposto na posição horizontal pode ser encontrada por meio da equação 4:

$$Q = 4,71 * 10^{-5} * (D - d^2) * p * n \quad (4)$$

Onde:

Q = capacidade de transporte (m^3/h);

D =diâmetro do helicóide (cm);

d = diâmetro do eixo do helicóide (cm);

p = passo do helicóide (cm);

n = número de rotações do eixo do helicóide (rpm);

No contexto de dimensionamento, SILVA *et al.* (2020), trata da potência requerida como sendo função da capacidade de transporte, do comprimento do helicóide e do material a ser conduzido, conforme a equação 5:

$$P = 2,22 * 10^{-4} * (Q * Me * L * Fm) \quad (5)$$

Onde:

P = potência requerida do transportador (cv);

Q = capacidade de transporte (m^3/min);

Me = massa específica do material (kg/m^3);

L = comprimento do transportador (m);

Fm = fator de potência de acordo com o material (adimensional);

Segundo UFBA (2020), o dimensionamento das chapas necessárias para a carcaça de um transportador helicoidal é obtido por meio da equação 6:

$$C = L * \left(\frac{\pi * (D + 2 * f1)}{2} + 2 * \left(\frac{D}{2} + f2 \right) + 2 * f3 \right) \quad (6)$$

Onde:

C = Quantidade de chapas (m^2);

L = Comprimento do transportador (m);

D = Diâmetro da hélice (m);

$f1$ = folga 1 (m);

$f2$ = folga 2 (m);

$f3$ = folga 3 (m);

A figura 1 a seguir demonstra as respectivas folgas 1, 2, e 3:

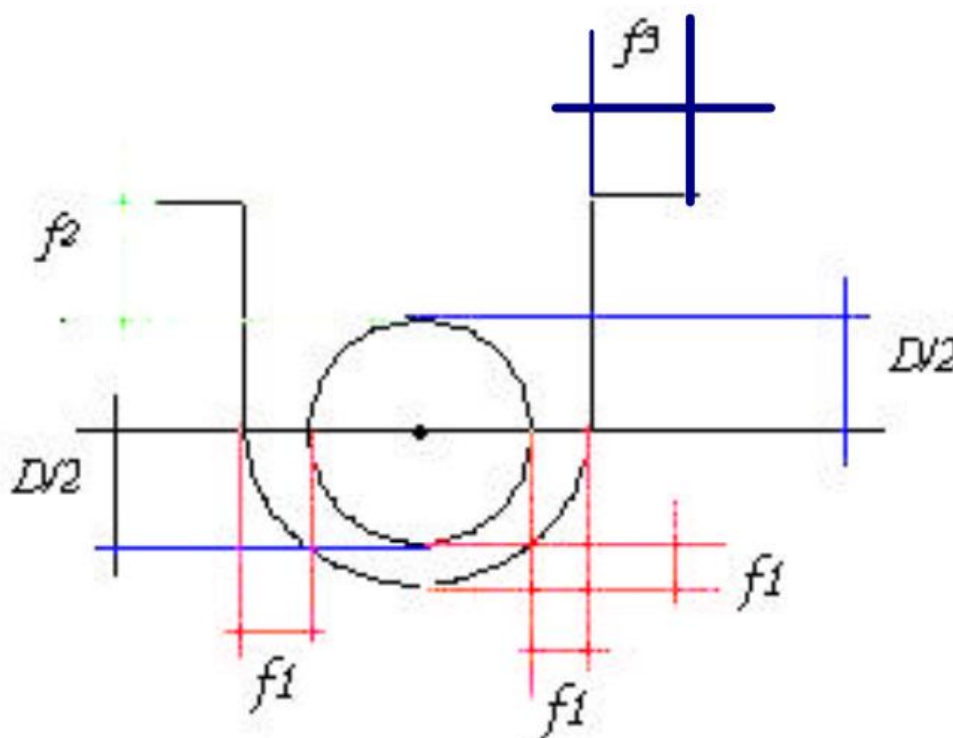


Figura 1: Quantidade de chapas da carcaça (C).

(Fonte: UFBA, 2020)

2.4.2 Sistemas de ventilação forçada

Segundo Poscolheita (2015), para os sistemas de ventilação forçada, tem-se a necessidade de utilização de componentes que sejam capazes de criar um gradiente de energia, o qual promova a movimentação do ar por meio dos componentes do sistema. Neste contexto, os ventiladores centrífugos radiais, são elementos compostos de um rotor provido de pás distribuídas em sua volta, que ao ser impulsionado por uma fonte motriz, é capaz de transformar a energia mecânica do rotor, em energia potencial de pressão e energia cinética.

De acordo com Poscolheita (2015), para se calcular o diâmetro da tubulação, basta relacionar a área da secção transversal, com a vazão de fluido a ser transportado, de acordo com a equação 7:

$$D^2 = \frac{Q}{\pi} * 4 \quad (7)$$

Onde:

D = Diâmetro da tubulação (m);

Q = Vazão mássica (m^3/s);

v = Velocidade (m/s);

π = Pi (adimensional);

Para Poscolheita (2015), quando se fala em sistema de ventilação forçada, se faz necessário o calculo da potencia necessária para suprir as necessidades do material a ser transportado, para estes fins utiliza-se da equação 8 apresentada seguir:

$$N = pe * Q * H \quad (8)$$

Onde:

N = Potência (W);

pe = Peso especifico (N/m^3);

Q = Vazão mássica (m^3/s);

H = Altura de elevação (mca);

Ainda para o calculo da velocidade absoluta do ar na saída do rotor deve-se utilizar da equação 9:

$$C = \frac{4,04 * H}{2} \quad (9)$$

Onde:

C = Velocidade na saída do rotor (m/s);

H = Altura de elevação (mca);

No que diz respeito aos diâmetros interno e externo do rotor, pode-se recorrer as equações 10 e 11 apresentadas a seguir respectivamente:

$$Di = 2 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

Onde:

Di = Diâmetro interno do rotor (m);

Q = Vazão mássica (m^3/s);

C = Velocidade na saída do rotor (m/s);

$$De = 1,20 * Di \quad (11)$$

Onde:

De = Diâmetro externo(m);

Di = Diâmetro interno do rotor (m);

De acordo com Poscolheita (2015), para determinar o numero de rotações necessárias para o rotor suprir a necessidade de sucção, utiliza-se da equação 12 mostrada a seguir:

$$N = \frac{60 * \frac{C}{1,15}}{3,14 * De} \quad (12)$$

Onde:

N = Numero de rotações do rotor (rpm);

C = Velocidade na saída do rotor (m/s);

De = Diâmetro externo(m);

Ainda segundo Poscolheita (2015), o numero de pás poderá variar entre 10 e 20 unidades, de acordo com a necessidade ou layout, quanto a sua largura na saída e entrada, estas são obtidas através da equação 13:

$$L1 = L2 = 0,2 * De \quad (13)$$

Onde:

$L1$ = Largura da pá na saída (m);

$L2$ = Largura da pá na entrada (m);

De = Diâmetro externo(m);

3. METODOLOGIA

3.1 LEVANTAMENTOS DE DADOS

3.1.1 Procedimentos Iniciais

O presente projeto de pesquisa foi desenvolvido na cidade de Cascavel, Paraná. Trata-se de uma pesquisa de caráter quantitativo de cunho transversal, com um tempo de execução entre coleta de dados e exposição dos resultados de nove meses. Os dados necessários para o embasamento dos cálculos, bem como as adequações às normas, foram obtidos por meio de pesquisa bibliográfica e armazenados em um software em formato de planilha de cálculos para consultas durante todas as fases de desenvolvimento.

Em um primeiro momento, foram analisadas as necessidades requeridas para se chegar a um layout do equipamento a ser projetado, bem como o estudo de levantamento quanto ao tipo do resíduo que se deseja coletar durante o processo, isto é, os resquícios que a máquina tende a eliminar durante a colheita.

Após chegar a um consenso quanto ao layout estrutural do sistema, sabendo que o mesmo funcionará de forma integrada a uma segunda máquina, adequou-se o mesmo para que seja acoplado junto à máquina colheitadeira escolhida.

Para o embasamento do dimensionamento dos elementos que compõe o sistema, utilizou-se por base conceitos bibliográficos sobre desenvolvimento de cálculos dos mesmos.

3.1.2 Dados Técnicos da Máquina Motriz

Com o intuito de evitar divergências de instalações estruturais, optou-se pela utilização de uma máquina motriz em específica, conforme já citado anteriormente, a qual trata-se da colheitadeira da marca John Deere Série S modelo S440. As tabelas 1 e 2 apresentam os principais dados técnicos da máquina:

Tabela 1: Especificação técnica do motor.

MOTOR	
Tipo de Motor	6,8 L 415 cu in
Nível de Emissões	Brasil Tier 3
Rotação Nominal	2.4 rpm
Potência Nominal	238 cv 175 KW
Capacidade do tanque de combustível	460 L 122 gal

(Fonte: John Deere, 2020).

Tabela 2: Especificação técnica da trilha/separação.

TRILHA/SEPARAÇÃO	
Tipo de Separador	Rotativo
Comprimento do Rotor	333,8 cm 131,4 in
Diâmetro do rotor	61 cm 24 in
Faixa de rotação do Rotor	380- 1210 rpm OBS: para a cultura da soja o rpm recomendado é de 700 a 1000 rpm
Área do Côncavo	0,845 m^2 9,1 sq ft
Área de separação	1259 m^2 13,6 sq ft

(Fonte: John Deere, 2020).

3.2 DIMENSIONAMENTOS DO EQUIPAMENTO

3.2.1 Dimensionamento do Transportador Helicoidal

Em um primeiro momento, abordando os dados técnicos da máquina motriz e adotando uma polia V tipo C com diâmetro comercial de 80 mm, a qual estará acoplada na referida máquina, bem como utilizando uma polia V tipo A-SPA com diâmetro comercial de 650 mm disposta ao eixo helicoidal, chegou-se ao número de rotações por minuto (rpm) do eixo a ser movido, conforme a equação 2:

$$n_{movido} = \frac{d_{motriz} * n_{motriz}}{D_{movida}} \quad (2)$$

$$n_{movido} = \frac{80mm * 1000}{650mm} rpm$$

$$n_{movido} = 123,076 \text{ rpm}$$

Sabendo-se a rotação de trabalho do eixo do transportador, é possível determinar o diâmetro do helicóide, com o auxílio da tabela 3 abaixo:

Tabela 3: Relação entre as variáveis que influenciam a capacidade do helicóide para uma taxa de carga de 45%.

Tamanho da partícula (mm)	Helicóide		Capacidade	
	Diâmetro (mm)	rpm máximo	rpm 1 (um)	rpm máxima
19	152	165	0,06	11
38	229	150	0,23	34
51	305	140	0,56	76
63	356	130	0,87	113
76	406	120	1,23	159
76	457	115	1,87	215
89	508	105	2,69	283
89	610	100	4,73	473

(Fonte: SILVA *et al.* 2020).

Para uma rotação encontrada de 123,076 rpm, interpolando chega-se a um diâmetro para o helicóide, este de 390,62 mm, sendo que para este foi adotado um eixo motriz com diâmetro comercial de 50 mm.

A tabela 4 apresenta a relação entre o passo e diâmetro do helicóide vinculado a característica do resíduo.

Tabela 4: Relação entre diâmetro e passo do helicóide.

Característica do resíduo	Passo do helicóide
Não abrasivo	$P=D$
Pouco abrasivo	$P=0,5*D$
Abrasivo	$P= 0,7*D$
Muito abrasivo	$P=0,5*D$

(Fonte: SILVA *et al.* 2020).

Sendo o resíduo considerado pouco abrasivo e adotando o comprimento para o transportador como 1,175 m, aplicando na equação 3, temos, como resultado, o número de hélices do transportador:

$$Nh = \frac{L}{p} \quad (3)$$

$$Nh = \frac{117,5}{0,5 * 39,1}$$

$$Nh = 6,010$$

Substituindo os referidos dados na equação 4, encontrou-se a capacidade de transporte do equipamento helicoidal:

$$Q = 4,71 * 10^{-5} * (39,1 - 5^2) * 19,55 * 123,076 \quad (4)$$

$$Q = 1,597m^3/h$$

Utilizando-se da equação 5, juntamente com a tabela 5, na qual é apresentada a relação do fator de potência, foi possível obter a potência requerida pelo transportador:

Tabela 5: Valores aproximados de massa específica e fator de potência para o dimensionamento de um transportador helicoidal.

Produto	Massa Específica Kg/m ³	Fator de Potência (Fm)
Cevada	609	0,4
soja	800	0,5
Milho	720	0,4
Aveia	416	0,4
Arroz	769	0,4
Trigo	770	0,4
Farelo	250	0,4

(Fonte: SILVA *et al.* 2020).

Logo:

$$P = 2,22 * 10^{-4} * (0,02663 * 800 * 1,175 * 05) \quad (5)$$

$$P = 0,00277 \text{ cv}$$

Por último, por meio da equação 6 e adotando valores para as respectivas variáveis de folga f1, f2, e f3, chega-se à quantidade de chapa necessária para a construção do condutor helicoidal. Adotou-se as constantes como sendo:

$$F1 = 0,03\text{m};$$

$$F2 = 0,10\text{m};$$

$$F3 = 0,05\text{m}.$$

Logo:

$$C = 1,175 * \left(\frac{\pi * (0,391 + 2 * 0,03)}{2} + 2 * \left(\frac{0,391}{2} + 0,10 \right) + 2 * 0,05 \right) \quad (6)$$

$$C = 1,626\text{m}^2$$

3.2.2 Dimensionamento do Ventilador e tubulações

Para o dimensionamento da tubulação, sabe-se que é necessário 6,5m da mesma para a elaboração do sistema apresentado, logo adotando a vazão com que o resíduo sairá do

transportador, bem como sua velocidade, com o auxílio da equação 7, determinou-se o diâmetro da tubulação conforme descrito abaixo :

$$D^2 = \frac{0,00044361}{\frac{3,70 * 10^{-3}}{\pi}} * 4 \quad (7)$$

$$D = 0,39062 \text{ m}$$

Considerando que “1 metro de altura equivale a 1 m.c.a.” , sabendo que o ventilador esta a disposto a 1,10 metros acima do transportador , traves da equação 8 realizou-se o calculo da potencia necessária para suprir as necessidades do material a ser transportado:

$$N = 7848 * 0,00044361 * 1,10 \quad (8)$$

$$N = 3,83 \text{ W}$$

Aplicando a equação 9 obteve-se como resultado a velocidade absoluta do ar na saída do rotor conforme mostrado abaixo:

$$C = \frac{4,04 * 1,10}{2} \quad (9)$$

$$C = 2,22 \text{ m/s}$$

Para obter os valores dos diâmetros interno e externo do rotor, aplicou-se respectivamente nas equações 10 e 11 , os valores da vassão mássica e velocidade na saída do rotor chegando aos seguintes resultados:

$$Di = \left(2 * \left(\frac{0,00044361}{2,22} \right) \right)^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

$$Di = 0,0199 \text{ m}$$

Logo para o diâmetro esterno:

$$De = 1,20 * 0,0199 \quad (11)$$

$$De = 0,0238$$

Sabendo a dimensão do diâmetro externo determinou-se através da equação 12 o numero de rotações necessária para o rotor suprir a necessidade de sucção conforme a seguir:

$$N = \frac{60 * \frac{2,22}{1,15}}{3,14 * 0,0238} \quad (12)$$

$$N = 1549,8 \text{ rpm}$$

Por ultimo , sabendo da dimensão do diâmetro externo através da equação 13 foi determinado a largura das pás do rotor na saída e entrada, conforme demonstrado abaixo:

$$L1 = L2 = 0,2 * 0,0238 \quad (13)$$

$$L1 = L2 = 0,00476 \text{ m}$$

3.3 PROJEÇÕES DO EQUIPAMENTO

3.3.1 Apresentação do projeto

Utilizando-se do software SOLIDWORKS como ferramenta gráfica, tornou-se possível transformar os resultados obtidos por meio dos cálculos, em projeções tridimensionais da estrutura do equipamento, possibilitando maior entendimento do equipamento apresentado.

As figuras 2, 3, e 4 apresentam as projeções do equipamento.

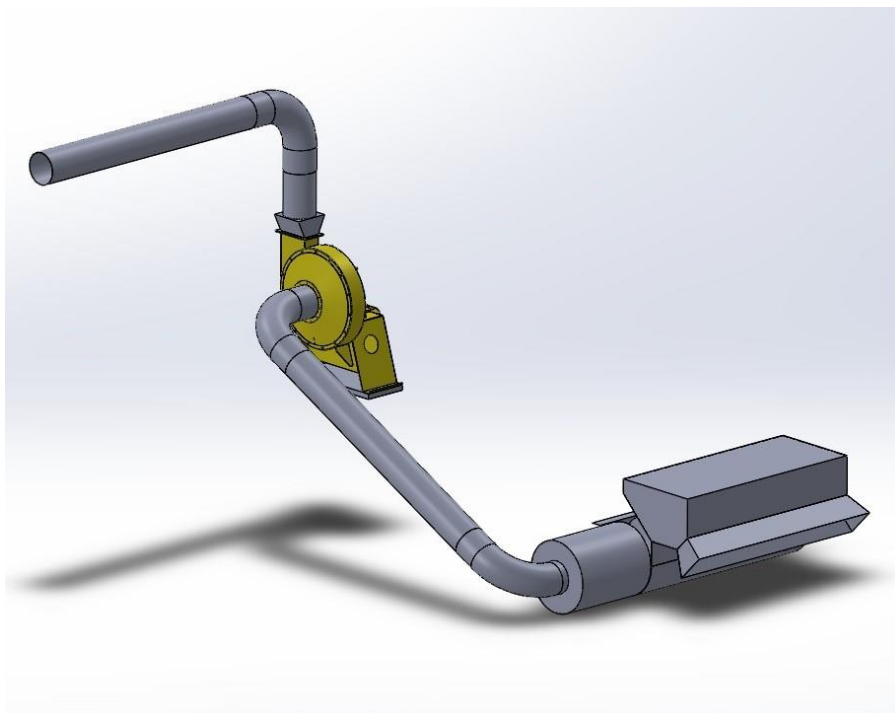


Figura 2: Projeção lateral do equipamento.

(Fonte: Autor, 2020)

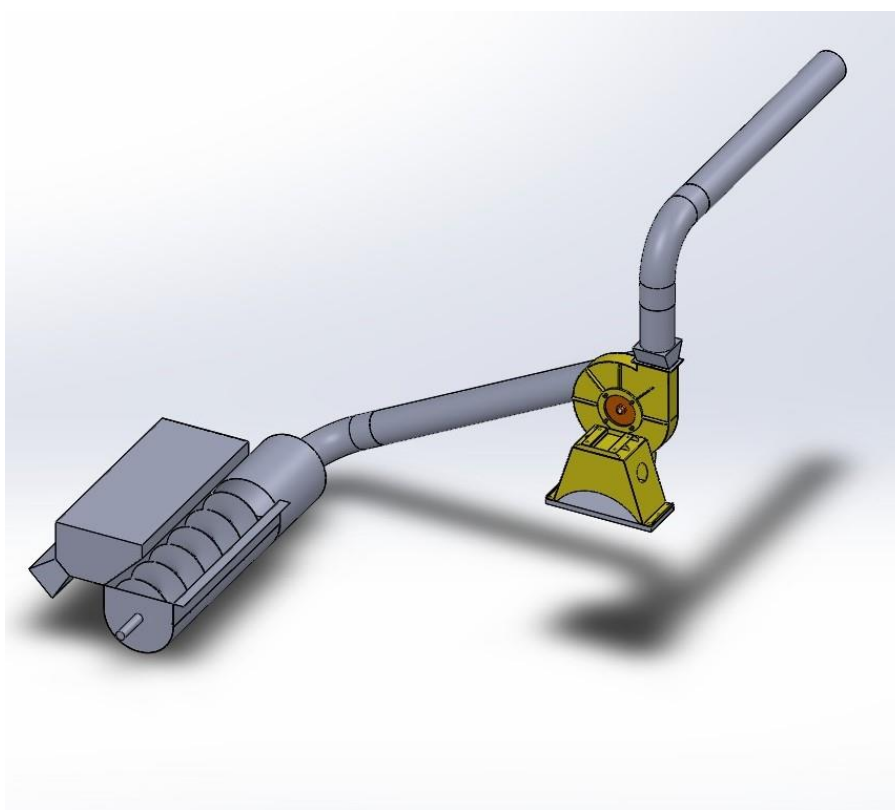


Figura 3: Projeção superior do equipamento.

(Fonte: Autor, 2020)

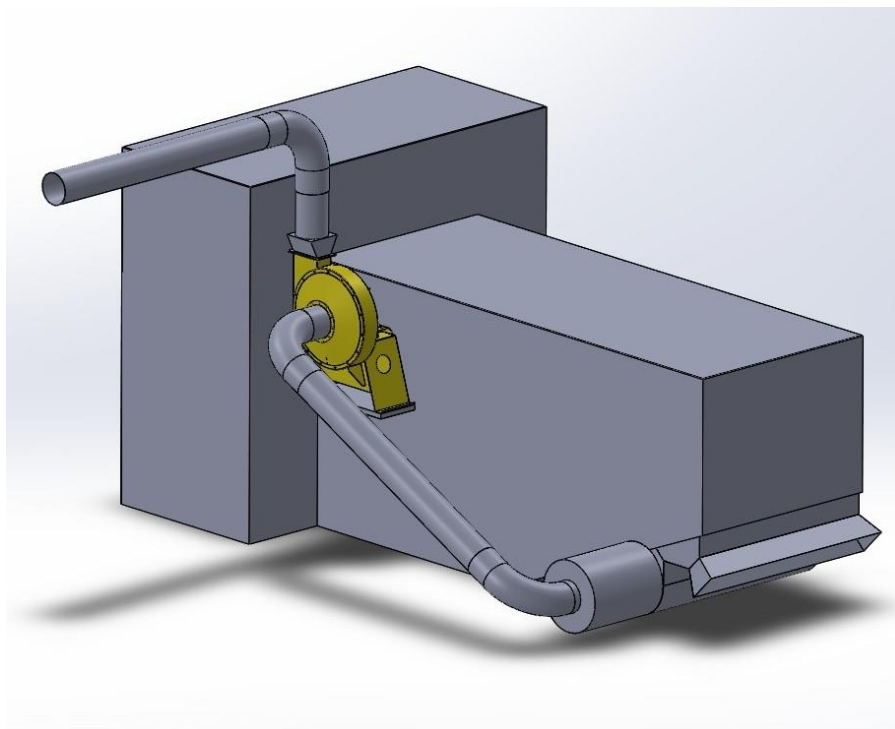


Figura 4: Projeção do equipamento acoplado ao bloco da maquina motriz.

(Fonte: Autor, 2020).

3.4 ANÁLISES DA VIABILIDADE DE APLICAÇÃO

3.4.1 Procedimentos de análise e resultado

Para o estudo da viabilidade de aplicação do equipamento, buscou-se uma abordagem da economia alcançada com a diminuição de ração fornecida aos animais, devido à mistura do resíduo de soja coletado com a ração.

Levando em consideração que o preço de uma tonelada de ração é de R\$ 1.260,00, logo, o valor pago por kilo do produto será de R\$ 1,26. Sendo que um ruminante consome 3kg de ração/dia, o custo diário com o fornecimento de ração é de R\$ 3,78.

Adotando a substituição de 28% da ração consumida diariamente, pelo equivalente de resíduo, o custo com alimentação diminuirá proporcionalmente passando de R\$ 3,78/dia para R\$ 2,73/dia.

Aplicando esta análise a uma propriedade de pequeno porte, a qual possui em media 20 ruminantes, aos quais é fornecida a ração diariamente, após a utilização do resíduo, o custo

com o fornecimento de ração, diminui de R\$ 2.268,00/mês, para R\$ 1.638,00/mês, trazendo uma economia de 27,8% no que diz respeito ao gasto com a ração. Ao passar de um ano, a economia obtida será de R\$ 7.560,00.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando o aumento consecutivo da área cultivada pela agricultura, com ênfase à cultura da soja e a escassez de matéria alimentícia bovina com baixo custo, o estudo de novas alternativas de agregar valor aos resíduos produzidos durante a colheita se mostrou favorável, sendo ambos associados da maneira apresentada, na qual se supriram as necessidades requeridas.

Levando em consideração as máquinas colheitadeiras comercializadas atualmente, chegou-se a um layout consistente do equipamento, bem como suas dimensões estruturais, provando que é possível estabelecer uma alternativa de coleta, integrada à máquina colheitadeira, o qual foi suficiente para verificar a viabilidade da utilização do equipamento no processo de colheita, em uma propriedade de pequeno porte, proporcionando economia significativa na compra de ração, chegando na casa dos 27,8%, com uma redução de R\$ 2.268,00/mês, para R\$ 1.638,00/mês.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização de diversas análises foi possível estruturar o equipamento ao qual se buscava inicialmente, sendo que este supriu as necessidades abordadas em coletar o resíduo da colheita da soja, possibilitando uma redução de 27,8% ao mês, respectivo aos valores gastos com a compra de ração para a alimentação dos ruminantes, permitindo ao produtor o aumento da sua margem de lucro.

Sugere-se, como indicação de trabalhos futuros fazer o estudo de análise de estruturação e adequação dos mancais, rolamentos e correias necessárias para o referido sistema e, assim, realizar o estudo da viabilidade econômica da construção do equipamento. Ainda, efetuar o estudo da viabilidade entre coletar o resíduo e utilizá-lo na alimentação de ruminantes, ou destiná-lo como cobertura do solo da área colhida.

REFERÊNCIAS

BRASIL. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/cb-04>. Acesso em: 04 jun. 2020.

BRASIL. CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 20 abr. 2020.

BRASIL. Circular técnica: **utilização de subprodutos e resíduos agrícolas na alimentação de ruminantes**. Porto Velho: EMBRAPA, 1997.

_____. **Subprodutos da agroindústria da soja na alimentação de ruminantes**. Teresina: EMBRAPA, 2004.

_____. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em: 22 abr. 2020.

BRASIL. INMET- Instituto Nacional de Meteorologia, 2020. Disponível em: <https://www.inmet.gov.br/portalt.gov.br/porta/>. Acesso em: 09 abr. 2020.

BUDYMAS, Richard; NISBETT, J. Keith. **Elementos de máquinas de Shigley**: projeto de engenharia mecânica. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

ENDE, Marta Von; REISDORFER, Vitor Kochhann. **Elaboração e análise de projetos**. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, Rede e-Tec Brasil, 2015.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia Econômica e Análise de Custos**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MELCONIAN, Sarkis. **Elementos de máquinas**. 9. ed. São Paulo: Érica, 2009.

NOGUEIRA, L. U. H.; SILVA LORA, E. E. e TROSSERO, M. A. **Dendroenergia: fundamentos e aplicações**. Brasília: ANEEL, 2000.

POSCOLHEITA. Construção de ventiladores centrífugos, 2015. Disponível em: <http://www.poscolheita.com.br/tecnologias>. Acesso em: 14 out. 2020.

SILVA, A. G. da. Algodão, amendoim e soja. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6., 1995, Piracicaba, SP. *Anais...* Piracicaba: FEALQ. 1995. p. 47-72. 351p.

SILVA, Juares de Souza; FILHO, Adílio Flausino de Lacerda; VIEIRA, Gilmar. **Manuseio de Grãos**. Disponível em: https://ftp.ufv.br/dea/poscolheita/livro/mb_cord/cap12. Acesso em: 18 out. 2020.

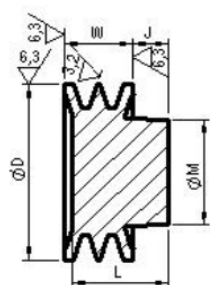
UFBA – Transportadores contínuos para Granéis Sólidos 2020. Disponível em: <http://www.transportedegraneis.ufba.br/>. Acesso em: 22 out. 2020.

UNESP. Departamento de Engenharia Mecânica. **Apostila de máquinas Agrícolas**. 2001. Disponível em: <http://www.feb.unesp.br/abilio/maqagri.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2020.

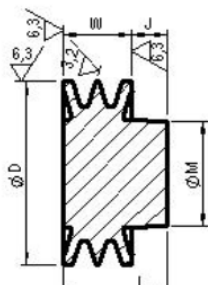
ANEXO 1 – Catálogo de Polias


SCPOLIAS

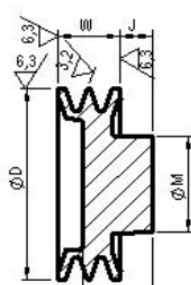
POLIAS DE FERRO EM V PERFIL A-SPA



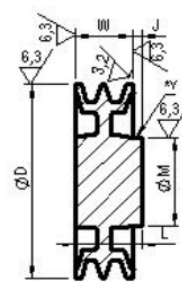
Tipo A1



Tipo A2



Tipo A3



Tipo A4

Tipo R3 (3 raios)
ou
R6 (6 raios)

- Peso* líquido previsto consta na tabela.
- Na medida "J" quando negativa, significa que a face do cubo em relação a face da polia ficará pra dentro e não pra fora.
- Dimensões em milímetros.
- Quando discriminado "X" na tabela abaixo, não é Padrão SCPolias.
- Para as polias acima de 200mm, tipo R ou A4, a cota *Y (obs desenho), possui rebaixo no cubo com usinagem na extensão horizontal de 10mm à 25mm.

Ø D Exter.	Nº Canais	Código	TIPO	ØM	L	W	Furo Máx.	J	Peso* (kg)
50	1	PF.50.A.1	A1	38	39,5	22,7	19	19,3	0,38
	2	PF.50.A.2	A1	38	53	37,7	19	19,3	0,5
	3	PF.50.A.3	A1	38	68	52,7	19	19,3	0,6
	4	PF.50.A.4	x	x	x	x	x	x	x
55	1	PF.55.A.1	A1	45	39,5	22,7	22	19,3	0,49
	2	PF.55.A.2	A1	45	53	37,7	22	19,3	0,64
	3	PF.55.A.3	A1	38	68	52,7	22	19,3	0,72
	4	PF.55.A.4	x	x	x	x	x	x	x
60	1	PF.60.A.1	A1	45	39,5	22,7	28	19,3	0,54
	2	PF.60.A.2	A1	45	53	37,7	28	19,3	0,75
	3	PF.60.A.3	A1	50	68	52,7	31	19,3	0,97
	4	PF.60.A.4	x	x	x	x	x	x	x
65	1	PF.65.A.1	A1	45	39,5	22,7	28	19,3	0,61
	2	PF.65.A.2	A1	45	53	37,7	28	19,3	0,81
	3	PF.65.A.3	A1	50	68	52,7	31	19,3	1,11
	4	PF.65.A.4	x	x	x	x	x	x	x
70	1	PF.70.A.1	A1	45	39,5	22,7	28	19,3	0,68
	2	PF.70.A.2	A1	50	53	37,7	31	19,3	0,97
	3	PF.70.A.3	A1	50	68	52,7	31	19,3	1,27
	4	PF.70.A.4	A1	50	83	67,7	31	14,3	1,54
75	1	PF.75.A.1	A1	45	39,5	22,7	28	19,3	0,71
	2	PF.75.A.2	A1	50	53	37,7	31	19,3	1,13
	3	PF.75.A.3	A1	50	68	52,7	31	19,3	1,4
	4	PF.75.A.4	A1	46	83	67,7	29	19,3	1,52
80	1	PF.80.A.1	A1	45	38,5	22,7	28	19,3	0,74
	2	PF.80.A.2	A1	50	53	37,7	31	19,3	1,26
	3	PF.80.A.3	A1	55	68	52,7	34	19,3	1,64
	4	PF.80.A.4	A1	60	83	67,7	37,5	19,3	2,07

Ø D Exter.	Nº Canais	Código	TIPO	ØM	L	W	Furo Máx.	J	Peso* (kg)
85	1	PF.85.A.1	A1	45	38,5	22,7	28	19,3	0,81
	2	PF.85.A.2	A1	52	53	37,7	32,5	19,3	1,44
	3	PF.85.A.3	A1	60	68	52,7	37,5	19,3	1,9
	4	PF.85.A.4	x	x	x	x	x	x	x
90	1	PF.90.A.1	A1	45	38,5	22,7	28,13	19,3	0,9
	2	PF.90.A.2	A1	52	53	37,7	32,5	19,3	1,8
	3	PF.90.A.3	A1	60	68	52,7	37,5	19,3	2,08
	4	PF.90.A.4	A1	60	83	67,7	37,5	19,3	2,57
95	1	PF.95.A.1	A1	45	38,5	22,7	28,13	19,3	0,93
	2	PF.95.A.2	A1	52	53	37,7	32,5	19,3	1,77
	3	PF.95.A.3	A1	60	68	52,7	37,5	19,3	2,29
	4	PF.95.A.4	x	x	x	x	x	x	x
100	1	PF.100.A.1	A1	50	38,5	22,7	31,25	19,3	1,09
	2	PF.100.A.2	A1	60	53	37,7	37,5	19,3	1,83
	3	PF.100.A.3	A1	65	68	52,7	40,63	19,3	2,6
	4	PF.100.A.4	A1	65	83	67,7	40,63	19,3	3,22
105	1	PF.105.A.1	A4	50	42	22,7	31,25	19,3	1,16
	2	PF.105.A.2	A2	60	57	37,7	37,5	19,3	2,22
	3	PF.105.A.3	A2	65	72	52,7	40,63	19,3	2,93
	4	PF.105.A.4	x	x	x	x	x	x	x
110	1	PF.110.A.1	A4	50	42	22,7	31	19,3	1,18
	2	PF.110.A.2	A2	60	57	37,7	38	19,3	2,18
	3	PF.110.A.3	A2	65	72	52,7	41	19,3	3,16
	4	PF.110.A.4	A2	70	87	67,7	44	15	4,06
115	1	PF.115.A.1	A4	50	42	22,7	31	19,3	1,32
	2	PF.115.A.2	A2	60	57	37,7	38	19,3	2,65
	3	PF.115.A.3	A2	65	72	52,7	41	19,3	3,4
	4	PF.115.A.4	x	x	x	x	x	x	x

Ø D Exter.	Nº Canais	Código	TIPO	ØM	L	W	Furo Máx.	J	Peso* (kg)	Ø D Exter.	Nº Canais	Código	TIPO	ØM	L	W	Furo Máx.	J	Peso* (kg)
120	1	PF.120.A.1	A4	55	42	22,7	34	19,3	1,49	240	1	PF.240.A.1	R3	65	46	22,7	40,63	21	3,14
	2	PF.120.A.2	A3	60	42	37,7	38	19,3	2,14		2	PF.240.A.2	R3	75	54	37,7	46,88	14	4,65
	3	PF.120.A.3	A3	70	50	52,7	44	19,3	3,02		3	PF.240.A.3	R3	80	55	52,7	50	2,3	6,4
	4	PF.120.A.4	A3	70	55	67,7	44	19,3	3,63		4	PF.240.A.4	R3	105	73	67,7	65,63	12,8	7,84
125	1	PF.125.A.1	A4	55	42	22,7	34	19,3	1,62	250	1	PF.250.A.1	R3	64	50	22,7	40	24	3,47
	2	PF.125.A.2	A3	65	42	37,7	41	19,3	2,36		2	PF.250.A.2	R3	70	52	37,7	43,75	14	4,66
	3	PF.125.A.3	A3	70	50	52,7	44	19,3	3,21		3	PF.250.A.3	R3	80	57	52,7	50	4,3	6,56
	4	PF.125.A.4	x	x	x	x	x	x	x		4	PF.250.A.4	R3	90	62	67,7	56,25	2	8,57
130	1	PF.130.A.1	A4	55	42	22,7	34	19,3	1,61	260	1	PF.260.A.1	R3	61	52	22,7	38,13	27	3,44
	2	PF.130.A.2	A3	65	42	37,7	41	19,3	2,5		2	PF.260.A.2	R3	75	60	37,7	46,88	22	5,46
	3	PF.130.A.3	A3	70	50	52,7	44	19,3	3,4		3	PF.260.A.3	R3	85	61	52,7	53,13	7	7,2
	4	PF.130.A.4	A3	70	55	67,7	44	19,3	4,11		4	PF.260.A.4	R3	90	60	67,7	56,25	0	8,7
140	1	PF.140.A.1	A4	55	42	22,7	34	19,3	1,8	270	1	PF.270.A.1	R3	64	47	22,7	40	22	3,71
	2	PF.140.A.2	A3	65	42	37,7	41	19,3	2,79		2	PF.270.A.2	R3	75	57	37,7	46,88	19	5,82
	3	PF.140.A.3	A3	70	50	52,7	44	19,3	3,82		3	PF.270.A.3	R3	83	62	52,7	51,88	8	7,38
	4	PF.140.A.4	A3	70	55	67,7	44	15	4,62		4	PF.270.A.4	R6	90	60	67,7	56,25	0	9,01
150	1	PF.150.A.1	A4	60	42	22,7	38	19,3	1,93	280	1	PF.280.A.1	R6	65	45	22,7	40,63	22,3	3,94
	2	PF.150.A.2	A3	65	42	37,7	41	19,3	3,11		2	PF.280.A.2	R3	77	58	37,7	48,13	20	5,72
	3	PF.150.A.3	A3	70	50	52,7	44	19,3	4,27		3	PF.280.A.3	R3	83	67	52,7	51,88	12	7,66
	4	PF.150.A.4	A4	74	57	67,7	46	2	5		4	PF.280.A.4	R6	90	60	67,7	56,25	0	9,5
160	1	PF.160.A.1	A4	60	42	22,7	38	19,3	2,2	290	1	PF.290.A.1	R3	65	50	22,7	40,63	21	4,03
	2	PF.160.A.2	A3	65	42	37,7	41	19,3	3,44		2	PF.290.A.2	R3	77	57	37,7	48,13	20	4,11
	3	PF.160.A.3	A3	75	50	52,7	47	19,3	4,84		3	PF.290.A.3	R3	83	62	52,7	51,88	6	8,07
	4	PF.160.A.4	A4	70	55	67,7	44	0	4,87		4	PF.290.A.4	R6	90	65	67,7	56,25	0	9,82
170	1	PF.170.A.1	R3	63	43	22,7	39	19	2,3	300	1	PF.300.A.1	R3	67	50	22,7	41,88	26	4,32
	2	PF.170.A.2	R3	68	46	37,7	43	8	3,06		2	PF.300.A.2	R3	77	57	37,7	48,13	16	6
	3	PF.170.A.3	R3	77	51	52,7	48	-2	4,32		3	PF.300.A.3	R3	89	62	52,7	55,63	8	8,33
	4	PF.170.A.4	A4	80	55	67,7	50	0	5,63		4	PF.300.A.4	R6	90	65	67,7	56,25	0	10,76
180	1	PF.180.A.1	R3	62	43	22,7	39	21	2,43	320	1	PF.320.A.1	R6	68	53	22,7	42,5	22	5
	2	PF.180.A.2	R3	64	47	37,7	40	14	3,2		2	PF.320.A.2	R6	77	58	37,7	48,13	18	7,3
	3	PF.180.A.3	R3	75	60	52,7	47	3	4,37		3	PF.320.A.3	R6	92	67	52,7	57,5	13,5	10
	4	PF.180.A.4	A4	84	57	67,7	53	2	6,13		4	PF.320.A.4	R6	100	70	67,7	62,5	3	12,43
190	1	PF.190.A.1	R3	59	46	22,7	37	22	2,35	350	1	PF.350.A.1	R6	76	53	22,7	47,5	27	6,43
	2	PF.190.A.2	R3	67	51	37,7	42	12	3,43		2	PF.350.A.2	R6	85	59	37,7	53,13	18	8,06
	3	PF.190.A.3	R3	78	57	52,7	49	3	4,72		3	PF.350.A.3	R6	95	70	52,7	59,38	10,5	10,97
	4	PF.190.A.4	R3	85	55	67,7	53	0	5,73		4	PF.350.A.4	R6	100	71	67,7	62,5	5	13,8
200	1	PF.200.A.1	R3	62	44	22,7	39	18	2,45	380	1	PF.380.A.1	R6	70	53	22,7	43,75	27,5	5,81
	2	PF.200.A.2	R3	70	51	37,7	44	12	3,62		2	PF.380.A.2	R6	84	62	37,7	52,5	24	8,86
	3	PF.200.A.3	R3	80	58	52,7	50	1	5,01		3	PF.380.A.3	R6	94	80	52,7	58,75	22,5	17,28
	4	PF.200.A.4	R3	91	79	67,7	57	2	6,77		4	PF.380.A.4	R6	120	90	67,7	75	9,8	21,25
210	1	PF.210.A.1	R3	64	45	22,7	40	17	2,75	400	1	PF.400.A.1	R6	74	56	22,7	46,25	32	6,34
	2	PF.210.A.2	R3	70	51	37,7	44	12	3,94		2	PF.400.A.2	R6	88	64	37,7	55	25	10,36
	3	PF.210.A.3	R3	78	65	52,7	49	6	5,39		3	PF.400.A.3	R6	100	78	52,7	62,5	25,3	13,61
	4	PF.210.A.4	R3	94	62	67,7	59	1	7,45		4	PF.400.A.4	R6	95	70	67,7	59,38	2,3	22,24
220	1	PF.220.A.1	R3	65	46	22,7	40,63	23	3,01	420	1	PF.420.A.1	R6	84	57	22,7	53	34	7,29
	2	PF.220.A.2	R3	70	53	37,7	43,75	13	4,34		2	PF.420.A.2	R6	90	60	37,7	56	21	10,72
	3	PF.220.A.3	R3	79	59	52,7	49,38	4	5,7		3	PF.420.A.3	R6	95	65	52,7	59	12,3	16,07
	4	PF.220.A.4	R3	102	72	67,7	63,75	7,8	6,78		4	PF.420.A.4	R6	124	87	67,7	78	12	23,6
230	1	PF.230.A.1	R3	64	46	22,7	40	20	2,92	450	1	PF.450.A.1	R6	80	55	22,7	50	32,3	8,33
	2	PF.230.A.2	R3	75	54	37,7	46,88	13	4,54		2	PF.450.A.2	R6	88	62	37,7	55	20	11,45
	3	PF.230.A.3	R3	80	62	52,7	50	9	6,17		3	PF.450.A.3	R6	104	75	52,7	65	18	15,67
	4	PF.230.A.4	R3	82	73	67,7	51,25	9,8	7,03		4	PF.450.A.4	R6	105	70	67,7	66	2,3	23