



**INSTITUTO
FEDERAL**

Minas Gerais

Campus Avançado
Arcos

Joaquim Junior

Pierre Alexander

Vitor Martins

Wesley Lúcio

Peneira Giratória

Arcos - MG

25 de novembro de 2017

Joaquim Junior
Pierre Alexander
Vitor Martins
Wesley Lúcio

Peneira Giratória

Projeto apresentado à disciplina de TAI – Trabalho Acadêmico Integrador do curso de Engenharia Mecânica ministrado no Instituto Federal de Minas Gerais, Campus Arcos.

Instituto Federal de Minas Gerais
Campus Arcos
Graduação em Engenharia Mecânica

Orientador: Francisco de Sousa Júnior

Arcos - MG
25 de novembro de 2017

Joaquim Junior
Pierre Alexander
Vitor Martins
Wesley Lúcio

Peneira Giratória
Joaquim Junior
Pierre Alexander
Vitor Martins
Wesley Lúcio
– Arcos - MG, 25 de novembro de 2017-
[30](#) p.

Orientador: Francisco de Sousa Júnior

– Instituto Federal de Minas Gerais
Campus Arcos
Graduação em Engenharia Mecânica, 25 de novembro de 2017.
1. Peneira Giratória. 2. TAI 2 3. simulação 3D

Joaquim Junior
Pierre Alexander
Vitor Martins
Wesley Lúcio

Peneira Giratória

Projeto apresentado à disciplina de TAI – Trabalho Acadêmico Integrador do curso de Engenharia Mecânica ministrado no Instituto Federal de Minas Gerais, Campus Arcos.

Francisco de Sousa Júnior
Orientador

Flávio Fernandes Barbosa Silva

Jefferson Rodrigues da Silva

Maurício Lourenço Jorge

Reginaldo Gonçalves Leão Junior

Arcos - MG
25 de novembro de 2017

Resumo

Este presente trabalho é uma sequência de um projeto realizado no primeiro período por um integrante da equipe, e que foi proposto e aceito por todos.

Será apresentado o desenvolvimento de melhorias no projeto com o intuito de se tornar um produto. E basicamente serão utilizados para a construção da Peneira Giratória os seguintes materiais: roda de bicicleta aro 26, motor de baixa velocidade e que suporte 40 kg, tubos de aço metalon 30x30 mm, parafusos, barras achatadas de aço, polias, correia, rodízios, rodízios com freios para os pés, chapa de aço com espessura de 5 mm. E também a modelagem 3d para uma melhor visão do projeto como um todo.

Palavras-chaves: Peneira Giratória. sequência. TAI 2. simulação 3D

Lista de ilustrações

Figura 1 – DCL(Diagrama de Corpo Livre) do cilindro	12
Figura 2 – DCL(Diagrama de Corpo Livre) da estrutura	13
Figura 3 – Simulação dos eixos na vista lateral do cilindro peneirador	14
Figura 4 – Desenho Mancal e suas dimensões (vista 1)	15
Figura 5 – Desenho Mancal e suas dimensões (vista 2)	15
Figura 6 – Rodízio com freio e sem freio	16
Figura 7 – Motor	19
Figura 8 – Modelagem 3d - Peneira Giratória	21
Figura 9 – Projeto concluído - Desenho Técnico	22
Figura 10 – Vista Isométrica e do Cilindro Peneirador	22
Figura 11 – Tabela - Resultado do questionário	28
Figura 12 – Resultado das Questões 1, 3, 4, 5.	28
Figura 13 – Histograma da idade	29
Figura 14 – Histograma do resultado da questão 2	29

Sumário

	Introdução	7
1	OBJETIVOS	8
1.1	Objetivos Gerais	8
1.2	Objetivos Específicos	8
2	JUSTIFICATIVA	9
3	REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.1	Peneiras Giratórias	10
3.2	Modelagem 3D e <i>Autodesk Inventor</i>	10
4	DESENVOLVIMENTO	11
4.1	Cálculo das forças exercidas na estrutura da peneira	11
4.1.1	Definição do mancal	14
4.1.2	Definição dos rodízios	16
4.2	Processo de cálculo para estimar a frequência em que a peneira deve girar	17
4.2.0.1	Processo de cálculo da potência do motor	18
5	METODOLOGIA	20
6	CONCLUSÃO	21
	Conclusão	23
	REFERÊNCIAS	23
	APÊNDICES	24
	APÊNDICE A – CENTRO DE MASSA	25
	APÊNDICE B – DADOS DO ESTUDO DE ACEITAÇÃO DA PENEIRA GIRATÓRIA	27

Introdução

Peneiras são dispositivos mecânicos que separam objetos ou materiais, são usadas em diversos tipos de processos, possibilitando uma maior produção e otimização de trabalhos que seriam realizados manualmente. Sua gama de atuação é ampla, podendo ser encontradas em diversos setores da indústria como exemplo do agronegócio a mineração.

São fabricadas em dois tipos de formatos, usualmente vibratória e giratória, variando de acordo com sua aplicação. Sua estrutura é composta por duas partes, a parte cilíndrica e o seu apoio, o motor e um eixo para interligar as duas partes permitindo o movimento. Para a vibratória seria uma mesa com dois compartimentos que vibram para selecionar o material.

O interesse do projeto é atingir um público, não industrial e sim o de pequenas e médias construções para mecanizar um processo que é fundamental e muito importante para qualquer obra, que é o processo de peneiramento.

1 Objetivos

1.1 Objetivos Gerais

O objetivo deste projeto é propor uma máquina que seja utilizada como uma ferramenta que facilite o trabalho no peneiramento de materiais na construção civil. A máquina consiste em uma peça cilíndrica que gira com uma certa inclinação e que peneire o material automaticamente, e já caia direto no objeto em que o material será transportado, projetada e simulada no *software Autodesk Inventor*, com base nos conhecimentos adquiridos ao decorrer do semestre.

1.2 Objetivos Específicos

- Estudar as forças que serão exercidas na estrutura;
- Definir o mancal a ser utilizado;
- Modelagem 3d;
- Desenho no *software Autodesk CAD*;
- Aceitação da Peneira no mercado;

2 Justificativa

O presente trabalho torna-se relevante em função da falta de uma máquina que automatize o processo de peneiramento de materiais em pequenas e médias construções. A ideia de construir uma Peneira Giratória, surgiu devido a observações na cidade de Arcos - MG, pois a mesma possui muitas construções. E foi observado que a maioria das construções de pequeno e médio porte contava apenas com trabalho manual de peneiramento.

Para que o projeto realmente seja relevante, o grupo realizou um simples estudo para descobrir se a Peneira Giratória seria bem aceita no mercado. O estudo foi realizado na cidade de Arcos - MG, especificamente nos bairros próximos ao campus do IFMG, e o mesmo atingiu cerca de 30 entrevistados. Após a conclusão do estudo, foi definido que de uma escala de 0 a 10, sendo que 0 não facilitaria nada e 10 ajudaria muito, aproximadamente 73% das pessoas deram uma nota maior ou igual a 7,5; sendo um valor auto para uma análise de aprovação de um determinado produto no mercado.

Para que se tenha certeza que a pessoa que adquirir a peneira terá um tempo suficiente para conseguir um retorno a médio ou longo prazo, foi inferida a média de idade da população de Arcos - MG no ano de 2017, por meio da média da amostra com um nível de confiança de 95%. Logo após o cálculo do intervalo de confiança o resultado encontrado para a média de idade está entre 31 e 42 anos, com uma certeza de 95%.

O questionário do estudo foi respondido por pessoas com média de idade entre 31 e 42 anos, onde aproximadamente 76% das pessoas eram homens, o que indica que o estudo atingiu o público alvo; pois futuramente se a Peneira Giratória se concretizar em um produto, é este público que o *marketing* deverá atingir.

Com base no estudo de aceitação da Peneira Giratória, foi decidido que o projeto realmente é relevante para que seja trabalhado no Trabalho Acadêmico Integrador 2, e também devesse ressaltar que o mesmo tem grandes chances de futuramente se tornar um produto comercializável. Todos os dados do estudo se encontram no apêndice B.

3 Referencial Teórico

3.1 Peneiras Giratórias

As Peneiras Giratórias são máquinas fundamentais na indústria, agronegócio, mineração, etc. Elas são muito utilizadas nos processos para a separação de materiais como: minério, grãos, areia, cimento, entre outros. As Peneiras Giratórias tem uma maior aparição em grandes empresas pois tem um valor elevado para ser adquirida.

- Ganhos de tempo
- Durabilidade
- Fácil locomoção

São classificadas de acordo com sua forma geométrica e também com base na forma em que as peneiras trabalham. As mais comuns na indústria são as giratórias e vibratórias. Os elementos característicos das peneiras são as telas, cujo o tamanho dos orifícios da tela são determinados pelo tipo de material a ser peneirado.

3.2 Modelagem 3D e *Autodesk Inventor*

Para projetar a Peneira Giratória utilizou-se o *software Autodesk Inventor*, após termos todas as medidas necessárias para a modelagem. O *Inventor* é um sistema CAD utilizado para trabalhar com projetos mecânicos 3D, não somente com o design de peças sólidas, bem como o desenvolvimento de conjuntos mecânicos dinâmicos, que é o caso da peneira giratória, e também a simulação feita no programa permite visualiza-la do jeito que a mesma ficaria após ser construída.

4 Desenvolvimento

4.1 Cálculo das forças exercidas na estrutura da peneira

Saber as forças que estão sendo exercidas na estrutura é algo essencial para um projeto que está em modelagem, para que se possa saber exatamente as forças que serão exercidas e ter uma noção do material que irá ser utilizado e como será utilizado é uma etapa essencial de um projeto de Engenharia Mecânica para que a estrutura permaneça em equilíbrio.

Para se calcular as forças exercidas na estrutura foi necessário que o grupo estimasse a massa da estrutura cilíndrica da peneira juntamente com a massa do material a ser peneirado, adotamos a massa da areia molhada para o nosso caso.

Somadas as massas chegou-se ao resultado de 30 kg, agora conhecendo a massa pode-se calcular a força peso atuante na peneira giratória usando a Segunda Lei de Newton, que é dada por $F = m \times a$ onde $a = g$ (aceleração da gravidade), foi adotado a aceleração da gravidade (g) igual a 9,81, e com os conceitos vistos no artigo (LOPES, 2008), foi encontrado a incerteza da aceleração gravitacional que é igual a $1,27 \times 10^{-4}$.

Incerteza da força peso é dada por:

$$I_R \times F = (1,27 \times 10^{-4}) \times (300)$$

Onde o resultado final é igual a aproximadamente $F = (300,00 \pm 0,04)N$

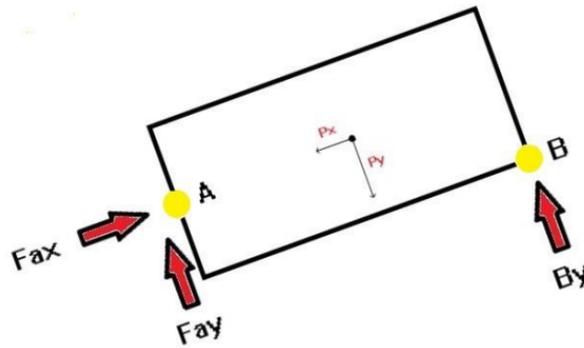
Foi necessário verificar se a estrutura estaria ou não em equilíbrio. E para que a estrutura esteja em equilíbrio é necessário que todas as forças se anulem conforme o seu eixo de atuação, ou seja, o somatório das forças em cada ponto devem ser igual a 0.

Para realizar esses cálculos, foram utilizados como ferramenta a álgebra linear, mais especificamente os conceitos do livro de (HOWARD; CHRIS, 2012) aplicação das equações lineares encontradas no formato de matrizes, assim agilizando e facilitando os cálculos.

Para facilitar os cálculos e a compreensão da aplicação, foram realizados dois DCL's (Diagramas de Corpo Livre), dividindo assim os cálculos em duas partes, o cilindro e a estrutura.

A imagem abaixo apresenta o DCL do cilindro, o qual tem uma angulação de 20° em relação à estrutura onde as forças F_{ax} (Força contrária do mancal aplicada no cilindro) e F_{ay} (Força contrária da estrutura aplicada no cilindro) são aplicadas no ponto A, e a força B_y (aplicada contrária da estrutura aplicada no cilindro) no ponto B.

Figura 1 – DCL(Diagrama de Corpo Livre) do cilindro



Fonte: Próprios autores

Analisando a imagem, e seguindo a equação $\sum F = 0$, chega-se as seguintes equações lineares:

$$F_{ax} - P_x = 0$$

$$F_{ay} + B_y - P_y = 0$$

$$B_y = P \times (-\cos 20) \times L = 0$$

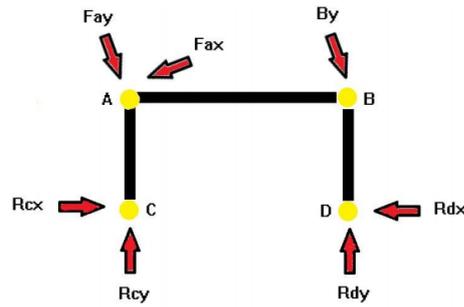
Tomando o valor de L, como a metade do comprimento do cilindro que é de 0.5933m, chegou-se a seguinte matriz:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -\sin 20 \\ 0 & 1 & 1 & -\cos 20 \\ 0 & 1 & 1 & -\cos 20 \times 0,5933 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} F_{ax} \\ F_{ay} \\ B_y \\ P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 300 \end{bmatrix}$$

Obtendo as respostas de $F_{ax} = 102,6N$; $F_{ay} = 167,4N$; $B_y = 114,6N$ e $P = 300N$. Realizando a decomposição de forças, foi possível encontrar a força sobre $R_{cy} = 192,32N$ e $R_{dy} = 107,7N$.

Logo abaixo a imagem nos mostra o DCL da estrutura da peneira giratória, a qual apresenta quatro pontos A, B, C e D. No ponto A, estão aplicadas as forças Fay (força realizada do cilindro sobre o mancal) e Fax (força realizada para frente do cilindro devido a inclinação). No ponto B está aplicada a força By (força do cilindro sobre as roldanas). Os pontos C e D apresentam as forças atuantes nos pés da estrutura, que faz com que a mesma se mantenha em equilíbrio, que são Rcx anulando Rdx, Rcy anulando Fay e Fax, e Rdy anulando By.

Figura 2 – DCL(Diagrama de Corpo Livre) da estrutura



Fonte: Próprios autores

Seguindo a equação $\sum F = 0$, temos as seguintes equações que se somadas às anteriores, resultam em 0, deixando a estrutura em equilíbrio:

$$\begin{aligned}\sum R_{cx} &= R_{cx} - R_{dx} \\ \sum R_{dx} &= -R_{cx} + R_{dx} \\ \sum R_{cy} &= P \times \sqrt{(-\sin 20)^2 + (-\cos 20)^2} \\ \sum R_{dy} &= (\cos 20) \times B_y\end{aligned}$$

Com o valor de 0.359 da matriz anterior chegou-se a seguinte matriz:

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0,359 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} R_{cx} \\ R_{dx} \\ R_{cy} \\ R_{dy} \\ P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 300 \end{bmatrix}$$

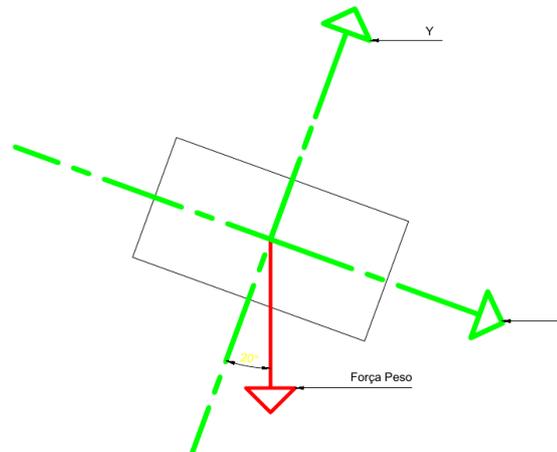
Obtendo as respostas de $R_{cx} = 0N$; $R_{dx} = 0N$; $R_{dy} = -107,7N$; $R_{cy} = -192,32N$; $P = 300N$. Os valores obtidos mostram exatamente a força contrária à força exercida pelo cilindro sobre a estrutura, mantendo assim o equilíbrio. A estrutura se apresenta hiperestática, ou seja, o número de reações é superior ao número de equações, apresentando assim uma linha de zeros na matriz escalonada em referência às forças R_{cx} e R_{dx} , que se encontram opostas e se anulam, gerando assim infinitas respostas, desde que uma sempre anule à outra.

E para se ter um resultado mais palpável, foram calculadas as forças atuantes no mancal para que posteriormente o mesmo seja definido.

$$F_{px} = (300,00 \pm 0,04) \times \sin 20 \Rightarrow F_{px} = (102,606 \pm 0,014)N$$

Abaixo segue uma representação da parte lateral do cilindro peneirador e onde especificamente a força peso atua na estrutura, e a decomposição de suas componentes.

Figura 3 – Simulação dos eixos na vista lateral do cilindro peneirador



Fonte: Próprios autores

Para definir a força que atua na estrutura especificamente na parte frontal onde o material entra, basta dividir a força peso por dois, que irá resultar em $(196,200 \pm 0,025)N$.

Logo se consegue identificar a força radial atuante no mancal que é dada por:

$$F = (150,00 \pm 0,02) + \left(\frac{1}{4} \times (300,00 \pm 0,04)\right)$$

$$F = (225,00 \pm 0,03)N$$

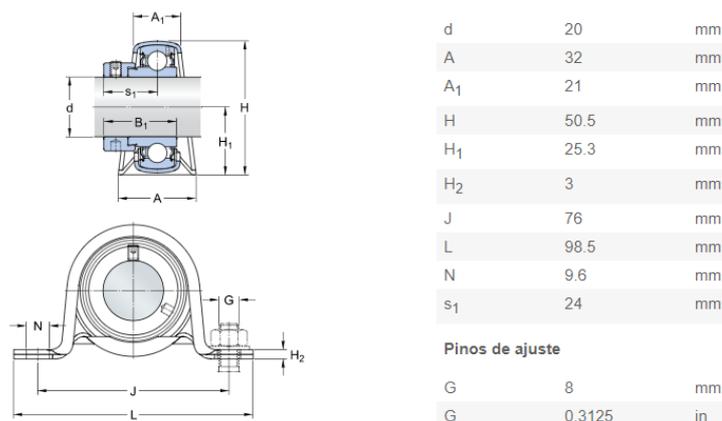
A soma de $\frac{1}{4}$ da força peso ao resultado, foi necessária para que a estrutura na parte traseira onde o mancal será fixado aguarde a carga exercida, pois foi adotada a inclinação de 20° , o que significa que a carga maior será exercida naquela região.

4.1.1 Definição do mancal

Para definir o mancal a ser utilizado no projeto, foi levado em conta a força radial de $F = (225,00 \pm 0,03)N$ que o mesmo estaria sujeito quando estiver em funcionamento. Pesquisando no site da empresa *SKF*, foi encontrado o mancal *P 20 FM*, que possui uma velocidade-limite de 8500 r/min, e carga radial permitida máxima de 1.7 KN, abaixo veremos as imagens das dimensões exatas do mancal.

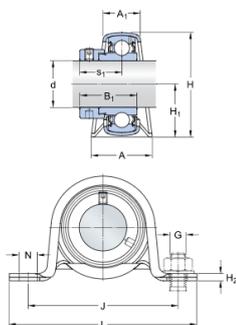
Deve-se lembrar que este mancal tem baixa carga axial, o que representa um risco para o projeto quando for construído, e para não acontecer acidentes futuramente será feita uma pesquisa de um mancal que possui anéis de encosto, e anéis de encosto flangeados para cargas axiais e que também funcione para cargas radiais.

Figura 4 – Desenho Mancal e suas dimensões (vista 1)



Fonte: <<http://www.skf.com/br/index.html>> Acesso em: 10 de outubro de 2017

Figura 5 – Desenho Mancal e suas dimensões (vista 2)



Fonte: <<http://www.skf.com/br/index.html>> Acesso em: 10 de outubro de 2017

Tolerâncias e ajustes do encaixe do eixo no mancal e do eixo na polia movida

Para uma futura fabricação da peneira é preciso definir o processo de fabricação e a tolerância dimensional do mancal. O processo de fabricação definido neste projeto foi a usinagem devido a melhor qualidade de trabalho e custo reduzido. Para montagem e fabricação por usinagem do eixo no mancal e do eixo na polia, definiu-se que para tolerâncias dimensionais do furo do mancal utilizasse a qualidade de trabalho IT 7, e do eixo uma qualidade de trabalho IT 6, que atendem ao nível de exigência e de desempenho definido para a peneira.

Neste Projeto sera feito uso do mancal P 20 FM, como citado acima com rolamento interno feito em aço estampado. E um eixo com tolerância h e diâmetro de 20mm.

A definição das tolerâncias dimensionais para o furo do mancal e diâmetro do eixo, exige um cálculo preciso para que não haja erro na montagem ou funcionamento do projeto. Os afastamentos tanto superiores quanto inferiores do furo mancal foram definidos através da Tabela 3 da Norma NBR 6158 da ABNT. Com base na Norma para a classe de furo H e qualidade de trabalho IT 7, o afastamento superior é de 0,021mm, e inferior igual a zero.

Isso implica que a dimensão máxima do furo deve ser de 20,021mm.

Os afastamentos tanto superiores quanto inferiores do eixo foram definidos através da Tabela 2 da Norma NBR 6158 da ABNT. Com base na Norma para a classe de eixo h e qualidade de trabalho IT 6, o afastamento superior é igual à zero e o inferior igual à 0,021 mm. Isso define que a dimensão mínima do eixo deve ser de 19,98mm. Na montagem do eixo há dois acoplamentos, o eixo no rolamento interno do mancal e do eixo na polia movida ligada a correia do motor.

O acoplamento do eixo no rolamento do mancal precisa ser feito de forma fixa, de acordo com a Tabela 9.7 para aplicações de ajustes do Sistema ISO FURO-BASE, segundo o livro de (RIBEIRO; IZIDORO, 2013) é necessário um ajuste deslizante justo H7/h6 de forma que aguarde a rotação do eixo e não ocorra escorregamento da peça. O acoplamento do eixo na polia precisa ser feito com prensa de forma que a polia não possa ser removida sem a deterioração da peça.

4.1.2 Definição dos rodízios

Foram usados 4 rodízios na parte frontal da peneira, para que a mesma fique alinhada e possa girar sem nenhum problema. Para a sua posição na barra de metalon foi adotado um ângulo de 45° em relação ao centro do cilindro peneirador, o que corresponde a uma distância do meio da barra de metalom ao centro do rodízio de 160 mm.

Foi utilizado 4 rodízios nos pés da peneira para que a mesma possa movimentar sem nenhum problema, lembrando que esses rodízios para os pés da peneira possuem freios, para que quando a peneira estiver em funcionamento fique parada.

A carga máxima permitida para os rodízios é de 60 kg, lembrando que os rodízios tem 100 mm de diâmetro. Abaixo veremos imagens dos rodízios com freio e sem freio.

Figura 6 – Rodízio com freio e sem freio



Fonte: <<http://www.fg.com.br/rodizio-giratorio-412bp---schioppa/p>> Acesso em: 10 de outubro de 2017

4.2 Processo de cálculo para estimar a frequência em que a peneira deve girar

A Frequência que a peneira deve girar foi estimada empiricamente por meio de um simples experimento.

Uma tela com a mesma granulação para peneirar areia, e duas barras de ferro em forma de uma semicircunferência foram utilizadas para simular o cilindro peneirador, e por meio de vários testes definimos a frequência da peneira.

Foi necessário descobrir o centro de massa geométrico para que o experimento fosse executado nesse ponto, lugar onde existe maior aglomeração de material, e os efeitos de peneiramento são mais eficientes.

Foram obtidas as medidas do cilindro peneirador, pelos dados do desenho técnico que foram utilizados para encontrar o centro de massa do cilindro peneirador.

De acordo com os conhecimentos obtidos no livro de [Leithold \(1994\)](#), ele nos ensina uma técnica que usa integrais para calcular o centro de massa. O passo a passo está disponível no Apêndice A. A densidade do cilindro peneirador é dada pela massa do mesmo, dividida por seu volume, da seguinte forma:

$$\rho = m/v \Rightarrow \rho = 108,67Kg/m^3$$

Como a densidade é constante $\rho = 1$, será a mesma para todo o cilindro peneirador, usando as fórmulas:

$$\bar{X} = \frac{\int_{x_i}^{x_f} \int_{y_i}^{y_f} \rho \times x \times dx \times dy}{\int_{x_i}^{x_f} \int_{y_i}^{y_f} \rho \times dx \times dy}; \quad \bar{Y} = \frac{\int_{x_i}^{x_f} \int_{y_i}^{y_f} \rho \times y \times dx \times dy}{\int_{x_i}^{x_f} \int_{y_i}^{y_f} \rho \times dx \times dy}$$

$$\bar{Z} = \frac{\int_{x_i}^{x_f} \int_{y_i}^{y_f} \int_{z_i}^{z_f} \rho \times y \times dx \times dy \times dz}{\int_{x_i}^{x_f} \int_{y_i}^{y_f} \int_{z_i}^{z_f} \rho \times dx \times dy \times dz}$$

Centro de Massa encontrado= (25, 25, 65)cm

Foi usado o método de cálculo de centro de massa por integrais para confirmar que realmente o centro de maior concentração de massa é naquele ponto, com o objetivo de se realizar o experimento no local mais próximo a ele.

Com essa informação realizou-se o experimento para estimar em qual frequência que peneira giratória deverá apresentar em funcionamento, para que a mesma rode sem nenhum problema ao se despejar o material na mesma. O valor aproximado para a frequência encontrado é de 65 r/min.

Para saber com exatidão o valor de tempo gasto para peneirar um 1 litro de areia que corresponde a uma massa de 1,5 kg, foram utilizados conhecimentos expostos no livro de (ALBERTAZZI; SOUZA, 2008) sobre os 8 passos de um processo de medição, realizou-se 5 medições repetidas de peneiramento para que fosse encontrado um tempo médio próximo ao tempo realmente gasto para peneirar 1 kg de areia.

Tabela 1 – Medições de tempo

Nº	Indicações(s)
1	3,43
2	3,24
3	3,51
4	3,61
5	3,30
Média:3.418g	Desvio Padrão:0,135g

Fonte: Próprios autores

Com o experimento realizado, foi concluído que para peneirar 1,5 kg de areia gasta-se 3,418 s.

Foi feita a proporção do tempo gasto que uma pá de areia gasta para ser peneirada, lembrando que uma pá de areia tem massa aproximada de 7 kg, e também levando em conta que uma pessoa que estiver utilizando a peneira poderá jogar 2 pás ao mesmo tempo.

$$T = (14 \div 1,5) \times 3.418 \Rightarrow T \cong 32s$$

Com esse resultado pode-se observar que a melhor frequência a se adotar é 65 r/min.

4.2.0.1 Processo de cálculo da potência do motor

Para calcular potência que o motor a ser utilizado deve apresentar, primeiro devemos calcular o torque e em seguida velocidade angular. E para que a potência fosse calculada utilizou-se os conceitos de física no livro de (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Primeiro foi calculado o torque, e para se calcular o torque é preciso ter as seguintes informações: o raio do cilindro, a força peso atuante no sistema do cilindro peneirador, e ϕ que é o ângulo da componente da força exercida pela correia, onde uma linha imaginária que se cria logo após a seta que denomina o símbolo de raio (r) encosta na borda da circunferência. O torque (τ) que será exercido pelo motor é dado pela seguinte fórmula:

$$\tau = (r) \times (F \times \sin \phi)$$

$$\tau = (0,26) \times ((392,40 \pm 0,05) \times \sin 45)$$

$$\tau = (0,26) \times (277,4687009 \pm 0.035) \Rightarrow \tau \cong (72.1419 \pm 0,0091)N \times m$$

É necessário definir a velocidade angular (ω), para isso deve-se ter as seguintes informações: o número de revoluções (rpm do cilindro peneirador), e variação do tempo. A velocidade angular é dada por:

$$\omega = \frac{Nr}{\Delta t}$$

Lembrando que uma revolução completa na circunferência são 2π , multiplicando pela frequência encontrada no experimento realizado, que é igual a 65 rpm, temos 130π . Substituindo os dados na equação temos o resultado de:

$$\omega = \frac{130\pi}{60} \Rightarrow \omega \cong 6,81 \text{ rad/s}$$

Depois de se calcular o torque e a velocidade angular, pode-se calcular a potência necessária que o motor deverá apresentar para que a Peneira Giratória funcione sem nenhum tipo de problema. A potência dada em uma rotação em torno de um eixo fixo e calculada com a fórmula:

$$P = \frac{dW}{dt} \Rightarrow P = \tau \times \omega \Rightarrow P = (72,1419 \pm 0,0091) \times 6,81 \Rightarrow P \cong (491,29 \pm 0,06) \text{ Watt}$$

O que gerou o resultado da potência mínima aproximadamente que o motor deverá ter é de 491,29 Watts, agora convertendo Watts para Cavalos Vapor (cv), chegou-se ao resultado de 0,7 cv, com o intuito de ter uma margem de segurança foi arredondado para 1 cv.

A escolha do motor

O motor foi escolhido com base nos cálculos realizados acima. Foi selecionado o motor com a capacidade necessária para o projeto.

O modelo utilizado foi o motor da marca Weg, ip-21, 1CV, 2 polos Monofásicos 127/220V s, para aplicações gerais, lembrando que quando o projeto for construído poderá haver mudanças do motor pois o seu custo é elevado. A figura abaixo ilustra o motor escolhido:

Figura 7 – Motor



5 Metodologia

Para chegar aos parâmetros necessários e ideais para a Peneira Giratória, foi utilizada a metodologia e os principais conceitos apresentados no livro “Projetos de engenharia mecânica” de [Shigley e Mischke \(2005\)](#). Na construção de uma Peneira Giratória, não são necessárias tantas exigências por ser um projeto com poucos detalhes e por ser uma máquina rústica e robusta. Sob o olhar físico, pode se exigir de uma Peneira Giratória algumas características mecânicas, como:

- Resistência Estrutural
- Potência correta do motor
- Velocidade em que a peneira deve trabalhar

A resistência estrutural é uma das partes mais importantes de um projeto de Engenharia Mecânica, e vale lembrar que o cálculo de resistência estrutural evita certamente futuros prejuízos. Como o presente trabalho está sendo realizado por alunos do segundo período de Engenharia Mecânica, não serão realizados cálculos de resistência estrutural.

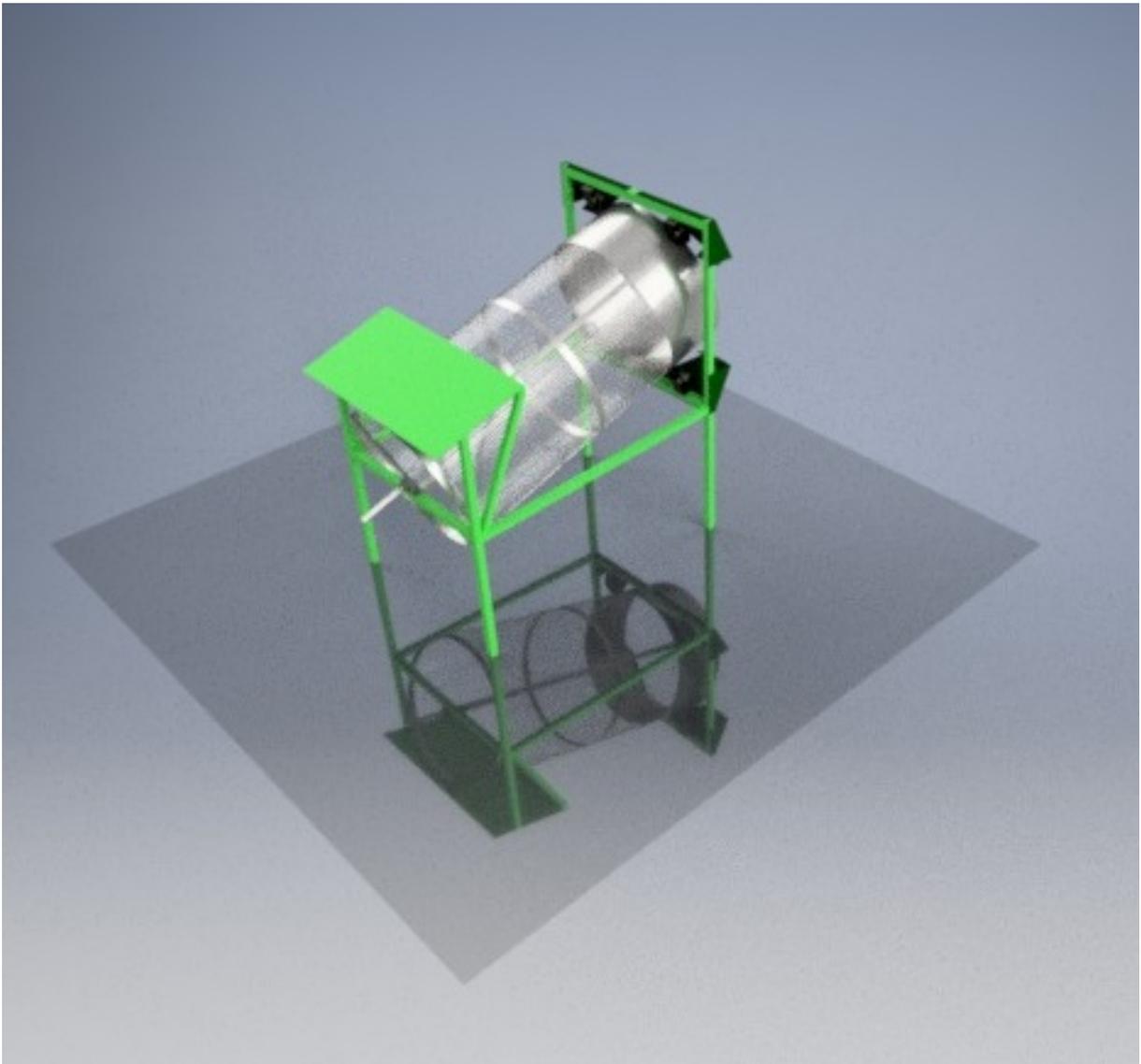
O motor é um dos dispositivos que produz o movimento na Peneira Giratória, deve ser escolhido com muita atenção, pois utilizando um motor que é muito forte para aquela função ou ao contrário um motor muito fraco pode acarretar um gasto desnecessário ou um prejuízo indesejável. Conclui-se que o motor ideal para a peneira estaria entre 0,7 e 1,3 cv de potência.

A velocidade é uma grandeza definida pela física, na Peneira Giratória ela tem uma das funções mais importantes para o seu funcionamento, e foi definida por um simples experimento realizado para determinar o tempo de peneiramento, e posteriormente definir sua velocidade angular.

6 Conclusões

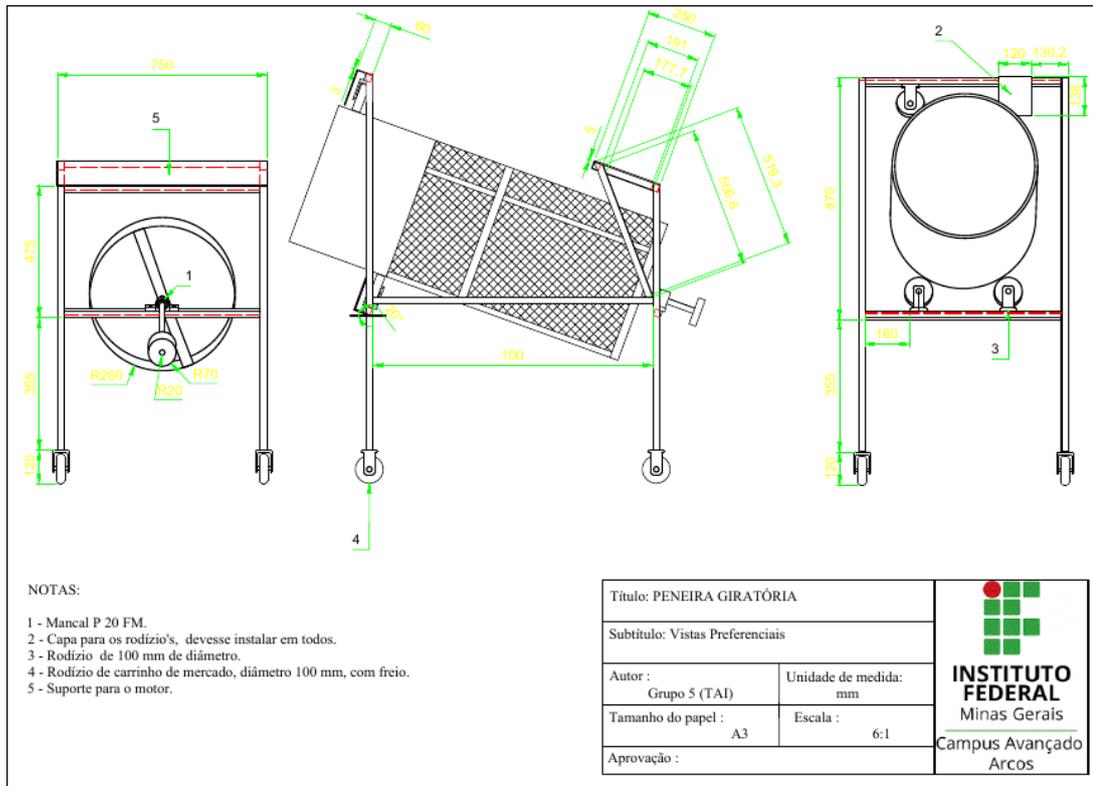
Logo após finalizar os cálculos, com a ajuda do *software* Inventor e AutoCad, a Peneira Giratória pode ser visualizada na Figura 8 , e para que a peneira fosse inteiramente modelada as Figuras 9 e 10, nos mostra suas vistas preferenciais, e suas devidas dimensões.

Figura 8 – Modelagem 3d - Peneira Giratória



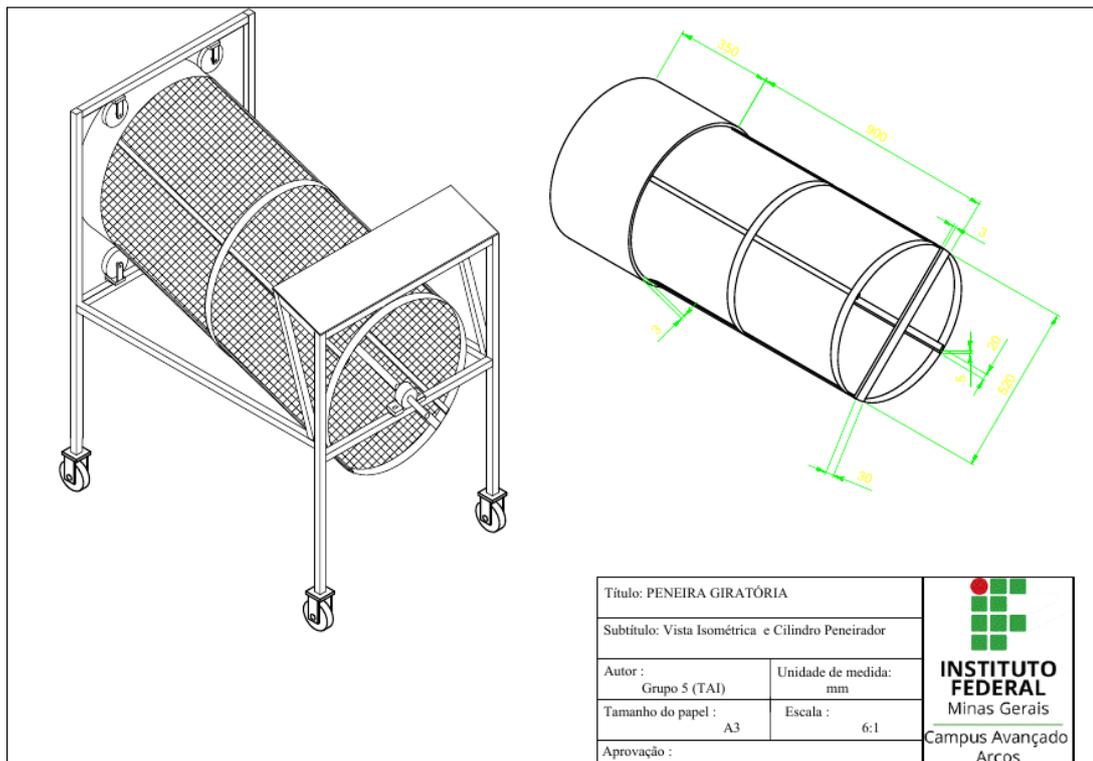
Fonte: Próprios autores

Figura 9 – Projeto concluído - Desenho Técnico



Fonte: Próprios autores

Figura 10 – Vista Isométrica e do Cilindro Peneirador



Fonte: Próprios autores

Referências

ALBERTAZZI, A.; SOUZA, A. de. *Fundamentos de metrologia científica e industrial*. São Paulo: Pearson, 2008. Citado na página 18.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. Citado na página 18.

HOWARD; CHRIS. *Álgebra Linear com aplicações*. Porto Alegre, RS: Bookman, 2012. Citado na página 11.

LARSON, R.; FARBER, B. *Estatística Aplicada*. São Paulo, SP: Pearson, 2015. Citado na página 29.

LEITHOLD, L. *O Cálculo com Geometria Analítica*. 3. ed. São Paulo, SP: Harbra, 1994. Citado na página 17.

LOPES, W. Variação da aceleração da gravidade com a latitude e altitude. *Departamento de Física Universidade Guarulhos*, Guarulhos, p. 7, 2008. Citado na página 11.

RIBEIRO, A. C.; IZIDORO, N. *Curso de Desenho Técnico e AutoCad*. [S.l.]: Pearson, 2013. ISBN 9788581430843. Citado na página 16.

SHIGLEY, J.; MISCHKE, C. *Projeto de Engenharia Mecânica*. Bookman, 2005. ISBN 9788536305622. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=xZFaJHZfuTwC>>. Citado na página 20.

Apêndices

APÊNDICE A – Centro de massa

Para descobrir o centro de massa do cilindro peneirador, foi necessário usar integrais para facilitar os cálculos, devido a assimetria de massa do cilindro peneirador e por ser uma figura tridimensional. O volume do cilindro peneirador foi aproximado com um paralelepípedo, para que fosse possível aplicar essas integrais.

A densidade do cilindro peneirador é dada pela massa do mesmo em quilos dividida por seu volume em metros cúbicos, da seguinte forma:

$$\begin{aligned}\rho &= m/v \\ \rho &= 40kg/0.25m^3 \\ \rho &= 144,88Kg/m^3\end{aligned}$$

Como a densidade é constante, podemos adotar $\rho = 1$

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\int_{x_i}^{x_f} \int_{y_i}^{y_f} \int_{z_i}^{z_f} \rho \times x \times dx \times dy}{\int_{x_i}^{x_f} \int_{y_i}^{y_f} \int_{z_i}^{z_f} \rho \times dx \times dy} \\ \bar{Y} &= \frac{\int_{x_i}^{x_f} \int_{y_i}^{y_f} \int_{z_i}^{z_f} \rho \times y \times dx \times dy \times dz}{\int_{x_i}^{x_f} \int_{y_i}^{y_f} \int_{z_i}^{z_f} \rho \times dx \times dy \times dz} \\ \bar{Z} &= \frac{\int_{x_i}^{x_f} \int_{y_i}^{y_f} \int_{z_i}^{z_f} \rho \times z \times dx \times dy \times dz}{\int_{x_i}^{x_f} \int_{y_i}^{y_f} \int_{z_i}^{z_f} \rho \times dx \times dy \times dz}\end{aligned}$$

Para o centro de massa foi usado as coordenadas x, y, z, em cm do paralelepípedo:

$$X = 50; Y = 50; Z = 130$$

Para achar o centro massa foi aplicado as coordenadas nas seguintes integrais:

$$\bar{X} = \frac{\int_0^{50} \int_0^{50} \int_0^{130} x \times dx \times dy \times dz}{\int_0^{50} \int_0^{50} \int_0^{130} dx \times dy \times dz}; \quad \bar{Y} = \frac{\int_0^{50} \int_0^{50} \int_0^{130} y \times dx \times dy \times dz}{\int_0^{50} \int_0^{50} \int_0^{130} dx \times dy \times dz}$$

$$\bar{Z} = \frac{\int_0^{130} \int_0^{50} \int_0^{50} z z \times dx \times dy \times dz}{\int_0^{130} \int_0^{50} \int_0^{130} dx \times dy \times dz}$$

$$\bar{X} = \frac{\int_0^{50} \int_0^{130} dy \times dz \times \left[\frac{x^2}{2}\right]_0^{50}}{\int_0^{50} \int_0^{130} dy \times dz \times [x]_0^{50}}; \quad \bar{Y} = \frac{\int_0^{50} \int_0^{130} dx \times dz \times \left[\frac{y^2}{2}\right]_0^{50}}{\int_0^{50} \int_0^{130} dx \times dz \times [y]_0^{50}}; \quad \bar{Z} = \frac{\int_0^{50} \int_0^{50} dx \times dy \times \left[\frac{z^2}{2}\right]_0^{130}}{\int_0^{50} \int_0^{50} dx \times dy \times [z]_0^{130}}$$

$$\bar{X} = \frac{1250 \times \int_0^{130} dz \times [y]_0^{50}}{50 \times \int_0^{130} dz \times [y]_0^{50}}; \quad \bar{Y} = \frac{1250 \times \int_0^{130} dz \times [x]_0^{50}}{50 \times \int_0^{130} dz \times [x]_0^{50}}; \quad \bar{Z} = \frac{8450 \times \int_0^{50} dy \times [x]_0^{50}}{130 \times \int_0^{50} dy \times [x]_0^{50}}$$

$$\bar{X} = \frac{62500 \times [z]_0^{130}}{2500 \times [z]_0^{130}}; \quad \bar{Y} = \frac{62500 \times [z]_0^{130}}{2500 \times [z]_0^{130}}; \quad \bar{Z} = \frac{422500 \times [y]_0^{50}}{6500 \times [y]_0^{50}}$$

Agora cancelando os multiplicadores iguais no denominador e no numerador:

$$\bar{X} = \frac{62500}{2500}; \quad \bar{Y} = \frac{62500}{2500}; \quad \bar{Z} = \frac{422500}{6500}$$

Que resulta no centro de massa igual a:

$$\bar{X} = 25; \quad \bar{Y} = 25; \quad \bar{Z} = 65$$

APÊNDICE B – Dados do Estudo de Aceitação da Peneira Giratória

Para calcular a média de idade das pessoas entrevistadas, foi usado o *Excel*, logo será exposto uma planilha com os dados do estudo realizado, lembrando que foram entrevistados 7 mulheres e 23 homens.

O questionário continha as seguintes perguntas:

- 1 -A Peneira Giratória é uma ideia inovadora?
- 2- De uma escala de 0 a 10, sendo 0 não facilitaria e 10 facilitaria muito, o quanto a Peneira Giratória facilitaria o serviço de quem trabalha em construções civis?
- 3 - Se você trabalha ou trabalhasse com construção civil compraria a Peneira Giratória?
- 4 - Se a Peneira Giratória estivesse no mercado hoje você a recomendaria para alguma pessoa?
- 5 - Levando em consideração que um servente gaste cerca de 7 minutos para peneirar um carrinho de areia manualmente, e 3,5 minutos para peneirar o mesmo carrinho com a Peneira Giratória, é relevante essa diferença, e traria lucro para quem usufruísse da Peneira Giratória?

Calculando a porcentagem de homens

O cálculo foi feito, por meio do numero de entrevistados:

$$\frac{30}{23} = \frac{100\%}{x} \Rightarrow x = 76\%$$

Logo a porcentagem de homens é aproximadamente 76%, e a de mulheres e 24%.

Criando os gráficos

Para a criação dos gráficos, foi necessário usar os dados da planilha de respostas, usou-se o comando *histograma*, para criar os gráficos da resposta 2 e da idade dos entrevistados, pois as respostas eram constituídas por números. Os gráficos podem ser vistos nas Figuras a seguir.

Figura 11 – Tabela - Resultado do questionário

Entrevistados	Idade	Resposta 1	Resposta 2	Resposta 3	Resposta 4	Resposra 5
1	18	sim	9	não	sim	sim
2	25	sim	9	sim	sim	sim
3	55	sim	9	não	não	sim
4	24	não	10	não	sim	não
5	32	sim	9	sim	sim	não
6	19	sim	9	sim	não	sim
7	65	sim	4	não	sim	não
8	43	sim	4	sim	sim	sim
9	27	sim	8	sim	sim	sim
10	30	sim	9	sim	sim	sim
11	21	sim	8	sim	não	sim
12	27	sim	6	não	não	sim
13	29	sim	10	sim	sim	sim
14	53	não	6	sim	sim	não
15	57	sim	7	não	sim	sim
16	62	não	5	sim	não	sim
17	17	não	5	sim	sim	sim
18	19	sim	6	sim	sim	sim
19	28	não	9	não	sim	sim
20	34	sim	8	sim	sim	não
21	44	não	8	sim	sim	não
22	54	sim	6	sim	sim	sim
23	33	sim	8	sim	sim	não
24	31	sim	8	não	sim	sim
25	46	sim	7	sim	sim	não
26	49	sim	8	não	não	sim
27	23	sim	7	sim	sim	sim
28	47	sim	9	sim	sim	sim
29	34	sim	8	sim	sim	sim
30	43	sim	8	sim	sim	sim
Média das idades =	36,3	sim = 24 não = 6		sim = 21 não = 9	sim = 23 não = 7	sim = 22 não = 8

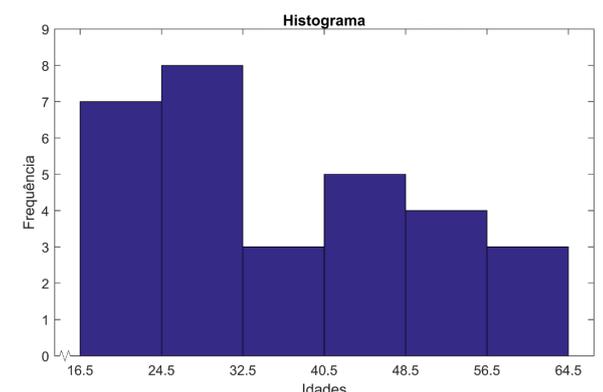
Fonte: Próprios autores

Figura 12 – Resultado das Questões 1, 3, 4, 5.



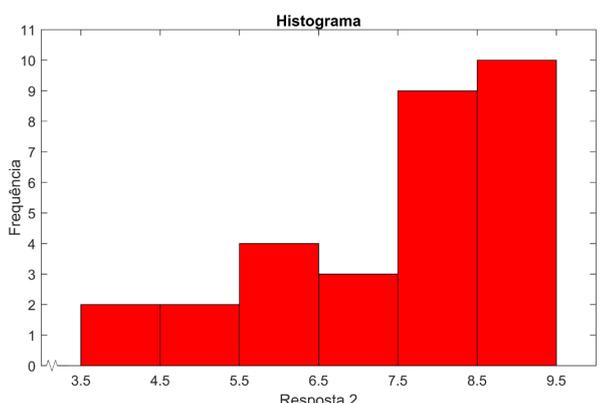
Fonte: Próprios autores

Figura 13 – Histograma da idade



Fonte: Próprios autores

Figura 14 – Histograma do resultado da questão 2



Fonte: Próprios autores

Inferindo a média de idade da amostra para a população de Arcos - MG.

Para calcular a média de idade da população de Arcos - MG, foi usado os conceitos de inferência de dados amostrais apresentados no livro de (LARSON; FARBER, 2015). O estudo de inferência foi feito com base nas informações obtidas pela amostra, assumindo que a amostra se aproxima de uma distribuição normal. O procedimento consiste em encontrar a probabilidade P , após se determinar o nível de confiança, que o grupo adotou um nível de confiança de 95%, por meio da equação:

$$P = 1 - \frac{\alpha}{2}$$

Onde $\alpha = 1 - NC$, e $NC = 0,95$, ou seja temos, $\alpha = 0,05$. Agora substituindo na

equação:

$$P = 1 - \frac{0,05}{2} \Rightarrow P = 0,975$$

Em seguida, foi encontrado o valor de t na tabela de *student*, para $P=0,975$ e $GL = 29$, lembrando que 30 é o número de pessoas entrevistadas..

Com tudo, encontra-se o valor de $t = 2,045$

Por último, devesse definir o limite inferior e superior, que a média da população terá, através da seguinte equação.

$$\bar{X} \pm t \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Onde $\bar{X} = 36,3$, $S = 14,1083$ e $n = 30$

$$IC = 36,3 \pm 2,045 \frac{14,1083}{\sqrt{30}}$$

$$IC = 36,3 \pm 5,27$$

Logo, $P(31,3 \leq \mu \leq 41,57) = 0,95$, agora podemos afirmar que a probabilidade de que a média da idade da população de Arcos esteja entre 31,3 e 41,57 é de 95%.