



**INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS CURSO ENGENHARIA
MECÂNICA**

RELATÓRIO FINAL SOBRE PROJETO TAI

PENEIRA GIRATÓRIA

**Arcos/MG
Junho – 2017**

RELATÓRIO FINAL SOBRE PROJETO TAI

PENEIRA GIRATÓRIA

Angelina Pires e Silva
César Silva Falco
Marcella Moura Vieira e Silva
Victor Augusto
Vitor Martins Fonseca

Relatório final do projeto da Peneira giratória, referente ao Trabalho Acadêmico Integrador (TAI), apresentado aos professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus: Avançado Arcos, do primeiro período de Engenharia Mecânica.

Prof. Orientador: Prof. Dr. Niltom Vieira Junior.

Arcos/MG
Junho – 2017

AGRADECIMENTOS

Somos gratos primeiramente a Deus por nos dar forças para completar este período e o Tai.

Em segundo lugar nossas famílias e amigos pelo apoio dado a todo momento.

Somos gratos os professores, pelos conhecimentos transmitidos da melhor forma possível.

E a todos que contribuíram de alguma forma em nosso desenvolvimento intelectual e social, nesse período.

RESUMO

Este trabalho apresenta o projeto realizado pelos alunos do curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) – Campus Arcos. Foi construído um protótipo do projeto para ser melhor compreendido, buscando aplicações das matérias lecionadas no 1º período do curso no projeto. Além disso a Peneira Giratória é composta por rodas de bicicletas aro 16, tela para peneirar areia grossa, barras chatas de aço, tubo de aço metalon, motor e correia para transmitir o movimento do motor para a peneira. Sendo um dos objetivos principais a criação futura de um produto que facilite o peneiramento de materiais em pequena escala.

Palavras-chave: aplicações, Peneira Giratória, criação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo de Peneira Giratória.....	9
Figura 2: Roda aro 16.....	15
Figura 3: Tela da peneira.....	15
Figura 4: Barras achatadas de aço.....	16
Figura 5: Tubo de aço (Metalon)	16
Figura 6: Motor.....	17
Figura 7: Rodinha.....	17
Figura 8: Eixo e engrenagem.....	18
Figura 9: Correia.....	18
Figura 10: Esboço da estrutura da peneira.....	19
Figura 11: Movimento da peneira 1.....	21
Figura 12: Movimento da peneira 2.....	21
Figura 13: Movimento da Peneira 3.....	22
Figura 14: Movimento da peneira 4.....	22
Figura 15: Esboço do suporte da peneira.....	23
Figura 16: Triângulo que representa a inclinação da peneira.....	26
Figura 17: Gráfico de $A''(\theta)$	28
Figura 18: Polias que aumentam a rotação.....	29
Figura 19: Parte cilíndrica da peneira.....	30
Figura 20: Estrutura da peneira.....	31
Figura 21: Rodinhas fixas na estrutura.....	32
Figura 22: Eixo com a engrenagem fixa.....	32
Figura 23: Desenho Técnico.....	14

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Cronograma.....	10
Tabela 2: Dados usados no programa para calcular o volume da estrutura.....	24
Tabela 3: Dados usados no programa para calcular o volume do motor.....	25
Tabela 4: Dados usados no programa para calcular o volume total.....	25
Tabela 5: Materiais gastos e seus respectivos valores.....	33

SUMÁRIO

1	Introdução	8
2	Justificativa	9
3	Histórico da peneira giratória	9
4	Desenvolvimento	10
4.1	Objetivos.....	10
4.2	Influência do projeto na sociedade.....	10
4.3	Cronograma.....	10
4.4	Otimização e ganhos com a Peneira Giratória.....	12
4.5	Desenho computacional da Peneira Giratória.....	14
4.6	Materiais usados para a construção do protótipo.....	15
4.7	Esboço da estrutura da peneira.....	19
4.8	Demonstração do movimento circular da peneira.....	20
4.9	Cálculo do volume de material que a Peneira Giratória suporta.....	23
4.10	Melhor inclinação da peneira.....	26
4.11	Cálculo de rotação por segundo da engrenagem da peneira.....	28
4.12	Metodologia usada para construir o protótipo	30
4.13	Montagem do protótipo.....	30
4.14	Procedimentos experimentais.....	33
5	Materiais gastos e seus respectivos valores	33
6	Conclusões e considerações finais	34
7	Futuros trabalhos	34
	Referências	36
	Apêndice 1	37

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta o projeto do protótipo da Peneira Giratória, que é usada para o peneiramento de diversos materiais. O trabalho possui dois únicos objetivos específicos que são: a aplicação das matérias lecionadas, e a montagem de um protótipo da peneira.

O trabalho foi realizado por um grupo de cinco estudantes do primeiro período de Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Minas Gerais, Campus Arcos. Os alunos utilizaram os conceitos das matérias vistas em sala de aula para demonstrar na prática a utilização dos conceitos teóricos abordados no curso.

A motivação para o início do projeto, partiu do interesse mutuo do grupo, que chegou a um consenso de que todos queriam projetar a Peneira Giratória. E a medida que o tempo foi passando as ideias do grupo foram se encorpando até chegar a esse resultado final.

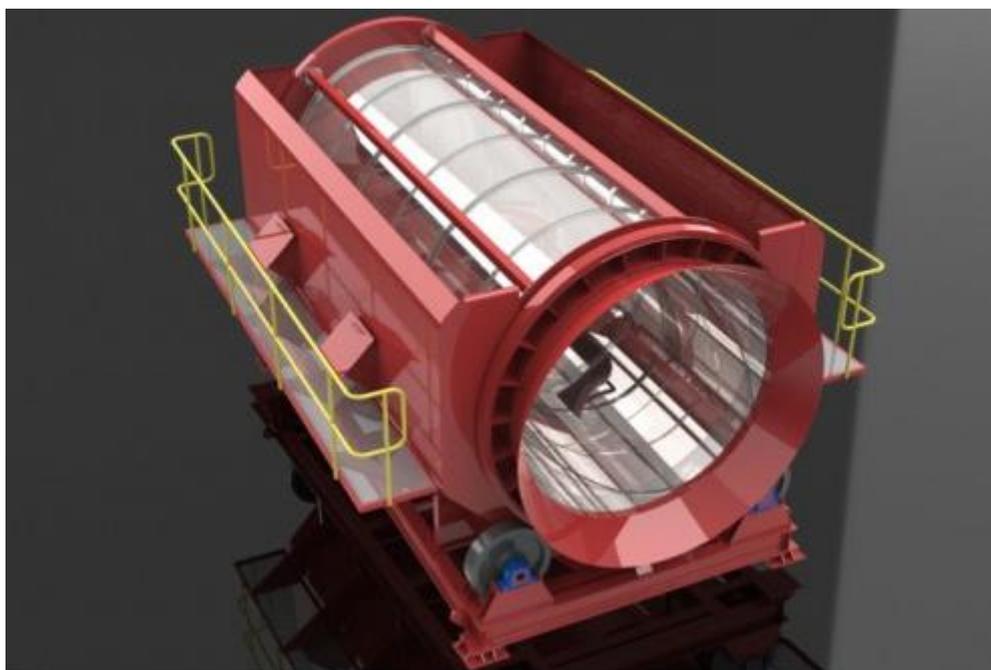
2 JUSTIFICATIVA

Observando as características da construção civil em Arcos, Minas Gerais, e analisando suas necessidades, chegamos à conclusão que para otimizar o tempo gasto de serviço na parte de peneiramento de materiais como: areia, cimento ou cal, era necessário projetar um equipamento que facilitasse esse tipo de serviço.

3 HISTÓRICO DA PENEIRA GIRATÓRIA

A primeira Peneira Giratória foi criada nos Estados Unidos pelo inventor Eli Whitney, que registrou sua patente sobre o invento em 14 de março de 1794. A peneira criada por Eli Whitney se caracterizava por uma espécie de peneira com um tambor, que girava muito próximo a ela, que funcionava na época como uma peneiradora de algodão, separando o algodão da semente, fazia em uma hora de serviço o que vários trabalhadores faziam em um dia inteiro de serviço, mas como a peneira giratória era muito fácil de ser montada, rapidamente foi pirateada, o que ocasionou alguns anos depois de seu registro, a perda da patente de Eli Whitney. Atualmente a Peneira Giratória é muito utilizada na indústria mineral, agrícola, civil, entre outras, para a separação de materiais e várias outras finalidades. Abaixo é exposto um exemplo de Peneira Giratória muito usada nos processos industriais, vide Figura 1.

Figura 1: Exemplo de Peneira Giratória



Fonte: <http://www.jmsequipamentos.com.br/peneira-rotativa/>, (Acesso em: 10 jun. 2017)

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 OBJETIVOS

Este relatório final, referente ao projeto da Peneira Giratória, tem como objetivo principal o desenvolvimento do protótipo da mesma, buscando a integração das matérias lecionadas no primeiro período do curso de Engenharia Mecânica do Instituto Federal De Minas Gerais – Campos Avançado Arcos.

Como objetivos específicos podem-se listar os seguintes:

- A integração das matérias lecionadas.
- Projetar e montar um protótipo da Peneira Giratória.

4.2 INFLUÊNCIA DO PROJETO NA SOCIEDADE

Este projeto influencia na sociedade como um todo, pois uma Peneira Giratória não é somente usada na construção civil, mas sim em quase todas as áreas de produção. Ela contribuirá com ganhos de tempo em determinados serviços, otimização da produção de determinados produtos finais ou refinamento de matéria prima bruta.

Em relação as pessoas que faram o uso da Peneira Giratória, serão beneficiados com uma melhor ergonomia na hora de desempenhar sua função, e também evitará possíveis problemas respiratórios causados pela poeira gerada por determinados produtos ao peneira-los.

Analisando estes fatos pode-se observar que a Peneira Giratória couda impactos positivos na sociedade, interagindo e desenvolvendo-a para que torne processos e serviços de produção, mais viáveis economicamente e mais fáceis de serem desempenhados por trabalhadores que antes faziam o serviço de peneiramento manual.

4.3 CRONOGRAMA DO PROJETO

Cronograma, com etapas do projeto a serem cumpridas quinzenalmente:

Tabela 1: Cronograma

Semanas	Datas	Etapas
1° e 2°	13/03 A 27/03	Formação do grupo. Reunir para debater ideias para o projeto. Buscar conhecimentos necessários para a construção, aplicando as matérias do curso. Montar

		um seminário para a apresentação do projeto, que ocorreu dia 24/3. Projeto proposto: Peneira Giratória.
3° e 4°	28/03 A 11/04	Adquirir o material necessário para a construção da Peneira. Meta: Construir a peneira que será girada pelo motor e pesquisar aplicações das matérias no projeto. Organizar uma apresentação do projeto para o professor Luiz Viana de Desenho Técnico. Organizar um seminário para apresentar o desenvolvimento do projeto para o professor Nilton Vieira de TAI, dia 07/04.
5° e 6°	12/04 A 26/04	Adquirir o material necessário para construirmos o suporte da peneira giratória. Meta: Construir o suporte da Peneira Giratória, e pesquisar aplicações das matérias no projeto. Iniciar o relatório do projeto. Organizar um seminário para apresentar o desenvolvimento do projeto para o professor Nilton Vieira de TAI 21/04.
7° e 8°	27/04 A 11/05	Adquirir o motor adequado para o funcionamento da peneira giratória. Continuar o relatório do projeto e pesquisar aplicações das matérias no projeto. Organizar um seminário para apresentar o desenvolvimento do projeto para o professor Nilton Vieira de TAI dia 05/05.
9° e 10°	12/05 A 27/05	Começar a montagem do protótipo. Pesquisar aplicações das matérias no projeto. Adquirir os materiais necessários para a transmissão do motor para a peneira giratória. Organizar um seminário para apresentar o desenvolvimento do projeto para o professor Nilton Vieira de TAI dia 19/05.
11° e 12°	28/05 A 12/06	Finalizar o projeto do protótipo. Finalizar o relatório. Organizar um seminário para apresentar o desenvolvimento do projeto para o professor Nilton Vieira de TAI dia 02/06.
13° e 14°	13/06 A 28/06	Corrigir possíveis erros no protótipo e no relatório. Preparar a apresentação do TAI aos professores na última semana de aula. Organizar um seminário para apresentar o desenvolvimento do projeto para o professor Nilton Vieira de TAI dia 16/06. Dia 25 entregar o relatório.
15°	29/06 A 06/07	Semana de apresentações dos projetos do TAI.

Fonte: Próprios autores

4.4 OTIMIZAÇÃO E GANHOS COM A PENEIRA GIRATÓRIA

É normal a presença nas construções civis de serventes peneirando areia de forma manual, e em relação a isso foram realizados estudos para que seja viável a implementação da Peneira Giratória.

Para a realização dos cálculos para confirmar se realmente o projeto seria lucrativo para quem fizer o usufruto do mesmo, foi feito cálculos em relação ao tempo que um servente peneiraria 1 metro cubico de areia. Sabendo que 1 metro cubico de areia corresponde a 1000 litros de areia, e que em média um carinho de mão tem capacidade aproximadamente de 60 litros de areia, o que significa que 1 metro cubico de areia corresponde a 16,5 carrinhos de mão. Sabendo que um servente em média gasta 6 minutos para peneirar 1 carinho de mão, e gastaria 1 hora e 40 minutos para peneirar 1 metro cubico de areia.

Utilizamos a formula abaixo para fazer a relação de produtividade, que nos dará o resultado do serviço manual de um servente.

T= tempo de serviço peneirando.

H= tempo de serviço gasto para peneirar um carinho de mão.

Notamos que ela estaria em função do tempo, então criamos a seguinte função:

$$f(T) = \frac{T}{H}$$

Sendo H o tempo gasto por um servente para peneirar, temos que H = 6, agora substituímos o H na função:

$$f(T) = \frac{T}{6}$$

Agora tendo em mãos a função, basta escolher arbitrariamente o tempo que o servente trabalhará peneirando e substituir. Para o caso escolhemos 30 minutos e 60 minutos.

$$f(T) = \frac{30}{6} = 5 \text{ carrinhos de areia}$$

$$f(T) = \frac{60}{6} = 10 \text{ carrinhos de areia}$$

Resultando que, um servente peneira manualmente 5 carrinhos em 30 minutos, e 10 carrinhos em 60 minutos, com esses resultados chegamos à conclusão que a produtividade é muito baixa.

Com a Peneira Giratória um servente jogando uma pá de areia a cada 5 segundos, sabendo que a pá tem capacidade aproximadamente de 4,5 litros de areia, e que um carrinho tem a capacidade de 60 litros de areia, fazendo os cálculos para achar o tempo gasto para peneirar um carrinho de areia com a peneira giratória, temos:

$$T = \left(\frac{60 \text{ s}}{5 \text{ s}} \right) \times \left(\frac{60 \text{ l}}{4,5 \text{ l}} \right) = 160 \text{ s}$$

S= segundos

L= litros

Com os resultados é perceptível que o mesmo servente, com a peneira giratória conseguiria peneirar um carrinho de areia em 2 minutos e 40 segundos.

Usando a função vista acima apenas substituindo H por 2,40; e usando os mesmos tempos de serviços de 30 e 60 minutos.

$$f(T) = \frac{T}{2,40}$$

$$f(T) = \frac{30}{2,40} = 12,5 \text{ carrinhos de areia}$$

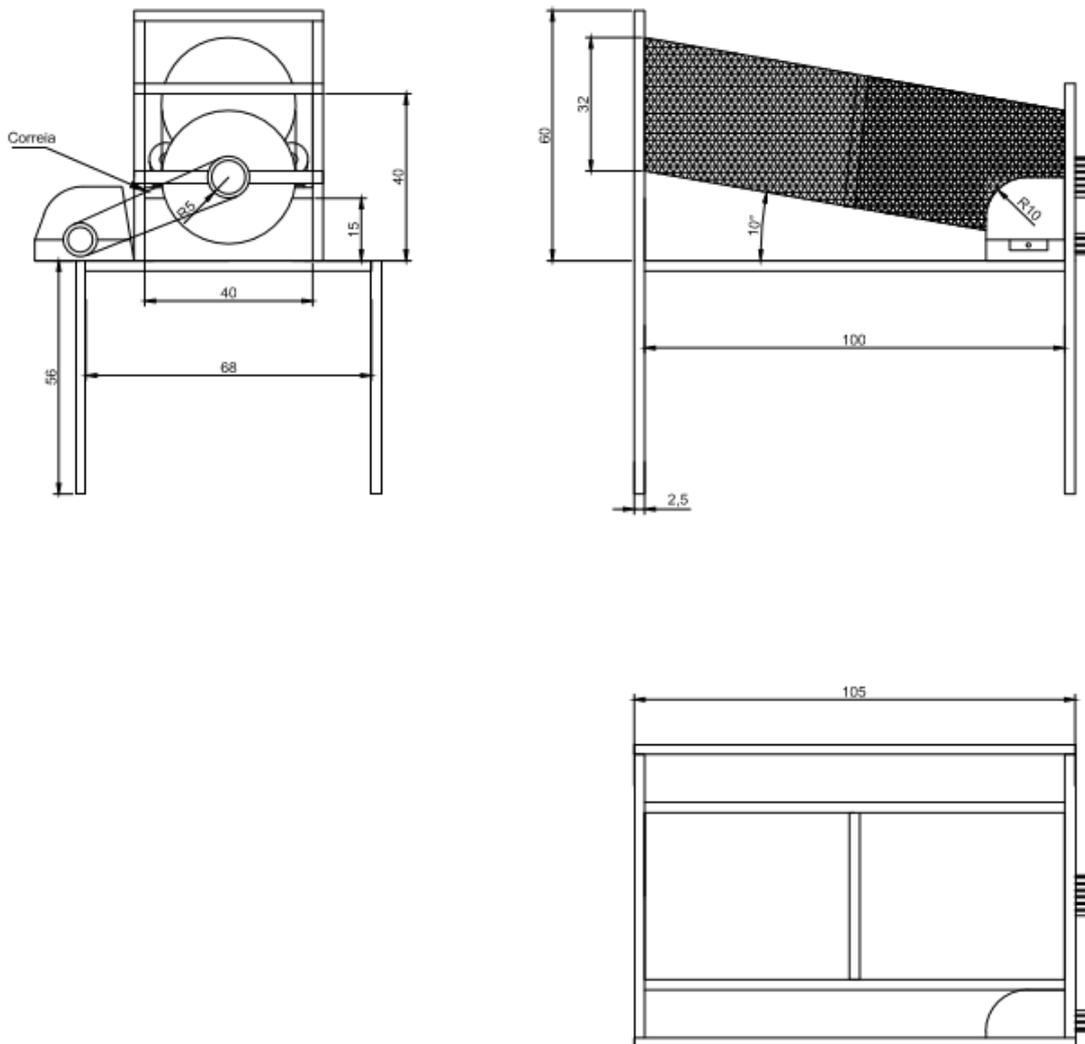
$$f(T) = \frac{60}{2,40} = 25 \text{ carrinhos de areia}$$

Com isso foi obtido um aumento de 7,5 carrinhos de areia em meia hora de serviço, e de 15 carrinhos em uma hora de serviço, o que significa que ele conseguiria peneirar 1,5 metros cúbicos de areia em uma hora. Calculando a porcentagem de aumento na produtividade com o uso da peneira giratória, obtivemos 70% de otimização no serviço realizado pelo servente.

4.5 DESENHO COMPUTACIONAL DA PENEIRA GIRATÓRIA

Abaixo segue o desenho computacional produzido na ferramenta computacional Altocad.

Figura 23: Desenho Técnico



 INSTITUTO FEDERAL MINAS GERAIS	Projeto: TAI	BANCA_AVALIADORA	
	Desenho: 01	Projeto por: GRUPO_10	Folha: 01
	NºFabricante: -	Verificado por: TODOS	Unidade de medida: cm
	NºCliente: -	Escala: 1:1	Formato: A4
	Data: 05/06/2017		

Fonte: Próprios autores

4.6 MATERIAIS USADOS PARA A CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

Para a construção do protótipo, primeiramente definiu-se a estrutura da peneira (parte cilíndrica), que seria feita de três rodas de bicicleta aro 16, lembrando que é um protótipo, e que para construir um modelo comercial o ideal seria o aro 29.

Figura 2: Roda aro 16



Fonte: Próprios autores

Definida a malha da peneira, seria a que peneira areia grossa, fazendo relação com a construção civil. Para calcular o quanto de malha de tela seria utilizado para completar a volta nos aros de bicicleta, foi usada a fórmula:

$$A = 2\pi r^2 h$$

H= comprimento da parte cilíndrica.

R= raio das rodas de bicicleta

$$A = 2\pi \times (16)^2 \times (100)$$

$$A = 160,8 \text{ cm}^2$$

Conclui-se que gastaria cerca de $160,8 \text{ cm}^2$ para conseguirmos fechar toda a área cilíndrica responsável pelo peneiramento.

Figura 3: Tela da peneira



Fonte: <http://www.tidao.com.br/telas-diversas/tela-p-peneira>, (Acesso em: 10 jun. 2017)

Para fazer a união das rodas e da malha responsável pelo peneiramento, foi usado quatro barras de ferro, que foram parafusadas juntamente com as rodas e a malha da peneira, para dar firmeza para peneira.

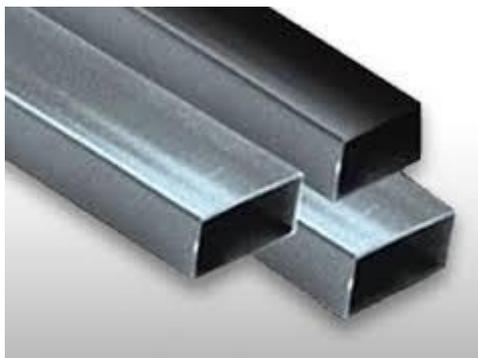
Figura 4: Barras achatadas de aço



Fonte: <http://mecari.com.br/view/catalogo/detalhes.php?id=1701>, (Acesso em: 10 jun. 2017)

A estrutura primeiramente seria construída em madeira, mas ao se constatar que em curto prazo a madeira se deterioraria, por causa de seu uso principalmente exposto ao tempo, foi necessário fazer a mudança do material escolhido para melhor atender as necessidades do projeto. O material definido foi o Tubo de Aço (Metalon) 25x25 mm, que é um material resistente, e que trará firmeza a peneira, evitando que ela fique com aquele efeito gangorra (com a estrutura fraca ou solta), acarretado pelo seu intenso uso.

Figura 5: Tubo de aço (Metalon)



Fonte: http://www.curitibaco.com.br/produto/orcamento_tubos_retangulares, (Acesso em: 10 jun. 2017)

Foi usado um motor de portão para automatizar a peneira. Esse motor tem a seguinte composição:

- Alimentação de 110 v.
- Velocidade 0,25 m/s.
- Rpm = 1750
- Peso máximo 300 kg.

- Raio da polia: 4

Figura 6: Motor



Fonte: Próprios autores

Para a peneira girar, foi usado um pequeno eixo na parte de traz da peneira (onde irá sair os rejeitos), e para instalá-lo foi usado mais duas barrinhas achatadas de aço, do mesmo perfil que a representada na figura 4.

Na parte frontal, onde o material entra, iríamos primeiramente fixar a peneira com o eixo, mas ao se constatar que obstruiria a passagem do material foi necessário outras alternativas, e com muita persistência foi adquirido duas rodinhas com diâmetro de 47 mm para apoiar a peneira.

Figura 7: Rodinha



Fonte: <http://www.vulcaodaborracha.com.br/novo/?pg=dewalt>

Para fazer a transmissão motor-peneira foi usado um pequeno eixo de 70 mm de comprimento por 12 de diâmetro, e uma polia produzida na oficina de um dos integrantes do grupo com 70 mm de diâmetro.

Figura 8: Eixo e polia.



Para a transmissão de movimento entre a polia do motor e a engrenagem da peneira, foi necessário uma correia dentada de 70 cm de diâmetro.

Figura 9: Correia



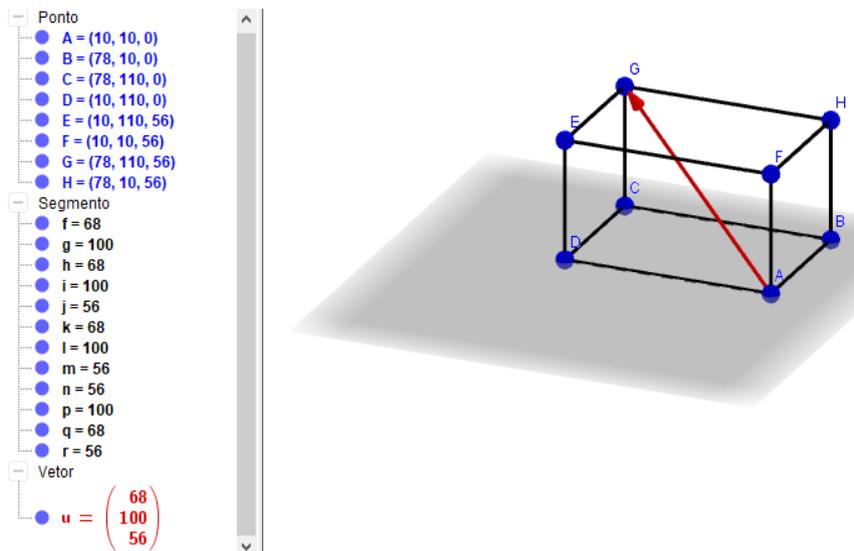
Fonte: <http://autos.culturamix.com/blog/wp-content/gallery/troca-de-correia-dentada-6/Troca-de-Correia-Dentada-17.jpg>

4.7 ESBOÇO DA ESTRUTURA DA PENEIRA

Observou-se que a geometria analítica, nos ajudaria a calcular o comprimento da estrutura de uma extremidade a outra, e que seria necessário calcular os cossenos diretores do vetor que foi utilizado para encontrar esse comprimento. Representou-se o desenho da estrutura no aplicativo Geogebra. A estrutura foi feita por seguimentos que ligam pontos de A à H.

Tomamos os seguimentos AB que representa o eixo X, o seguimento AD para o eixo Y, e o seguimento AF para o eixo Z. Desse modo foi usado um vetor \vec{u} , que parte do ponto A até o ponto G, partindo de uma extremidade a outra da estrutura. Sabe-se que esse vetor possui coordenadas X, Y e Z, e lembrando que os seguimentos representam o tamanho real da estrutura medida em centímetros.

Figura 10: Esboço da estrutura da peneira



Fonte: Próprios autores

As fórmulas usadas para identificar os cossenos diretores do vetor \vec{u} são:

$$\text{Arccos } \alpha = \frac{X}{|\vec{u}|}$$

$$\text{Arccos } \beta = \frac{Y}{|\vec{u}|}$$

$$\text{Arccos } \gamma = \frac{Z}{|\vec{u}|}$$

Observou-se que para calcular $|\vec{u}|$, era necessário levar o vetor até a origem, assim foi feita a extremidade do vetor \vec{u} menos o seu ponto de partida, que seria o ponto G menos o ponto A.

$$\vec{u} = G - A = (x_2 - x_1), (y_2 - y_1), (z_2 - z_1)$$

$$\vec{u} = G - A = (78 - 10), (110 - 10), (56 - 0)$$

$$\vec{u} = (68, 100, 56)$$

Para encontrarmos $|\vec{u}|$, que significa achar o tamanho do vetor \vec{u} , foi usada a seguinte fórmula:

$$|\vec{u}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

$$\text{Então } |\vec{u}| = \sqrt{68^2 + 100^2 + 56^2} \cong 133,27 \text{ cm}$$

Com isso foi possível achar o tamanho da estrutura de uma extremidade a outra, que mede aproximadamente 133,27 cm. Agora para definirmos os cossenos diretores de \vec{u} basta substituir os dados.

$$\text{Arccos } \alpha = \frac{x}{|\vec{u}|} = \frac{68}{133,27} \cong 1,04^\circ$$

$$\text{Arccos } \beta = \frac{y}{|\vec{u}|} = \frac{100}{133,27} \cong 0,72^\circ$$

$$\text{Arccos } \gamma = \frac{z}{|\vec{u}|} = \frac{56}{133,27} \cong 1,14^\circ$$

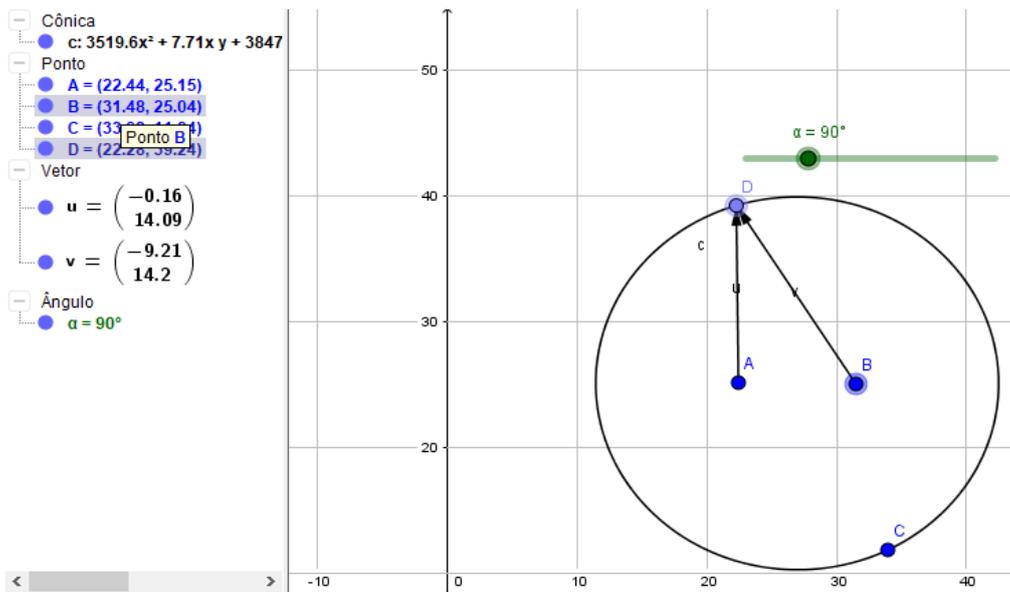
4.8 DEMONSTRAÇÃO DO MOVIMENTO CIRCULAR DA PENEIRA

Para se demonstrar o movimento que a parte cilíndrica irá fazer quando estiver em funcionamento, foi criado no aplicativo geogebra uma elipse, bem próxima a um círculo, para facilitar o entendimento do movimento, criamos os vetores \vec{u} e \vec{v} , que em movimento os vetores \vec{u} e \vec{v} fazem a trajetória circular da peneira giratória.

Variando a angulação dos vetores \vec{u} e \vec{v} da direita para a esquerda para demonstrar o seu movimento.

Quando o vetor \vec{u} estiver a 90° :

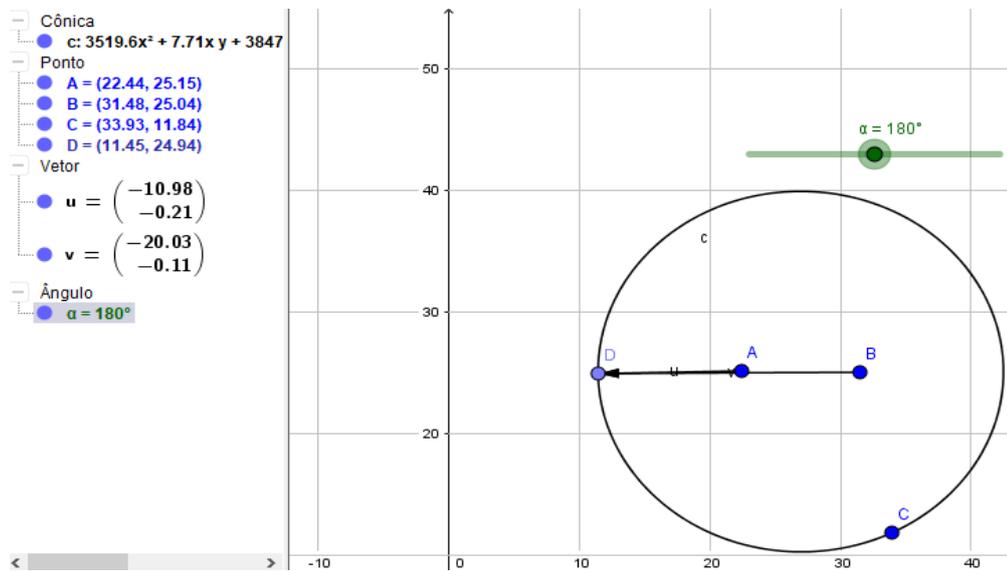
Figura 11: Movimento da peneira 1



Fonte: Próprios autores

Quando o vetor \vec{u} estiver a 180° :

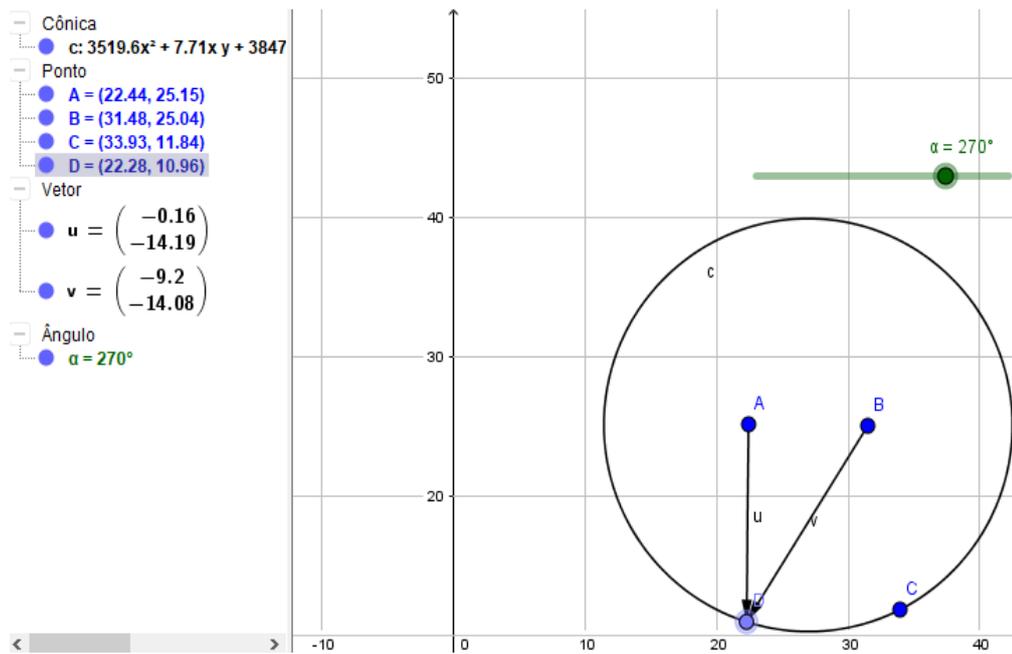
Figura 12: Movimento da peneira 2



Fonte: Próprios autores

Quando o vetor \vec{u} estiver a 270° :

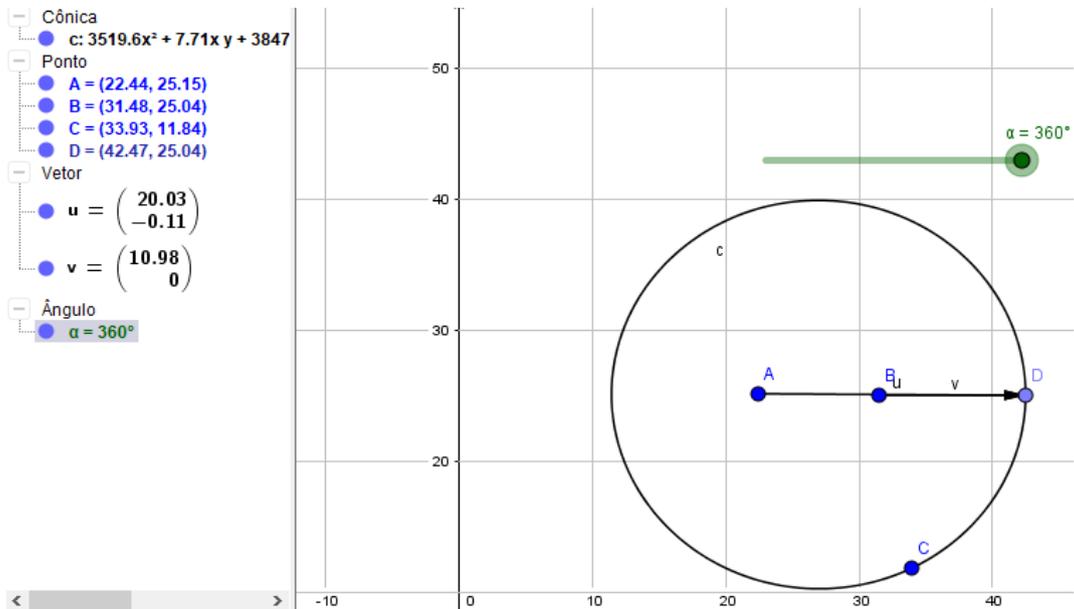
Figura 13: Movimento da Peneira 3



Fonte: Próprios autores

Quando o vetor \vec{u} estiver a 360° :

Figura 14: Movimento da peneira 4

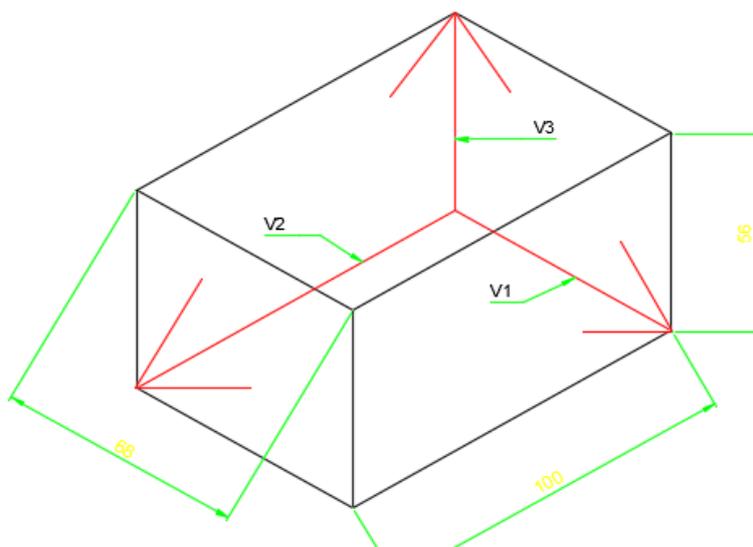


Fonte: Próprios autores

4.9 CÁLCULO DO VOLUME QUE A PENEIRA GIRATÓRIA SUPORTA.

O grupo percebeu a necessidade de calcular o volume de material que a estrutura da peneira suporta. Com o intuito de saber se a mesma não se danificaria em funcionamento.

Figura 15: Esboço da estrutura da peneira



Fonte: Próprios autores

Para facilitar a visualização, foi feito um esboço no software AutoCad, e para calcular seu volume usamos o produto misto, para isso foi necessário criar três vetores, \vec{V}_1 , \vec{V}_2 e \vec{V}_3 , com coordenadas x, y e z.

$$\vec{V}_1 = (68, 0, 0)$$

$$\vec{V}_2 = (0, 100, 0)$$

$$\vec{V}_3 = (0, 0, 56)$$

O produto misto desses três vetores irá fornecer o volume da estrutura da peneira. Observou-se que pelos conceitos de Computação Aplicada vistos nesse período, que seria possível criar um programa no software Matlab, que calculasse o produto misto entre esses três vetores, e que suas variáveis seriam dadas no Command Window, e que seria capaz de verificar se esses vetores são coplanares ou não. Para a visualização do script file do programa vide anexo 1.

Tabela 2: Dados usados no programa para calcular o volume da estrutura.

Função	Variável	Unidade	Valor
Produto misto (Matriz)	\vec{V}_1	Cm	(68,0,0)
	\vec{V}_2	Cm	(0,100,0)
	\vec{V}_3	Cm	(0,0,56)

Fonte: Próprios autores

Ao aplicar os valores dos vetores, chegamos ao resultado que o volume da estrutura, é de $3,808e+005 \text{ cm}^3$. Para confirmar os resultados obtidos, foi feito os mesmos cálculos, e os mesmos corresponderam ao mesmo valor final que o programa forneceu.

$$(\vec{V}_1 \times \vec{V}_2) = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 68 & 0 & 0 \\ 0 & 100 & 0 \end{vmatrix} = \vec{i} \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 100 & 0 \end{vmatrix} - \vec{j} \begin{vmatrix} 68 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix} + \vec{k} \begin{vmatrix} 68 & 0 \\ 0 & 100 \end{vmatrix}$$

$$\vec{V}_1 \times \vec{V}_2 = (0, 0, 6800)$$

$$\vec{V}_1 \times \vec{V}_2 \cdot \vec{V}_3 = (0, 0, 6800) \cdot (0, 0, 56) = 380800 \text{ cm}^3 \text{ (Volume do suporte)}$$

Sabendo que o volume do cilindro e dado pela formula:

$$Vc = Ab \times h$$

$$Vc = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

$$Vc = 3,14 \times 16^2 \times 100 = 80384 \text{ cm}^3 \text{ (Volume do cilindro)}$$

Da mesma forma que se calculou o volume da estrutura da peneira, e necessário calcular o volume do motor. Criamos três vetores com as dimensões do motor, com coordenadas x, y e z.

$$\vec{V}_1 = (15, 0, 0)$$

$$\vec{V}_2 = (0, 25, 0)$$

$$\vec{V}_3 = (0, 0, 25)$$

Tabela 3: Dados usados no programa para calcular o volume do motor.

Função	Variável	Unidade	Valor
Produto misto (Matriz)	\vec{V}_1	Cm	(15, 0, 0)
	\vec{V}_2	Cm	(0, 25, 0)
	\vec{V}_3	Cm	(0, 0, 25)

Fonte: Próprios autores

Chegando ao resultado que o volume do motor é de 9375 cm³. Para confirmar o resultado obtido pelo programa, foi refeito os cálculos e os mesmos foram iguais.

$$(\vec{V}_1 \times \vec{V}_2) = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 15 & 0 & 0 \\ 0 & 25 & 0 \end{vmatrix} = \vec{i} \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 25 & 0 \end{vmatrix} - \vec{j} \begin{vmatrix} 15 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix} + \vec{k} \begin{vmatrix} 15 & 0 \\ 0 & 25 \end{vmatrix}$$

$$\vec{V}_1 \times \vec{V}_2 = (0, 0, 375)$$

$$\vec{V}_1 \times \vec{V}_2 \cdot \vec{V}_3 = (0, 0, 375) \cdot (0, 0, 25) = 9375 \text{ cm}^3 \text{ (Volume do motor)}$$

Foi possível criar um programa para calcular o volume total de material que a estrutura suporta quando a peneira está em funcionamento.

Tabela 4: Dados usados no programa para calcular o volume total.

Função	Variável	Unidade	Valor
Volume	V_e	Cm ³	380800
Total	V_c	Cm ³	84384
	V_m	Cm ³	9375

Fonte: Próprios autores

Conclui-se que, o volume total é 287041 cm³, sendo o que a peneira suporta de material em funcionamento. Para confirmar os cálculos, os mesmos foram refeitos.

$$V_t = V_e - V_c - V_m$$

$$V_t = 380,800 - 80,384 - 9,375$$

$$V_t = 287,041 \text{ cm}^3$$

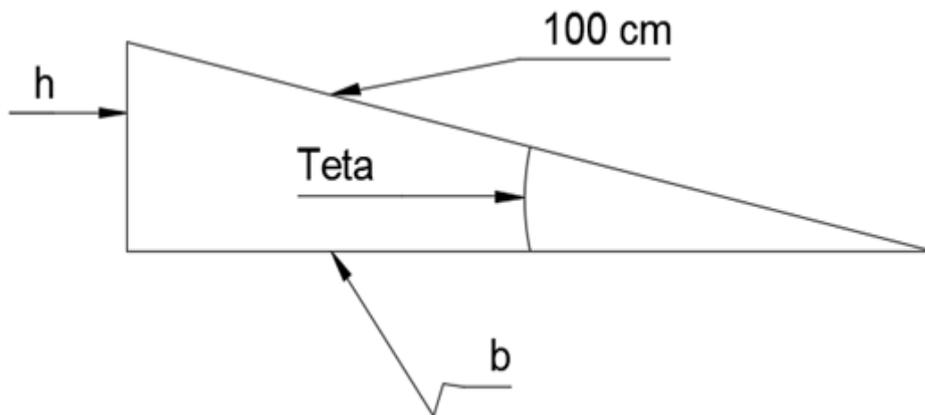
4.10 MELHOR INCLINAÇÃO DA PENEIRA

Foi descoberto quase no final do protótipo um erro no suporte da peneira, que teria influência direta, em seu funcionamento.

O grupo percebeu que a inclinação que a peneira teria, iria influenciar diretamente no peneiramento. Com isso, realizou-se cálculos para sabermos qual seria a melhor inclinação para a peneira. Para isso foi necessário criar uma função da área do triângulo formado entre a peneira e o suporte.

Sabendo que a estrutura cilíndrica tem 1 metro de comprimento, para calcular o melhor ângulo, usamos a função da área de um triângulo fazendo relação com a inclinação da peneira.

Figura 16: Triângulo que representa a inclinação da peneira.



Fonte: Próprios autores

$$A_t = \frac{b \times h}{2}$$

$$\text{Sen}\theta = \frac{h}{100} \quad \therefore \quad h = 100\text{sen}\theta$$

$$\text{Cos}\theta = \frac{b}{100} \quad \therefore \quad b = 100\text{cos}\theta$$

$$A(\theta) = \frac{(100 \times \text{sen}\theta) \times (100 \times \text{cos}\theta)}{2} = A(\theta) = 5000\text{cos}\theta\text{sen}\theta$$

$$D(A(\theta)) = \left(0, \frac{\pi}{2}\right)$$

Derivando a função,

$$A'(\theta) = 5000(-\text{sen}\theta\text{sen}\theta + \text{cos}\theta\text{cos}\theta)$$

$$A'(\theta) = 5000(-\operatorname{sen}^2\theta + \cos^2\theta)$$

$$A'(\theta) = 5000(\cos^2\theta - 1 + \cos^2\theta)$$

$$A'(\theta) = 5000(2\cos^2\theta - 1)$$

Para determinar os pontos críticos de $A(\theta)$, fazemos $A'(\theta) = 0$ ou verificar onde $A'(\theta)$ não existe.

$$\text{Para } A'(\theta) = 0,$$

$$5000(2\cos^2\theta - 1) = 0$$

$$\text{Adotando } \cos\theta = x$$

$$2x^2 - 1 = 0$$

$$x^2 = \frac{1}{2}$$

$$x = \pm \sqrt{\frac{1}{2}} = \pm \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$x_1 = +\frac{1}{\sqrt{2}} \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} = 45^\circ = \frac{\pi}{4}$$

$$x_2 = -\frac{1}{\sqrt{2}} \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = -\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 135^\circ$$

Como x_2 está fora do domínio, analisaremos somente $\frac{\pi}{4}$ que é o ponto crítico para a função $A(\theta)$, no intervalo $[0, \frac{\pi}{2}]$.

Calculando $A''(\theta)$ e aplicando o ponto crítico:

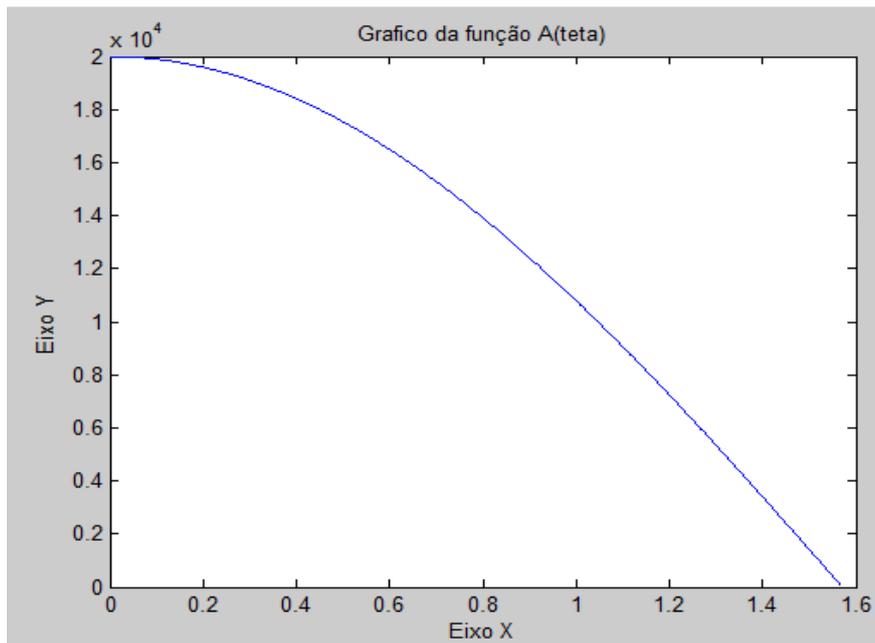
$$A''(\theta) = 5000(4\cos\theta)$$

$$A''(\theta) = 20000\cos\theta$$

$$\theta \cong 20^\circ$$

Com isso conclui-se que o melhor ângulo que poderia ser usado na inclinação da peneira seria o de 20° , mas como a estrutura foi construída primeiro, não foi possível corrigir a inclinação da peneira.

Figura 17: Gráfico de $A''(\theta)$.



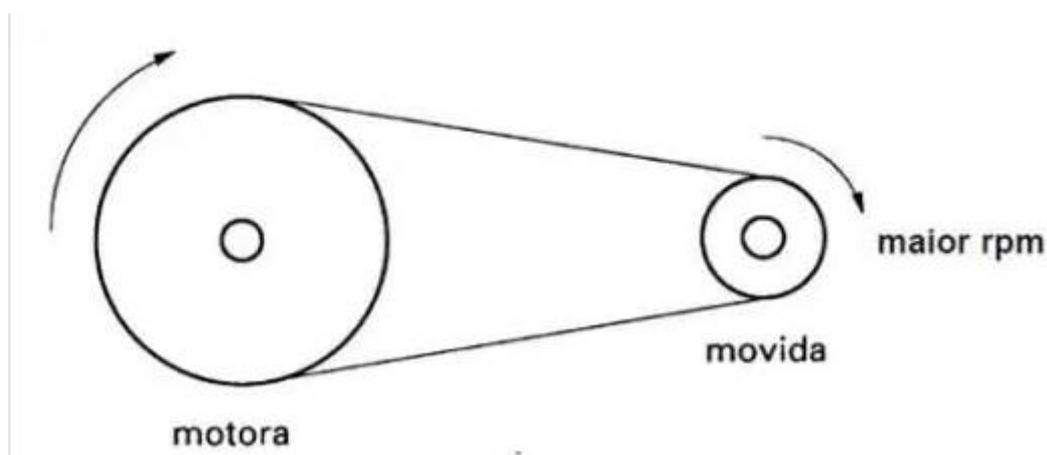
Fonte: Próprios autores

Ao analisar o sinal de derivada segunda, conclui-se que era positivo, e também foi observado que ao aplicamos o ponto crítico ela atingiu o seu ponto máximo.

4.11 CÁLCULO DE ROTAÇÃO POR SEGUNDO DA EMGRENAGEM DA PENEIRA

Chegando à conclusão que seria possível calcular o número de revoluções por segundo que a engrenagem da peneira vai ter quando estiver em funcionamento. A velocidade final fornecida pelo conjunto transmissor depende da relação dos diâmetros da polia e da engrenagem. Em nosso caso a polia do motor (polia que fornece o movimento) é maior do que a polia movida (a que recebe o movimento), por isso a velocidade transmitida a peneira será maior. Vejamos na figura 18.

Figura18: Polias que aumentam a rotação



Fonte: Bonfim (2012)

Para fazer essa relação matematicamente usamos a seguinte formula:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

n_1 = Rotação (rpm) da polia motora.

n_2 = Rotação (rpm) da polia movida.

D_1 = Diâmetro da polia motora.

D_2 = Diâmetro da polia movida.

Sabendo que a rotação do motor por minuto e 1750 rpm, e o diâmetro da polia do motor e da engrenagem são 80 e 70 mm, obtemos os seguintes resultados:

$$\frac{1750}{n_2} = \frac{70}{80}$$

$$n_2 = 2000 \text{ rpm}$$

Para saber qual seria a rotação da peneira por segundo, dividiu-se n_2 por 60 segundos pois está em rotação por minuto.

$$rps = \frac{2000}{60}$$

$$rps \cong 33,33$$

Foi concluído que a engrenagem da peneira apresentará em funcionamento cerca de 33 revoluções por segundo.

4.12 METODOLOGIA USADA PARA A CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

O grupo buscando atingir o objetivo principal do projeto, em relação a montagem do protótipo, usou o método científico que parte da observação sistemática dos fatos seguido da realização de experiências, das deduções lógicas e da comprovação científica dos resultados obtidos.

Segundo Asti Vera (1989), o conceito de método científico é como “[...] um procedimento, ou um conjunto de procedimentos, que serve de instrumento para alcançar os fins da investigação; [...] o método é um procedimento geral, baseado em princípios lógicos, que pode ser comum a várias ciências; ...”.

O trabalho de montagem do protótipo também foi feito com base em pesquisas realizadas pelo grupo e também conceitos vistos em sala de aula.

4.13 MONTAGEM DO PROTÓTIPO

Iniciando a montagem do protótipo pela parte cilíndrica que será girada pelo motor. Para fazer a união as rodas de bicicleta a malha da peneira, com as barras achatadas de aço, usamos pequenos parafusos, afim de que eles não atrapalhem na hora do serviço e que consigam fixar bem a malha da peneira.

Figura 19: Parte cilíndrica da peneira



Fonte: Próprios autores

Depois foi montada a estrutura, que como visto acima foi feita de tubos de metalon. A estrutura foi feita em uma serralheria, pois nenhum integrante do grupo possuía máquina de solda e treinamento específico para realizar tal competência.

Figura 20: Estrutura da peneira



Fonte: Próprios autores

Foi construída a estrutura proporcional ao tamanho de um carrinho de mão, para que possa entrar embaixo da peneira, para que o material caia direto no carrinho e facilite o manuseio do mesmo.

Para a movimentação da parte cilíndrica, o grupo teve problemas, pois seria necessário fixar bem a parte cilíndrica sem obstruir a passagem do material a ser peneirado, primeiro iríamos usar dois pequenos eixos, um em cada extremidade da estrutura, fixos por duas barrinhas achatadas de aço, que seriam fixas na estrutura e na parte cilíndrica. Mas com muita insistência foi adquirido duas rodinhas, para serem colocadas na parte frontal (onde entra o material). Para fixar as rodinhas na estrutura foi usado duas chapinhas de aço com 5 cm de largura e 6,5 cm de comprimento, soldadas na estrutura.

Figura 21: Rodinhas fixas a estrutura.



Fonte: Próprios autores

Lembrando que o eixo da parte de trás (onde sai o rejeito) permanecerá, será usado a mesma barrinha achatada de aço, fixa na parte cilíndrica, com o pequeno eixo soldado, e outra chapinha de aço, fixa na estrutura, com um furo para encaixar o eixo. E para fazer com que ela gire, adaptamos a engrenagem no eixo, para que em funcionamento a correia dentada trabalhe sem deslizar, e transmita a velocidade desejada a peneira.

Figura 22: Eixo com engrenagem fixa.



Fonte Próprios autores

Para fixar o motor foi necessária uma chapinha de ferro de 17,5 cm de largura e 28 cm de comprimento e quatro parafusos. O motor foi instalado na lateral do suporte para facilitar a regulação da correia.

Por fim, foi usado uma telha de aço galvanizado, soldada ao lado da peneira, afim de evitar sujar o motor, ou espalhar o material peneirado para fora do carrinho. Colocamos somente de um lado para diminuir os custos, mas a ideia em si, é instalar a chapa dos dois lados.

4.14 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Foram realizados testes experimentais no protótipo para identificar possíveis erros de funcionamento na peneira, afim de podermos corrigi-los antes da semana de apresentações do Trabalho Acadêmico Integrador.

Primeiro o grupo observou que a correia usada para transmitir o movimento do motor para a peneira estava frouxa, o que estava acarretando um mau funcionamento. Apertamos mais a correia com o intuito de melhorar a transmissão do motor para à peneira, o resultado com o reparo foi muito bom e o esperado pelo grupo.

E na parte da movimentação da peneira, e foi constatado problemas com as rodinhas, pois devitaria ter fixado as chapinhas de ferro com uma curvatura muito pequena para que as rodinhas tivessem a mesma angulação da peneira, e assim não oferecer resistência ao aro de bicicleta quando o mesmo estiver rodando sobre elas.

5 MATERIAIS GASTOS E SEUS RESPECTIVOS VALORES

Abaixo será mostrada a tabela de materiais gastos com o projeto e seus respectivos valores.

Tabela 5: Materiais gastos e seus respectivos valores.

Materiais	Quantidades	Preço (R\$)
Roda de bicicleta aro 16	3	0
Barra achatada de aço	5	15
Tela	1	75
Parafusos	15	22

Engrenagem	1	0
Correia dentada	1	18
Motor	1	0
Estrutura (mão de obra)	1	60
Metalon	6 m	60
Rodinhas	2	12
Telha de aço galvanizado	1	0
Chapinhas de aço (suporte das rodinhas)	2	0
Chapa de aço (suporte motor)	1	0

Fonte: Próprios autores

6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de todo conhecimento exposto no projeto, o grupo concluiu que a ideia principal, era a peneira giratória. Lembrando que o mesmo pode ser transformado em um futuro produto comercial, para as áreas da construção civil, agroindústria, e também para a mineração, na parte de separação de minérios.

Aliás os conhecimentos expostos poderão ser usados como fonte para futuras pesquisas, que se interessem em desenvolver um produto ou aprimorar as ideias que deram origem ou projeto da peneira giratória.

7 FUTUROS TRABALHOS

Neste relatório final do Trabalho Acadêmico Integrador (TAI), apresentaram-se as atividades desenvolvidas pelo grupo de alunos do IFMG Campus Arcos. Como os trabalhos geraram um protótipo, pode-se propor algumas atividades que ainda podem ser realizadas na sequência do projeto, as atividades propostas são:

- Melhoria da transmissão motor peneira com o objetivo de subdimensionar o motor, com o intuito de diminuir o custo do projeto, e assim melhorar seu custo benefício.
- Melhoria da estrutura do suporte com o intuito de diminuir o material gasto, para Melhorar a viabilidade do projeto, e assim melhorar seu custo benefício.

REFERÊNCIAS

BONFIM, Leile. **Calculando RPM em sistemas de polias**. Jan. 2012. Disponível em: <https://automatextile.wordpress.com/2012/01/30/calculando-rpm-em-sistemas-de-polias/>. Acesso em: 5 junho 2017.

ELI Whitney. Disponível em: <http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias/Eli0Witn.htm> . Acesso em: 20 maio 2017.

GILAT, Amos. **Matlab Com Aplicações em Engenharia**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 417 p.

SILVA FILHO, Sebastião Alves da. **FÍSICA - MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME - PARÂMETROS**. 2014. Disponível em: <<http://sofstica.com.br/mcu-teoria.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2017.

STEWART, James. **Cálculo: Volume 1**. 7. ed. São Paulo, Sp: Cengage Learning, 2014. 523 p.

WINTERLE, P. **Vetores e Geometria Analítica**. 2º Edição. São Paulo: Editora Pearson Education do Brasil, 2014. 256 p.

APÊNDICE 1

Script file do programa que calcula o produto misto entre vetores.

```
clear all;
clc;
fprintf ('\n\nDados três vetores V1,V2,V3 este programa calcula o
produto misto entre eles. ');
fprintf ('O programa informa ainda se os vetores são coplanares.\n');
%Salvando os três vetores na matriz M

for i =1:3
    fprintf ('\nPara o vetor V%.5g digite:\n',i);
    for j = 1:3
        fprintf('O %.5g° elemento: ',j);
        Matriz(i,j)=input('');
    end
end

%Calculando o produto misto
%O resultado da função "misto" será salvo em uma "variavel comum".
%A chamada deve conter os parametros de entrada : variavel = misto
(x)

produto_misto = misto(Matriz);

%imprimindo resultados

fprintf ('\n\n O produto misto (V1,V2,V3)= %.5g cm^3.. conclui-se,
portanto, que',produto_misto)

if (produto_misto==0)
    fprintf('os vetores V1,V2,V3 são coplanares.\n');
else
    fprintf('os vetores V1,V2,V3 não são coplanares.\n');
end
```

Script file do programa que calcula o volume total suportado pela peneira.

```
%Este programa calcula o volume total que a estrutura da peneira
giratória
%suporta
clear
clc

Vs=input('Por favor entre com o volume da estrutura:');
Vc=input('Por favor entre com o volume da parte cilíndrica:');
Vm=input('Por favor entre com o volume do motor:');
Vtotal=(Vs-Vc-Vm);
fprintf('O volume total e igual a:%f cm^3.',Vtotal);
```

Script file do gráfico de $A''(\theta)$.

```
% Este programa cria o gráfico da função;  
% A''(teta)=20000*cos(teta)  
clear  
clc  
  
teta=[0:0.001:(pi/2)];  
Ateta=(20000*(cos(teta)));  
  
plot(teta,Ateta);  
xlabel('Eixo X');  
ylabel('Eixo Y');  
title('Gráfico da função A(teta)')
```